



# VII SEMINARIO LATINOAMERICANO DE IRRIGACION

13

SANTIAGO DE CHILE DEL 28 DE NOVIEMBRE AL 2 DE DICIEMBRE DE 1983

INSTITUTO INTERAMERICANO  
DE COOPERACION PARA  
LA AGRICULTURA (IICA)



rganizado conjuntamente por la Oficina de Planificación Agrícola (ODEPA); Instituto  
e Investigaciones Agropecuarias (INIA); Comisión Nacional de Riego; Dirección Ge-  
eral de Aguas (DGA) y Dirección de Riego de la República de Chile y el Instituto Inte-  
americano de Cooperación para la Agricultura (IICA).

## on La Colaboración:

e la Agencia para el Desarrollo Internacional (AID) y el Gobierno de España

## ajo Los Auspicios:

el Ministerio de Agricultura, del Ministerio de Obras Públicas y de la Oficina de Pla-  
nificación (ODEPLAN) de la República de Chile.



**Programa de conservación  
y manejo de recursos naturales renovables  
del Instituto Interamericano  
de Cooperación para la Agricultura  
(IICA)**



**VII Seminario Latinoamericano  
de IRRIGACION**

**Santiago de Chile del 28 de Noviembre  
al 2 de Diciembre, de 1983**

**INFORME FINAL**

***Editor Ing. Agustín Merea C.***

**Especialista en Riego y Drenaje del IICA  
Secretario General de la Comisión Latinoamericana  
de Irrigación y Drenaje (CLAID)**

**OFICINA DEL IICA EN VENEZUELA  
CARACAS, 1984**

00002080

002250





**Mesa de Honor en la Ceremonia de Inauguración del VII Seminario Latinoamericano de Irrigación. De izquierda a derecha: Ing.Agr. Emilio Montero B., Director del Area Sur del IICA; Sr. Jorge Prado A., Ministro de Agricultura de la República de Chile; Ing.Agr. Emilio Madrid C., Presidente Ejecutivo del INIA-Chile y Presidente de la Mesa Directiva del Seminario; Brigadier General Bruno Siebert H., Ministro de Obras Públicas de la República de Chile; Ing.Agr. M.Sc. Hernani Da Costa Fiori, Director de la Oficina del IICA en Chile e Ing. Agustín Merea C., Especialista en Riego Y Drenaje del IICA y Secretario General del evento.**



**Exposición del Ing. Alberto Gomez Gaviria, representante del Banco Interamericano de Desarrollo (BID).**





Delegados de Bolivia y Brasil



**¡BIENVENIDOS!**

**SEMINARIO LATINOAMERICANO  
DE REGO Y DRENAJE**

**Santiago de Chile - 28 de Noviembre - 3 de Diciembre - 1983.**

Delegación del Perú





**Lectura de los Acuerdos, Conclusiones y Recomendaciones del Seminario por el Secretario General, Ing. Agustín Merea C. (Ceremonia de Clausura)**



**El Dr. Francisco Morillo Andrade, Director General del IICA; el Sr. Andres Passicot, Ministro de Economía de la República de Chile y el Ing. Agr. Emilio Madrid C., Presidente de la Mesa Directiva del Seminario, abandonando el Salón de Embajadores del Hotel Carrera al término de la Ceremonia de Clausura del evento.**



## C O N T E N I D O

### A. DOCUMENTOS INFORMATIVOS

- A.1. Información General
- A.2. Reglamento del Seminario
- A.3. Programa del Seminario
- A.4. Acuerdos, Conclusiones y Recomendaciones
- A.5. Palabras del Ing. Agr. Emilio Madrid C., Presidente Ejecutivo del Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Chile y Presidente de la Mesa Directiva del VII Seminario Latinoamericano de Irrigación. (Sesión de Apertura).
- A.6. Palabras del Ing. Agr. Emilio Montero B., Director del Area Sur del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura -IICA. (Sesión de Apertura)
- A.7. Palabras del Sr. Jorge Prado A., Ministro de Agricultura de la República de Chile. (Sesión de Apertura)
- A.8. Palabras del Ing. Isidro Pazos M., Representante Oficial de la República Dominicana. (Sesión de Clausura)
- A.9. Palabras del Dr. Francisco Morillo A., Director General del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura - IICA (Sesión de Clausura).
- A.10. Relación de Participantes.

### B. INFORMES NACIONALES

- B.1. Informe de la Argentina
- B.2. Informe de Bolivia
- B.3. Informe de Brasil
- B.4. Informe de Colombia
- B.5. Informe de Costa Rica
- B.6. Informe de Chile



- B.7. Informe del Ecuador.
- B.8. Informe de España
- B.9. Informe de Guatemala
- B.10. Informe de Honduras
- B.11. Informe de México
- B.12. Informe de Nicaragua
- B.13. Resumen del Informe de Panamá
- B.14. Resumen del Informe de Perú
- B.15. Informe de República Dominicana
- B.16. Informe de El Salvador
- B.17. Informe del Uruguay
- B.18. Resumen del Informe de Venezuela

C. INFORMES DE INSTITUCIONES INTERNACIONALES DEL SISTEMA MUNDIAL Y REGIONAL DE COOPERACION TECNICA Y/O FINANCIERA.

- C.1. Informe de la Agencia Internacional para el Desarrollo (AID)
- C.2. Informe del Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
- C.3. Informe del Centro Interamericano de Desarrollo Integral Aguas y Tierras (CIDIAT)
- C.4. Informe del Centro Internacional de Riegos de Utah State University (USA)
- C.5. Informe de la Comisión Económica para América Latina (CEPAL)
- C.6. Informe del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)
- C.7. Resumen del Informe de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)
- C.8. Resumen del Informe de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO)

**D. TEMAS TECNICOS**

- D.1. Aspectos Legales, Técnicos e Institucionales vinculados al Desarrollo de la Irrigación en la América Latina y el Caribe.
- D.2. La Planificación del Uso de los Recursos Hídricos y su relación con el Desarrollo de la Irrigación.
- D.3. Calidad de las Aguas de Riego en Chile.
- D.4. Las Organizaciones de Desarrollo Regional para impulsar el aprovechamiento integral de los recursos disponibles en Proyectos de Irrigación.
- D.5. El Seguro Agrícola y el Desarrollo de la Agricultura Bajo Riego
- D.6. Desarrollo de la Pequeña Irrigación en Brasil
- D.7. Aspectos Económicos a tenerse en cuenta en la formulación de Proyectos de Irrigación.
- D.8. La Autosuficiencia Financiera de los Servicios de Administración, Operación y Conservación de los Proyectos de Riego.
- D.9. La Medición y Control de las Aguas en los Proyectos de Riego
- D.10. Eficiencia del Uso de los Recursos Hidráulicos en las Areas bajo Riego.
- D.11. Los Trasvases de Agua entre Cuencas en España.
- D.12. Resumen del tema: La Investigación y Transferencia de Tecnología de Riego y Drenaje.
- D.13. Problemática del Drenaje de Tierras Agrícolas, con énfasis en las Regiones Tropicales Húmedas.
- D.14. Acciones Estructurales y no Estructurales en el Control de Inundaciones.
- D.15. Problemática de la Sedimentación en Proyectos de Irrigación.

**E. VARIOS**

- E.1. Exposición sobre la Primera Conferencia Panamericana de Irrigación y Drenaje.



## ***A. DOCUMENTOS INFORMATIVOS***



## INFORMACION GENERAL

## I. ANTECEDENTES

En 1959, algunos jefes de las misiones agrícolas de los Estados Unidos en países Latinoamericanos coincidieron en estimar que las crecientes demandas de productos agrícolas en Latinoamérica destacaban la importancia del uso de la irrigación como un medio para satisfacerlas. Con base en tal acuerdo, solicitaron a la Administración de Cooperación Internacional (ICA) de Estados Unidos patrocinar un seminario que pudiera ser útil para el desarrollo de la agricultura bajo riego. En respuesta a este pedido ICA suministró los servicios de un Consultor para evaluar la necesidad de tal seminario, esbozar un programa y sugerir el tipo de participantes que pudieran contribuir en una mejor forma al seminario y aprovechar los beneficios que se derivaran del mismo.

A raíz de la presentación del informe del Consultor, en el que se daba cuenta de su visita a seis países latinoamericanos, consultas con representantes de otros doce y correspondencia sostenida con algunos más, ICA decidió, aceptando la invitación que le hiciera el Gobierno del Perú, colaborar técnica y económicamente en la realización del Primer Seminario Latinoamericano de irrigación que tuvo lugar en dicho país del 4 al 17 de octubre de 1959.

Para este primer seminario, las invitaciones fueron hechas conjuntamente por el Gobierno de Perú y la Misión del ICA (USOM/Perú) a los diferentes Gobiernos Latinoamericanos para que acreditaran representantes del más alto nivel profesional y administrativo, asociados con el desarrollo de los proyectos de irrigación en sus respectivos países.

A partir del Primer Seminario (Perú, 1959) se realizaron sucesivamente cinco seminarios más, en las sedes y años siguientes: II Seminario, Panamá, 1962; III Seminario, México, 1964; IV Seminario, Colombia, 1966; V Seminario, Venezuela, 1968 y VI Seminario, Uruguay, 1971.

En ocasión del V Seminario, realizado en Venezuela en 1968, se aprobaron los Estatutos de la Comisión Latinoamericana de Irrigación y Drenaje (CLAID), a la cual se incorporaron oficialmente una serie de países de la región a través de sus respectivas Comisiones Nacionales de Irrigación y Drenaje.

En el VI Seminario (Montevideo, Uruguay, 1971), el Comité Ejecutivo de la CLAUD aprobó un Convenio de Integración y Cooperación con la Comisión Internacional de Irrigación y Drenaje (ICID) mediante el cual, en la práctica CLAUD se constituía en el órgano regional de ICID.

No obstante que en los Estatutos de la CLAUD (artículo 20 del Capítulo V) se establece que los Seminarios Latinoamericanos de Irrigación deberían celebrarse cada dos años, los mismos, por razones varias, no se realizaron en el lapso de doce años contados a partir de 1971, año en que se realizara el VI Seminario ya mencionado, en el Uruguay.

En ocasión del IV Seminario Latinoamericano sobre Riego por Goteo que el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) realizó en Venezuela en 1981, con la participación de 18 países de la Región, y el auspicio y la colaboración de diferentes organismos oficiales venezolanos, el Plenario de dicho certamen recomendó al IICA apoyar la reanudación de los Seminarios Latinoamericanos de Irrigación, interrumpidos desde 1971. En dicha oportunidad el delegado de la República de Chile dejó constancia del interés de su país, en principio, de ser sede del VII Seminario.

En consecuencia con lo anterior, el IICA, a través de su Programa de Conservación y Manejo de Recursos Naturales Renovables y su Oficina en Chile, estableció contacto con representantes de alto nivel de las instituciones oficiales chilenas vinculadas con el desarrollo de la irrigación en su país a efectos de coordinar lo pertinente en pro de la organización y realización del VII Seminario materia de esta información. Simultáneamente, exploró ante la Dirección General de Cooperación Técnica y Científica del Ministerio de Asuntos Externos de España y la Agencia Internacional para el Desarrollo (AID), las posibilidades existentes para que brindaran su cooperación técnica y financiera para la realización del mencionado certamen.

Las acciones reseñadas, vistas las muy favorables reacciones obtenidas, motivaron que el IICA incluyera en su Programa Operativo para 1983, como Proyecto 3.AZ.01, la organización y realización del VII Seminario Latinoamericano de Irrigación, con sede en Santiago, Chile y fechas comprendidas entre el 28 de Noviembre y 2 de Diciembre de dicho año.

## II COMISION ORGANIZADORA

Para coordinar la mejor organización y realización del VII Seminario Latinoamericano de Irrigación a nivel local, después de haberse asegurado los auspicios de los Ministerios de Agricultura y de Obras Públicas y de la Oficina de Planificación Nacional (ODEPLAN) de la República de Chile, a principios de 1983 inició sus labores formales la Comisión Organizadora del certamen, conformada por los siguientes ejecutivos y/o técnicos de Chile y el IICA:

### a) Por las instituciones de la República de Chile

.Ing. Agr. Andrés Subercaseaux S.  
Director de Planificación Agrícola (ODEPA)

.Ing. Agr. Emilio Madrid C.  
Presidente Ejecutivo del Instituto de Invesitaciones Agropecuarias (INIA).

.Ing. Civil Jorge Silva M.  
Secretario Ejecutivo de la Comisión Nacional de Riego

.Ing. Civil Eugenio Lobo P.  
Director General de Aguas (DGA)

.Ing. Civil Luis Lamarca S.  
Director de Riego.



.Ing. Agr. Ph.D Juan Tosso T.  
Director Area de Recursos Ambientales del INIA

b. Por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)

.Ing. Agr. M.S. Ernani M. Da Costa Fiori  
Director de la Oficina del IICA en Chile.

.Ing. Civil Agustín Merea C.  
Especialista en Riego y Drenaje.

.Ing. Agr. Jaime Harris J.  
Especialista en Programación y Administración de Política

La presidencia de la Comisión Organizadora fué ejercida en una primera etapa por el Ing. Ag. Andrés Subercaseaux S. y, en una segunda y final por el Ing. Agr. Emilio Madrid C., Presidente Ejecutivo del INIA.

La coordinación internacional del certamen estuvo a cargo del Ing. Civil Agustín Merea C., Especialista en Riego y Drenaje del IICA, responsable ante el Instituto del Proyecto 3.AZ.01 ya mencionado.

Para facilitar sus acciones, la Comisión Organizadora designó de su seno un Comité Ejecutivo, con la siguiente conformación:

Ing. Agr. Emilio Madrid C. (INIA - Chile)  
Ing. Agr. Ph.D Juan Tosso T. (INIA - Chile)  
Ing. Agr. M.S. Ernani M. Da Costa Fiori (IICA)  
Ing. Civil Agustín Merea C. (IICA).

Entre las labores desarrolladas por la comisión organizadora y su Comité Ejecutivo pueden reseñarse las siguientes:

- . Discusión y acuerdo sobre fechas, objetivos y temario del Seminario.
- . Elaboración, impresión y distribución del "Primer Anuncio" del Seminario
- . Identificación de los especialistas de la Región de alto nivel técnico, que tendrían a su cargo la exposición de los temas de interés general previstos en el temario.
- . La formulación y aprobación del Reglamento del VII Seminario Latinoamericano de Irrigación.
- . La aprobación de la guía para normar la presentación de los Informes Nacionales a ser presentados por los representante oficiales de los países y de los términos de referencia para la confección de los Informes y documentos de trabajo a ser presentados, respectivamente, por observadores de las Instituciones Internacionales y los especialistas de alto nivel invitados como expositores.

- . La elaboración, impresión y distribución del " Segundo Anuncio " del Seminario.
- . La confección del programa definitivo del certamen y todo lo concerniente al acondicionamiento del local sede (Salón de Embajadores del Hotel Carrera); recepción y alojamiento de participantes extranjeros, secretaría, impresión y distribución de materiales entre los participantes; agasajos y facilidades logísticas en general para el mejor desarrollo del evento a nivel local.

### III OBJETIVOS

En el marco de los estatutos de la CLAIID, los objetivos del VII Seminario Latinoamericano de Irrigación son los siguientes:

- . Actualizar el conocimiento, tanto del desarrollo en materia de irrigación registrado en los países de la Región en los últimos doce años, como de los principales problemas que de una u otra manera vienen afectando dicho desarrollo.
- . Favorecer el mejor conocimiento de los programas, proyectos y acciones de colaboración financiera y técnica que en apoyo al desarrollo de la irrigación en los países latinoamericanos y del caribe realizan diferentes organismos internacionales del sistema mundial y regional.
- . Facilitar el intercambio y capitalización de experiencias entre los ejecutivos y técnicos responsables del desarrollo de la irrigación en los países de la región sobre el tratamiento dado a los problemas comunes que en diferente medida conspiran contra dicho desarrollo.
- . Revisar y emitir proposiciones tanto sobre los Estatutos de la CLAIID aprobados en 1968 como sobre la realización periódica de nuevos Seminarios.

### IV PARTICIPANTES

Las invitaciones para participar en el Seminario fueron cursadas directamente por el Dr. Francisco Morillo Andrade, Director General del IICA, a los Ministros de Agricultura de los Estados Miembros, en lo que hace a representantes oficiales y delegados de sus países y, a los máximos ejecutivos de las Instituciones Internacionales del sistema mundial y regional de cooperación técnica y financiera, en lo referente a acreditar observadores.

Las invitaciones a los especialistas de alto nivel, de fuera de Chile, seleccionados por la Comisión Organizadora como expositores de temas de interés general, fueron cursadas directamente por el Especialista en Riego y Drenaje responsable del proyecto IICA 3.AZ.01.

La invitación a ejecutivos y técnicos de Chile fueron cursadas directamente por la Comisión Organizadora, correspondiendo a los Directores de las Oficinas del IICA en los países cursar las correspondientes a personas que por sí o en representación de Instituciones Científicas, profesionales, educacionales, públicas o privadas, tuvieran interés en participar en el Seminario como observadores, previos los trámites de inscripción respectivos.

Tal como puede apreciarse en el Documento A-10 de este Informe Final, participaron en el Seminario un total de 115 ejecutivos y técnicos en representación de 18 países latinoamericanos y del Caribe, España y 8 instituciones del sistema mundial y regional de cooperación técnica y financiera a la Región en aspectos vinculados al desarrollo de la irrigación. Al respecto, cabe resaltar que, en lo que toca a representatividad, el VII Seminario superó a los que le precedieron.

La participación de gran parte de los ejecutivos y técnicos de los países latinoamericanos haciendo excepción del los ejecutivos y técnicos de Chile y de los observadores acreditados por las Instituciones Internacionales, fueron financiadas por AID e IICA. La correspondiente a los dos especialistas españoles, fué financiada directamente por el Gobierno de dicho país, el cual ha contribuido también al financiamiento de los costos de impresión de este Informe Final.

## V PROGRAMA

Los detalles del Programa del Seminario, confeccionado en una primera instancia por la Comisión Organizadora y luego formalmente aprobada por la Mesa Directiva del certamen en su Sesión Preparatoria, pueden apreciarse en el Documento A-3 de este Informe Final.

Con muy ligeras variantes en el orden de presentación de algunos de los trabajos, dicho Programa se cumplió a cabalidad.

## VI MESA DIRECTIVA

De acuerdo a lo establecido en el Capítulo V del Reglamento del Seminario, la Mesa Directiva del Seminario fué conformada por los presidentes de las delegaciones de los países latinoamericanos y del Caribe participantes y el Ing. Agustín Merea C. en representación del IICA.

En su Sesión Preparatoria, previa a la Sesión de Apertura del certamen, la Mesa Directiva eligió como Presidente del mismo al Ing. Agr. Emilio Madrid C., Presidente de la Comisión Organizadora y como Vicepresidentes a los Ings. José María Costa, José Manuel Ramírez Robles, Roger Sanchez Vélez y Fernando Ajmud C.; presidentes de las delegaciones oficiales de Brasil, México, Perú y Venezuela, respectivamente.

Como secretario General fué ratificado el Ing. Agustín Merea, Especialista en Riego y Drenaje del IICA y representante del Instituto en la Mesa Directiva.

Aparte de las designaciones de que se da cuenta, la Mesa Directiva aprobó en su Sesión Preparatoria, por unanimidad y sin observaciones, el Programa del Seminario que fuera oportunamente elaborado por la Comisión Organizadora del mismo.

En adición a su Sesión Preparatoria, la Mesa Directiva celebró durante el transcurso del Seminario dos Sesiones de Trabajo. En la primera de ellas, teniendo en cuenta los Estatutos de la CLAUD que fueran oportunamente distribuidos, adoptó por unanimidad los acuerdos que se identifican en los números 9 y 10 en el Documento A-4 que conforma este Informe Final.

En su segunda Sesión de Trabajo, teniendo en cuenta las propuestas de acuerdos, conclusiones y recomendaciones que fueran presentados por las delegaciones participantes en el transcurso de las Sesiones Plenarias, la Mesa Directiva aprobó los restantes acuerdos y las conclusiones y recomendaciones que pueden apreciarse en el Documento A-4 mencionado.

## VII SESION DE APERTURA

Conforme al Programa Oficial del Seminario la Sesión de Apertura del mismo se realizó el lunes 28 de Noviembre a horas 10:00, en el Salón de Embajadores del Hotel Carrera, sede oficial del certamen.

Con la presencia de un numeroso grupo de invitados especiales, representantes de importantes instituciones chilenas públicas y privadas vinculadas a la temática del Seminario y de los participantes en el mismo, el acto fué presidido por el Sr. Jorge Prado Aranguiz, Ministro de Agricultura de la República de Chile. Estuvo acompañado en la mesa de honor por el Sr. Brigadier General Bruno Siebert Held, Ministro de Obras Públicas de Chile, el Ing. Agr. Emilio Madrid C., Presidente Ejecutivo del INIA-Chile y Presidente de la Mesa Directiva del Seminario, Ing. Agr. Emilio Montero V., Director del Area Sur del IICA; Ing. Agr. M.S. Ernani Da Costa Fiori, Director de la Oficina del IICA en Chile; Ing. Agustín Merea C., Especialista en Riego y Drenaje del IICA y Secretario General del certamen y Dr. Juan Tosso, integrante del Comité Ejecutivo de la Comisión Organizadora del Seminario.

De acuerdo al Programa, hicieron uso de la palabra, sucesivamente, los señores Emilio Madrid, Emilio Montero B. y Jorge Prado A., el último de los cuales, en su carácter de Ministro de Agricultura de la República de Chile y en representación del Gobierno de su país, declaró formalmente inaugurado el Seminario.

Los textos de los discursos pronunciados por los ejecutivos mencionados pueden apreciarse, en su orden, en los Documentos A-5, A-6 y A-7 de este Informe Final.

## VIII SESIONES PLENARIAS

De acuerdo también al Programa Oficial del certamen, se realizaron, entre los días 28 de Noviembre y 2 de Diciembre, un total de 10 Sesiones Plenarias, las que fueron presididas en forma rotativa por el Presidente y los cuatro Vicepresidentes de la Mesa Directiva con el apoyo del Secretario General del certamen.

En su transcurso fueron expuestos los Informes Nacionales, Informes de Instituciones Internacionales y Temas de Interés General previstos, distribuyéndose oportunamente entre los participantes los resúmenes escritos de los mismos. Constituyeron excepciones la no presentación de los Informes Nacionales de Panamá y Guatemala, cuyos representantes cancelaron su participación a último momento por razones de fuerza mayor. No obstante, figura en este Informe Final el Informe Nacional de Guatemala, que fuera oportunamente remitido a la Secretaría General por el Ing. Agr. Carlos de León Prera, Director General de Servicios Agrícolas del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación de dicho país, designado por su gobierno como su representante oficial.

Con un tiempo de 30 minutos para sus exposiciones y de 10 minutos adicionales para dar respuesta a preguntas aclaratorias que formularon los participantes, los disertantes contaron con el apoyo de proyectores de diapositivas, películas y láminas.

En este punto, cabe destacar, por una parte, la gran solvencia con la que los expositores trataron sus temas y absolviéron las aclaraciones que les fueron solicitadas y, por otra, el interés mostrado por los participantes en general, reflejado tanto por sus numerosas solicitudes de aclaraciones y consideraciones a lo expuesto como por el elevado porcentaje de asistencia, prácticamente del 100%, a las sesiones Plenarias que se reseñan.

De acuerdo a lo solicitado por el Secretario General, muchos de los participantes, con apoyo en las exposiciones, hicieron llegar a la Mesa Directiva de las Plenarias, propuestas escritas sobre posibles acuerdos, conclusiones y recomendaciones del Seminario, las que, debidamente discutidas y consideradas en la Segunda Sesión de Trabajo de la Mesa Directiva, sirvieron de base para la aprobación del conjunto de acuerdos, conclusiones y recomendaciones consignados en el Documento A-4 de este Informe Final.

## IX SESION DE CLAUSURA

El Seminario, de acuerdo a lo programado, se clausuró a las 19 horas del viernes 2 de diciembre. El acto estuvo presidido por el Sr. Andrés Passicot C., Ministro de Economía y Presidente de la Comisión Nacional de Riego de la República de Chile. En la mesa de honor acompañaron al señor Passicot, el Sr. Jaime de la Sotta, Subsecretario de Agricultura de la República de Chile; el Dr. Francisco Morillo Andrade, Director General del IICA; el Ing. Agr. Emilio Madrid C., Presidente del Seminario; el Sr. Alejandro Espejo, Director de la Oficina de Planificación Agrícola (ODEPA) de la República de Chile; el Ing. Agr. M.S. Ernani Da Costa Fiori, Director de la Oficina del IICA en Chile; el Ing. Agustín Merea, Secretario General del Seminario y el Dr. Juan Tosso, miembro del Comité Ejecutivo del mismo.

De acuerdo siempre a lo programado, hicieron uso de la palabra, en forma sucesiva, el Ing. Agustín Merea C., dando lectura a los Acuerdos, Conclusiones y Recomendaciones del Seminario (Documento A-4); el Ing. Isidro Pazos Mejía, Presidente de la delegación de la República Dominicana, a nombre de los participantes (Documento A-8) y el Dr. Francisco Morillo Andrade, en representación del IICA (Documento A-9).

Finalmente, previa una brillante improvisación relacionada con los alcances y significación del Seminario, el Sr. Andres Passicot, Ministro de Economía de la República de Chile, a nombre de su Gobierno, clausuró formalmente el certamen.

En instantes previos a la Sesión de Clausura fueron entregados a los participantes, firmados por representantes del Gobierno de Chile y el IICA, los Certificados de Participación de estilo.

#### X. AGASAJOS

Los participantes en el Seminario, en unión de invitados especiales, fueron agasajados con un Cocktail de Bienvenida ofrecido por el Presidente de la Comisión Organizadora, Ing. Agr. Emilio Madrid C., que tuvo en lugar en la piscina panorámica del Hotel Carrera el día lunes 28 de Noviembre, a horas 20:30 y, con un Cocktail de Clausura, ofrecido por el Dr. Francisco Morillo, Director General del IICA, realizado el viernes 2 de Diciembre a horas 19:30 en el Copper Room del Hotel citado.

Ambos agasajos fueron amenizados con conjuntos musicales típicos del país sede del certamen.

#### XI COMENTARIOS FINALES

Los documentos que respaldaron las diferentes exposiciones hechas en el Seminario se incluyen en este Informe Final, con excepción de algunos pocos que no fueron entregados oportunamente por sus autores, caso en el cual se consignan los resúmenes preparados por los mismos.

En otros pocos casos de documentos correspondientes a Informes Nacionales de los países, cuya extensión superó ampliamente el número máximo de páginas (30) señalado para el efecto, el Editor de este Informe Final no ha tenido otra alternativa que consignar los resúmenes entregados por sus autores o, en su defecto, cuando ello ha sido posible, sin quitarle coherencia al documento, suprimir parte del mismo.

Finalmente, tal como se podrá apreciar, algunos de los documentos que respaldan los Informes Nacionales no se han ajustado en la escala deseable a las especificaciones consignadas en la guía ya mencionada, que fuera oportunamente distribuida. Ello obedece fundamentalmente al hecho de que, pese a que las invitaciones oficiales fueron cursadas con más de cinco meses de anticipación a la fecha de realización del Seminario, la designación de los representantes oficiales respectivos solo fué hecha muy poco tiempo antes del inicio formal del mismo.

Objetivamente, pese a lo anotado precedentemente, se estima que el conjunto de documentos que se consignan en este Informe Final constituye una valiosa y actualizada fuente de información sobre la situación actual del desarrollo de la irrigación en los países latinoamericanos y del Caribe, así como de los problemas y limitaciones que, en diferente medida, están afectando dicho desarrollo.

REGLAMENTO DEL VII SEMINARIO LATINOAMERICANO DE IRRIGACION

CAPITULO I

De los Objetivos

Artículo 1. El VII Seminario Latinoamericano de Irrigación tiene por objetivos:

- Actualizar el conocimiento, tanto del desarrollo en materia de riego y drenaje registrado en los países de la Región en los últimos doce años, como de los principales problemas que de una u otra forma vienen afectando dicho desarrollo.
- Favorecer el mejor conocimiento de los programas, proyectos y acciones de colaboración técnica financiera que en apoyo al desarrollo del riego y el drenaje en los países latinoamericano y del Caribe realizan diferentes organismos internacionales del sistema mundial y regional.
- Facilitar el intercambio y capitalización de experiencias entre los ejecutivos y técnicos responsables del desarrollo del riego y drenaje en los países de la región sobre el tratamiento dado a los problemas comunes que en diferente medida conspiran contra dicho desarrollo.

Revisar y emitir proposiciones tanto sobre los Estatutos de la CLAUD aprobados en 1968 como sobre la realización periódica de nuevos Seminarios.

CAPITULO II

Del Evento

Artículo 2. El Temario y Programa del VII Seminario de Irrigación serán elaborados por la Comisión Organizadora teniendo en cuenta los Estatutos de la Comisión Latinoamericana de Irrigación y Drenaje (CLAUD), los antecedentes de reuniones anteriores y el hecho que el último Seminario realizado lo fuera en 1971.

Artículo 3. Los idiomas oficiales serán el español y portugués. Existirán facilidades para proyecciones de diapositivas, gráficos y películas de 16 mm.

Artículo 4. El Seminario Latinoamericano de Irrigación se realizará en la ciudad de Santiago, Chile, del 28 de Noviembre al 2 de Diciembre de 1983.



## CAPITULO III

## De la Comisión Organizadora y el financiamiento

- Artículo 5.** La Comisión Organizadora está conformada por representantes de las instituciones de la República de Chile coauspiciadoras del evento y del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, IICA.
- Artículo 6.** La Comisión Organizadora tendrá a su cargo todo lo referente a la preparación del Seminario y en particular lo siguiente:
- a) Elaborar el Temario y el Programa, tomando en cuenta lo señalado en el artículo 2 de este Reglamento.
  - b) Tomar las medidas adecuadas para promover, organizar y encauzar las actividades técnicas, culturales y sociales del evento; en especial, asegurar la presencia de los técnicos de alto nivel que tendrán a su cargo las diferentes exposiciones previstas en el Temario y la oportuna recepción y distribución de los documentos de trabajo que respaldarán dichas exposiciones.
  - c) Velar por la correcta utilización de los recursos financieros que se obtengan para el financiamiento del evento.
  - d) Designar el personal de secretaría.
  - f) Designar los Representantes Honorarios.
- Artículo 7.** Para los fines de Coordinar las labores de la Comisión y ocuparse de lo relativo a actividades específicas del evento la Comisión Organizadora designará de su seno un Comité Ejecutivo, integrado por igual número de representantes de las instituciones de la República de Chile y del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
- Artículo 8.** La gestión y obtención de los recursos financieros como de las facilidades logísticas que se requieran para la mejor organización y realización del evento, a nivel local, será de responsabilidad de las instituciones chilenas cuyos representantes integran la Comisión Organizadora.
- Artículo 9.** La gestión y obtención, de los recursos financieros destinados a asegurar la participación en el evento, tanto de los ejecutivos nacionales a ser invitados como Representantes de sus países, como de los técnicos de alto nivel a ser invitados como expositores será responsabilidad del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).

## CAPITULO IV

## De los participantes

**Artículo 10.** Los participantes en el VII Seminario Latinoamericano de Irrigación son:

- a) "Representantes Honorarios". Las personalidades designadas con tal carácter por la Comisión Organizadora.
- b) "Representantes". Los presidentes de las Delegaciones Oficiales de sus respectivos países.
- c) "Delegados". Las personas designadas por los países para constituir su delegación oficial.
- d) "Observadores". Las personas que de acuerdo a las invitaciones cursadas tengan la representación oficial de los organismos internacionales del sistema mundial y regional de cooperación técnica y financiera a los países de la Región y las personas que por sí o en representación de Instituciones Científicas, Profesionales, Educativas, Públicas o Privadas, participen en el Seminario, previos los trámites de inscripción respectivos.

**Artículo 11.** La formalización de la inscripción de los Representantes, Delegados y Observadores, será realizada en el lugar, fecha y horas indicadas en el Programa del evento.

**Artículo 12.** La cuota de inscripción a los Representantes, Delegados y Observadores de los países, con excepción de Chile, será de US\$ 90.00 y la de los participantes residentes en Chile, \$ 7.000.- pesos.

## CAPITULO V

## Mesa Directiva

**Artículo 13.** La mesa Directiva del Seminario estará integrada por los presidentes de las delegaciones de los países de la Región, o las personas que ellos designen en su representación y un representante del IICA, y se integrará como Comité Directivo del Seminario.

**Artículo 14.** La mesa Directiva del Seminario deberá elegir en su sesión Preparatoria al Presidente del VII Seminario Latinoamericano de Irrigación y a cuatro Vicepresidentes, quienes actuarán como Presidentes de las Sesiones Plenarias previstas en el Temario.

**Artículo 15.** El Secretario General del evento será el representante del IICA que integre la Mesa Directiva.

**Artículo 16.** Son atribuciones de la Mesa Directiva: fijar el orden de las sesiones; confiar la conducción de las deliberaciones a un director de debates cuando lo estime conveniente; designar grupos de trabajo cuando fuere necesario para la tramitación de asuntos; modificar el programa cuando las circunstancias así lo exijan; tomar las medidas que estime oportunas para asegurar el normal desarrollo de las actividades; interpretar y hacer cumplir el reglamento; decidir cualquier asunto o situación no previstos en el mismo y coordinar la preparación del acta final.

## CAPITULO VI

### De las Sesiones

**Artículo 17.** El VII Seminario celebrará una Sesión Preparatoria, una Sesión de Apertura, Sesiones de Trabajo de la Mesa Directiva, Sesiones Plenarias y una Sesión de Clausura.

**Artículo 18.** La Sesión Preparatoria se realizará con la asistencia de los integrantes de la Mesa Directiva y estará presidida por el Presidente de la Comisión Organizadora. En esta reunión se hará la revisión definitiva del Programa y se elegirá el Presidente del Evento y los cuatro Vicepresidentes, quienes tomarán de inmediato posesión de sus cargos.

**Artículo 19.** La Sesión de Apertura se celebrará de acuerdo con el programa elaborado por la Comisión Organizadora.

**Artículo 20.** En las Sesiones Plenarias se expondrán los informes y trabajos previstos en el Temario del evento, se discutirán los mismos y se propondrán y adoptarán las recomendaciones y conclusiones del evento.

**Artículo 21.** En las Sesiones de Trabajo de la Mesa Directiva se tratarán los asuntos concernientes a las responsabilidades de la misma.

**Artículo 22.** En la Sesión de Clausura se leerá y aprobará el acta definitiva del Seminario y sus recomendaciones; se dará a conocer la decisión de la Mesa Directiva sobre los Estatutos de la CLAIID y, si fuere del caso, el país sede del VIII Seminario Latinoamericano de Irrigación y la sede alterna, designados en votación secreta, previamente, por los Representantes que integren dicha Mesa Directiva.

## CAPITULO VII

### Reglamento de Debates

**Artículo 23.** En las Sesiones Plenarias, todos los participantes tendrán derecho a voz, tanto para la formulación de preguntas o solicitudes de aclaración a los expositores, como para la presentación de propuestas de recomendaciones o conclusiones del evento.

**Artículo 24.** En la Sesión Preparatoria, Sesiones Plenarias y Sesiones de Trabajo de la Mesa Directiva, las decisiones se tomarán por mayoría absoluta y el voto será por Delegaciones de los países y cada Delegación tendrá un voto, que será ejercido por su "Representante" o la persona designada por éste al efecto.

## CAPITULO VIII

### De los Informes y Exposiciones

**Artículo 25.** Los diferentes informes y exposiciones a presentarse en el Seminario serán los contemplados en el Temario del evento.

**Artículo 26.** Los "Informes Nacionales", "Informes de Instituciones Internacionales del Sistema Mundial y Regional de Cooperación Técnica y Financiera a los Países de la Región" y "Temas de Interés General" previstos en el Programa del Seminario, serán expuestos, respectivamente, por los "Representantes", "Observadores" y Especialistas de Alto Nivel especialmente invitados para el efecto. El tiempo para dichas exposiciones será el señalado en el Programa o aquel, que por razones justificadas, fije la Mesa Directiva al iniciarse la Sesión Plenaria de que se trate.

**Artículo 27.** Las exposiciones referentes a "Informes Nacionales" deberán apoyarse en documentos de no más de veinticinco (25) páginas, incluyendo tablas y gráficos, en papel tamaño carta y a espacio seguido, enmarcadas en los siguientes límites: 20 mm en las partes superior e inferior; 25 mm en el lado izquierdo y 15 mm en el lado derecho. Los "Informes de Instituciones Internacionales del Sistema Mundial y Regional de Cooperación Técnica y Financiera a los países de la Región" y "Temas de Interés General", deberán apoyarse también en documentos que se cifian a las especificaciones señaladas, con excepción del número de páginas, que no deberá exceder de veinte (20). El original y dos copias de dichos documentos deberán ser traídos personalmente por sus autores para su entrega al Secretario General del evento.

**Artículo 28.** Las carátulas de los documentos de que trata el artículo precedente deberán contener lo siguiente:

- a) VII Seminario Latinoamericano de Irrigación
- b) Santiago, Chile, 28 de Noviembre a 3 de Diciembre de 1983
- c) Título del documento, y
- d) Grado profesional, nombre, cargo y país del autor.

**Artículo 29.** Para los fines de su oportuna distribución entre los participantes en el Seminario, los autores de los documentos deberán enviar, a más tardar el 15 de Octubre de 1983, en original y dos copias, un resumen de los mismos, a la Comisión Organizadora, cuya dirección se podrá apreciar en los "Anuncios" oficiales del evento. Dicho resumen no deberá exceder de una hoja con las mismas especificaciones señaladas en el artículo 27 de este Reglamento.

## CAPITULO IX

### De los Documentos

**Artículo 30.** El acta final del evento contendrá una reseña del desarrollo del mismo, las resoluciones aprobadas, la lista de los trabajos presentados y la nómina de los participantes.

**Artículo 31.** El IICA, supeditado a la disponibilidad de recursos financieros para el efecto, procederá, en un plazo máximo de seis (6) meses de efectuado el Seminario, a elaborar e imprimir la Memoria del mismo para su distribución a todos los participantes, así como a invitados especiales, miembros honorarios y Bibliotecas Agrícolas.

P R O G R A M A

**DOMINGO 27 DE NOVIEMBRE DE 1983**

- 11:00 a 22:00 horas Recepción de Participantes e Invitados Especiales en el Aeropuerto Internacional Arturo Merino Benites y traslado al Hotel Carrera.
- 16:00 a 20:00 Inscripción de participantes en el Hotel Carrera.

**LUNES 28 DE NOVIEMBRE**

- 8:00 a 10:00 horas Continuación de Inscripción de Participantes
- 9:00 a 9:15 Sesión Preparatoria de la Mesa Directiva del Seminario.
- 10:00 a 10:30 Ceremonia de Inauguración del Seminario (Salón de Embajadores del Hotel Carrera).
- Palabras del Presidente de la Comisión Organizadora, Ing. Agr. Emilio Madrid C.
  - Palabras del Director Regional de la Zona Sur del IICA, Ing. Agr. Emilio Montero B.
  - Inauguración del Seminario por el Señor Ministro de Agricultura de Chile, Don Jorge Prado Aránguiz.
- 10:30 a 10:50 CAFE
- 10:50 a 11:00 Exposición de Secretaría
- 11:00 a 11:30 Exposición Nacional de la Argentina  
Ing. Agr. Héctor L. Grigera, Gerente de Riego de la Empresa del Estado de Agua y Energía Eléctrica (A y E).
- 11:30 a 11:40 Comentarios
- 11:40 a 12:10 Exposición del Representante de la Agencia Internacional para el Desarrollo (AID)  
Dr. Albert Brown, Jefe de la División de Desarrollo Rural de la Oficina para la América Latina y el Caribe.
- 12:10 a 12:20 Comentarios

- 12:20 a 12:50 horas Exposición del Tema: "Aspectos Legales, Técnicos e Institucionales vinculados al Desarrollo de la Irrigación en la América Latina y el Caribe".  
Ing. Civil Eugenio Lobo P., Director General de Aguas - Chile.
- 12:50 a 13:00 Comentarios
- 13:00 a 14:30 Receso
- 14:30 a 15:00 Exposición Nacional de Bolivia  
Ing. Agr. Jaime Sejas, Director General del Ministerio de Agricultura y Asuntos Campesinos.
- 15:00 a 15:10 Comentarios
- 15:10 a 15:40 Exposición del Representante del Banco Interamericano de Desarrollo (BID)  
Ing. Alberto Gómez, Jefe de la Sección de Ingeniería del Departamento de Proyectos.
- 15:40 a 15:50 Comentarios
- 15:50 a 16:20 CAFE
- 16:20 a 16:50 Exposición del Tema: "La Planificación del Uso de los Recursos Hídricos y su relación con el Desarrollo de la Irrigación".  
Dr. Javier López, Asesor Técnico del Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales Renovables (MARN).  
Venezuela.
- 16:50 a 17:00 Comentarios
- 17:00 a 17:30 Exposición Nacional del Brasil  
Dr. José María Costa, Coordinador del Nucleo de Riego del Ministerio del Interior (MINTER)
- 17:30 a 17:40 Comentarios
- 17:40 a 18:10 Exposición Nacional de Colombia  
Ing. Civil Norman Franco, Subdirector de Adecuación de Tierras de HIMAT.
- 18:10 a 18:20 Comentarios.
- 18:20 a 18:40 Exposición sobre la Primera Conferencia Panamericana de Irrigación y Drenaje.  
Ing. Agr. Jader F. de Carvalho, Director Ejecutivo de la Asociación Brasileira de Riego y Drenaje (ABID)



- 18:40                   Receso
- 20:30                   Cocktail de bienvenida ofrecido por el Presidente de la Comisión Organizadora del Seminario a los participantes e invitados especiales (Piscina Panorámica del Hotel Carrera, Piso 17).

**MARTES 29 DE NOVIEMBRE**

- 9:00 a 9:30 horas   Exposición Nacional de Costa Rica  
Ing. Civil Carlos L. Corrales, Gerente del Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento.
- 9:30 a 9:40           Comentarios
- 9:40 a 10:10       Exposición del Tema: "Calidad de las aguas de Riego en Chile".  
Ing. Agr. Sergio González, Investigador del INIA - Chile.
- 10:10 a 10:20       Comentarios
- 10:20 a 10:50       Exposición del Representante del Centro Internacional de Riegos de Utah State University USA.  
Ing. Agr. M.S. Humberto Yap S., Director Asociado.
- 10:50 a 11:00       Comentarios
- 11:00 a 11:20       CAFE
- 11:20 a 11:50       Exposición Nacional del Ecuador  
Ing. Patricio Vega, Director Técnico del INEERI
- 11:50 a 12:00       Comentarios
- 12:00 a 12:30       Exposición Nacional de Guatemala  
Ing. Carlos León Prera, Director Técnico de Riego y Avenamiento.
- 12:30 a 12:40       Comentarios
- 12:40 a 14:30       Receso
- 14:30 a 15:00       Exposición del Tema: "Las Organizaciones de Desarrollo Regional para impulsar el aprovechamiento integral de los recursos disponibles en Proyectos de Irrigación".  
Ing. Agr. Norberto R. Kugler, Administrador General de CORFO - Río Colorado, Argentina.
- 15:00 a 15:10       Comentarios

- 15:10 a 15:40 horas Exposición del Tema: "El Seguro Agrícola y el Desarrollo de la Agricultura Bajo Riego".  
Dr. Carlos Pomareda, Especialista en Investigación Económica, IICA.
- 15:40 a 15:50 Comentarios
- 15:50 a 16:20 CAFE
- 16:20 a 16:50 Exposición Nacional de Haití  
N. Georges, Técnico del Ministerio de Agricultura.
- 16:50 a 17:00 Comentarios
- 17:00 a 17:30 Exposición del Representante de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).  
Ing. Kazuki Takamiya, Oficial Regional de Desarrollo de Tierras y Aguas.
- 17:30 a 17:40 Comentarios
- 17:40 a 18:10 Exposición del Tema: "Desarrollo de la Pequeña Irrigación en Brasil".  
Ing. Agr. Ebis Dias Santos, Asesor Regional Asuntos de Irrigación y Drenaje del NORDESTE (PROVARZEAS/MINAGRI).
- 18:10 a 18:20 Comentarios
- 18:20 Receso

#### MIÉRCOLES 30 DE NOVIEMBRE

- 9:00 a 9:30 horas Exposición del Tema: "Aspectos Económicos a tenerse en cuenta en la formulación de Proyectos de Irrigación".  
Dr. Juan A. Zapata, Director del Centro de Estudios y Formación Empresarial - Argentina.
- 9:30 a 9:40 Comentarios
- 9:40 a 10:10 Exposición Nacional de Honduras  
Ing. Roberto Rivera Lanza, Subdirector General de Recursos Hídricos.
- 10:10 a 10:20 Comentarios
- 10:20 a 10:50 Exposición del Tema: "La Autosuficiencia Financiera de los Servicios de Administración, Operación y Conservación de los Proyectos de Riego".  
Ing. Civil Agustín Merea C., Especialista en Riego y Drenaje, IICA.

- 10:50 a 11:00           Comentarios
- 11:00 a 11:20           CAFE
- 11:20 a 11:50 horas   Exposición Nacional de México  
Ing. José M. Ramírez Robles, Subdirector General de  
Distritos y Unidades de Riego, SARH.
- 11:50 a 12:00           Comentarios
- 12:00 a 12:30           Exposición del Tema: "La Medición y Control de las  
Aguas en los Proyectos de Riego".  
Dr. Ramón Fuentes, Asesor Técnico, Laboratorio Nacional  
de Hidráulica de Venezuela.
- 12:30 a 12:40           Comentarios
- 12:40                   Receso
- 12:40 a 15:00           Exposición del Tema: "Eficiencia del Uso de los  
Recursos Hidráulicos en las Areas bajo Riego".  
Ing. Agr. Jorge Chambouleyron, Jefe Area de Ingeniería  
de Riego y Drenaje, INCYTH. Argentina.
- 15:00 a 15:10           Comentarios
- 15:10 a 15:40           Exposición Nacional de Nicaragua  
Ing. Manuel Coronel K.  
Viceministro, Dirección General de Producción
- 15:40 a 15:50           Comentarios
- 15:50 a 16:20           CAFE
- 16:20 a 16:50           Exposición del Representante de CEPAL  
Ing. Michel Nelson  
Director de la División de Recursos Naturales y Energía
- 16:50 a 17:00           Comentarios
- 17:00 a 17:30           Exposición Nacional de Panamá  
Ing. Alberto Saenz  
Director Nacional de Ingeniería Agrícola Ministerio de  
Desarrollo Agropecuario.
- 17:30 a 17:40           Comentarios
- 17:40 a 18:10           Exposición del Tema: "Los Trasvases de Agua entre  
Cuencas: El caso Tajo-Segura en España".  
Dr. Ing. Agr. Luis Miralles Galiana  
Inspector Regional del IRYDA en Levante (España).

18:10 a 18:20 Comentarios

18:20 Receso

**JUEVES 1º DE DICIEMBRE**

9:00 a 9:30 horas Exposición Nacional de Perú  
Ing. Roger Sánchez Velez  
Director General de Planificación del Instituto  
Nacional de Ampliación de la Frontera Agrícola (INAP).

9:30 a 9:40 Comentarios

9:40 a 10:10 Exposición del Tema: "La Investigación y Transferencia  
de Tecnología de Riego y Drenaje".  
Dr. Juan Tosso, Director Area Recursos Ambientales,  
INIA-Chile.

10:10 a 10:20 Comentarios

10:20 a 10:50 Exposición del Representante del IICA  
Ing. Civil Agustín Merea C., Especialista en Riego y  
Drenaje.

10:50 a 11:00 Comentarios

11:00 a 11:20 CAFE

11:20 a 11:50 Exposición del Tema: "Problemática del Drenaje de  
Tierras Agrícolas, con énfasis en las Regiones  
Tropicales Húmedas".  
Dr. Rafael Rojas L.  
Profesor Titular del CIDIAT

11:50 a 12:00 Comentarios

12:00 a 12:30 Exposición del Tema: "Avances recientes del Riego  
Superficial y su valor práctico".  
Ing. Agr. M.S. Humberto Yap S.  
Director Asociado del Centro Internacional de Riegos de  
la Universidad del Estado de Utah (U.S.A.)

12:30 a 12:40 Comentarios

12:40 a 14:30 Receso

14:30 a 15:00 Informe Nacional de la República Dominicana  
Ing. Isidro Pazos Mejia  
Asesor de la Dirección Ejecutiva del Instituto Nacional  
de Recursos Hidráulicos (INDRHI).

15:00 a 15:10           Comentarios

15:10 a 15:40           Exposición del Tema: "El Control de Inundaciones"  
Dr. Antonio Maza Alvarez  
Profesor Universidad Nacional Autónoma de México.

15:40 a 15:50           Comentarios

15:50 a 16:20           CAFE

16:20 a 16:50           Exposición del Representante de UNESCO  
Dr. Christian Gischler  
Coordinador General del Proyecto Regional Mayor sobre  
Uso y Conservación de Recursos Hídricos en Areas  
Rurales de América Latina y el Caribe.

16:50 a 17:00           Comentarios

17:00 a 17:30           Exposición Nacional de El Salvador  
Ing. Elmer Guerrero  
Representante Oficial de El Salvador designado por su  
Gobierno.

17:30 a 17:40           Comentarios

17:40 a 18:10           Exposición del Tema: "La Agricultura bajo riego en  
España".  
Dr. Ing. Agr. Antonio Vázquez Guzmán  
Jefe Provincial del IRYDA en Sevilla (España)

18:10 a 18:20           Comentarios

18:20 a 18:50           Exposición Nacional de Surinam  
Ing. Neville M. Gunther  
Representante Nacional de Surinam designado por su  
Gobierno.

18:50 a 19:00           Comentarios

19:00                    Receso

**VIERNES 2 DE NOVIEMBRE**

9:00 a 9:30           Exposición Nacional de Uruguay  
Ing. Guillermo Cordellino  
Técnico del Departamento de Investigación de la  
Dirección de Uso y Manejo del Agua del MAP.

9:30 a 9:40           Comentarios

- 9:40 a 10:10 Exposición del Tema: "Problemática de la Sedimentación en Proyectos de Irrigación".  
Dr. Arturo Rocha F.  
Consultor Privado, Perú.
- 10:10 a 10:20 Comentarios
- 10:20 a 10:50 Exposición Nacional de Venezuela  
Ing. Agr. Fernando Ajmad  
Director General Sectorial de Riego del MAC
- 10:50 a 11:00 Comentarios
- 11:00 a 11:20 horas CAFE
- 11:20 a 11:50 Exposición del Representante del CIDIAT  
Dr. Rafael Rojas L.  
Profesor Titular del CIDIAT
- 11:50 a 12:00 Comentarios
- 12:00 a 12:30 Exposición Nacional de Chile  
Ing. Civil Luis Lamarca  
Director de Riego
- 12:30 a 12:40 Comentarios
- 12/40 a 17:30 Receso
- 17:30 a 18:30 Plenaria para Acuerdos, Conclusiones y Recomendaciones
- 18:30 a 19:00 Receso
- 19:00 a 19:30 Ceremonia de Clausura del Seminario en el Salón de Embajadores:
- Lectura de los Acuerdos, Conclusiones y Recomendaciones del Seminario por el Ing. Agustín Merea C., Secretario General del evento.
  - Palabras de un representante de los participantes.
  - Palabras del Director General del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Dr. Francisco Morillo Andrade.
  - Clausura del Seminario por el Ministro de Economía de Chile Sr. Andrés Passicot Callier.
- 19:30 Cocktail de Clausura ofrecido por el Director General del IICA.  
Copper Room, 1er Piso, Hotel Carrera.

## ACUERDOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## I. ACUERDOS

Los participantes en el VII Seminario Latinoamericano de Irrigación ACUERDAN :

1. Dejar constancia que el Seminario ha logrado plenamente los objetivos que le fueron señalados.
2. Expresar su reconocimiento al Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), en la persona de su Director General, Dr. Francisco Morillo Andrade, por el cabal cumplimiento dado a la recomendación que se le formulara en el IV Seminario Latinoamericano sobre Riego por Goteo (Barquisimeto, Venezuela, 1981), en lo relacionado con la organización y realización del VII Seminario Latinoamericano de Irrigación.
3. Hacer extensivo dicho reconocimiento al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Comisión Nacional de Riego, Dirección General de Aguas, Dirección de Riego y Oficina de Planificación Agrícola de la República de Chile, cuyos Ejecutivos conformaron conjuntamente con representantes del IICA la Comisión Organizadora del Seminario, por su relevante apoyo y participación en la mejor organización y desarrollo del mismo.
4. Testimoniar su agradecimiento a los Ministerios de Agricultura y de Obras Públicas y a la Oficina de Planificación Nacional de la República de Chile por el auspicio brindado a la realización del Seminario y, a sus titulares en particular, por haber honrado con su presencia los actos protocolares del mismo, reconocimiento que se extiende también al Señor Ministro de Economía, don Andrés Passicot, por su participación en la Ceremonia de Clausura.
5. Agradecer la valiosa cooperación brindada por el Gobierno de España y la Agencia Internacional para el Desarrollo a la realización del Seminario.
6. Congratular y agradecer a los destacados especialistas de la Región, de España y de los Organismos Internacionales que con sus exposiciones e informes contribuyeron significativamente al éxito del evento.
7. Brindar un homenaje al equipo de Secretarías del Seminario, al celebrarse en Chile el "Día de la Secretaria". Igualmente, reconocer su eficiente labor para el mejor éxito del Seminario.
8. Desear y augurar el mejor suceso a la Primera Conferencia Panamericana de Irrigación y Drenaje en cuya realización, en Octubre de 1984, está empeñada la Asociación Brasileña de Riego y Drenaje (ABID).
9. Mantener, hasta la realización del VIII Seminario de Irrigación, la vigencia de los Estatutos de la Comisión Latinoamericano de Irrigación y

Drenaje (CLAID), aprobados en el V Seminario, efectuado en Caracas, Venezuela, en Octubre de 1968.

10. Ratificar al Ingeniero Agustín Merea Canelo, como Secretario General de la Comisión Latinoamericana de Irrigación y Drenaje (CLAID).
11. Aceptar y agradecer el ofrecimiento del Representante Oficial de la República Dominicana de que su país sea sede del VIII Seminario Latinoamericano de Irrigación, supeditado a ratificación por parte de la autoridad nacional competente.

## II. CONCLUSIONES

Los participantes en el Seminario, con apoyo en los informes y exposiciones presentados y su consecuente deliberación, **CONCLUYEN:**

1. Que, no obstante haber transcurrido 12 años desde la realización del VI Seminario (Montevideo, Uruguay, 1971), puede afirmarse que en muchos de los países de la Región, mantienen plena vigencia una serie de problemas que fueran identificados tanto en aquella oportunidad como en los Seminarios precedentes, los cuales, en diferente medida, vienen afectando el desarrollo del riego y el drenaje. Entre otros, se identifican los siguientes:
  - a) Inexistencia de planes nacionales de ordenamiento de los recursos hídricos encuadrados dentro de los planes nacionales, sectoriales y regionales de desarrollo.
  - b) Vigencia de disposiciones legales en materia de aguas y aspectos afines que no favorecen el mejor aprovechamiento y desarrollo de dicho recurso.
  - c) Vigencia de modelos de organización institucional que dificultan la adopción, instrumentación y puesta en práctica de planes, programas y acciones tendientes tanto al racional aprovechamiento de los recursos hídricos en general como al desarrollo del riego y el drenaje en particular.
  - d) Debilidad en los mecanismos de coordinación entre los organismos públicos responsables de los planes, programas y acciones concurrentes al desarrollo de la agricultura bajo riego.
  - e) Subutilización de la infraestructura, tierras y aguas disponibles en muchos de los proyectos de irrigación existentes.
  - f) Falta de obras complementarias para permitir el máximo aprovechamiento de la infraestructura mayor y potencial de aguas y tierras existente en muchos de los proyectos de riego y drenaje de la Región y consecuente atraso en alcanzar las metas de desarrollo agrícola originalmente programadas.



- g) Escasa participación organizada de los usuarios de los proyectos de riego y drenaje en los procesos de estudio, construcción, manejo y desarrollo de los mismos.
  - h) Sensibles deficiencias en la operación, conservación y rehabilitación de los proyectos de riego existentes, con consecuencias tales como: baja eficiencia en el uso de las aguas disponibles, problemas de salinización y deterioro de la infraestructura de riego y drenaje, entre otras.
  - i) Inexistencia o escasez de estructuras o artificios confiables para la medición y control de las aguas en los proyectos de riego.
  - j) Deficiencias en la capacitación y adiestramiento, tanto de los profesionales, técnicos y personal subalterno de los organismos responsables del manejo y desarrollo de los proyectos de riego y drenaje como de los agricultores usuarios de los mismos en lo que respecta a técnicas y prácticas culturales relacionadas con la agricultura con facilidades de riego y drenaje.
  - k) Insuficiencia de programas de investigación orientados a favorecer, de acuerdo a los diferentes medios existentes, el mejor y más racional aprovechamiento de los recursos de aguas y tierras disponibles en los proyectos de riego, atendiendo a las reales necesidades de los usuarios de los mismos.
  - l) Sensibles deficiencias de los servicios de extensión en la transmisión a los técnicos y agricultores de las áreas con facilidades de riego y drenaje de los paquetes tecnológicos idóneos generados por los servicios de investigación.
  - m) Escasez de manuales e instructivos técnicos y metodológicos relacionados con la problemática del riego y del drenaje y deficiencias en lo que hace a ponerlos a disposición de los técnicos usuarios de los proyectos.
  - n) Acentuadas diferencias entre los costos reales de los servicios de administración, operación y conservación de los proyectos de riego y drenaje y los recaudos derivados del cobro de las tarifas de riego a sus usuarios, lo que afecta la adecuada prestación de tan importantes servicios.
  - ñ) Incremento de los perjuicios derivados de una limitada atención a la preservación, conservación y manejo racional de las cuencas hidrográficas.
2. Que en estos últimos años, algunos de los países de la Región vienen impulsando programas de pequeña irrigación de baja inversión y con utilización de tecnologías adecuadas a los diferentes medios, los cuales, dadas las limitaciones de recursos financieros que se registran, pueden contribuir significativamente a un rápido incremento de la productividad y producción agrícola y a la seguridad alimentaria que se persigue.

3. Que como derivación de las sensibles alzas en los costos de la energía que se han registrado en los últimos años, se están desarrollando promisorias investigaciones en lo relacionado con nuevas prácticas de riego por gravedad, de alta eficiencia.
4. Que no se observan sensibles avances en lo que se relaciona tanto con el saneamiento de tierras sujetas a inundaciones de alta periodicidad como en lo que hace a la prevención, control y manejo de crecientes de ocurrencia extraordinaria.
5. Que la conclusión anterior contrasta con los exitosos resultados obtenidos en algunos pocos países en lo que hace al saneamiento de importantes superficies, con inversiones de bajo costo unitario y rápida incorporación a la producción agropecuaria intensiva.
6. Que en algunos de los países se han establecido recientemente proyectos pilotos de seguro agrícola cuyos primeros resultados permiten considerarlos como un posible instrumento financiero para hacer frente tanto a los riesgos de producción que afectan a la agricultura y la ganadería, en especial en los proyectos de riego y drenaje donde dichas facilidades contribuyen a reducir sensiblemente los riesgos, como a mejorar la recuperación de los préstamos, manteniendo a los agricultores como "sujetos de crédito".
7. Que se aprecia un proceso de continuo aumento en la contaminación de los recursos hídricos disponibles.
8. Que los proyectos de riego y drenaje continúan siendo uno de los medios más idóneos para contribuir, en adición a las políticas de Seguridad Alimentaria, al desarrollo de áreas deprimidas económica y socialmente.
9. Que el avance tecnológico registrado hace cada vez más factible encarar obras de trasvase de aguas entre cuencas, potencializando el mejor uso y desarrollo de los recursos de todo orden disponibles.
10. Que continúan siendo limitaciones para la construcción y desarrollo de proyectos de riego y saneamiento de tierras agrícolas la escasez, tanto de recursos financieros como de estudios que satisfagan los requerimientos mínimos de las entidades crediticias.
11. Que se observa cierto grado de duplicidad en las acciones que diferentes organismos del sistema mundial y regional de cooperación técnica desarrollan en materia de riego y drenaje en beneficio de los países de la Región.

### III RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta las conclusiones precedentes, los participantes RECOMIENDAN:

1. Que se impulse la elaboración de planes nacionales de aprovechamiento de los recursos hídricos en armonía con los planes nacionales de desarrollo y un racional ordenamiento territorial.
2. Que, en armonía con los diferentes medios permisivos, se actualicen las disposiciones legales de fondo en materia de aguas y aspectos afines.
3. Que se estudien y adopten nuevos modelos de organización institucional en los países donde ello fuere necesario para favorecer el mejor establecimiento, manejo y desarrollo de los proyectos de riego y drenaje, cuidando particularmente de institucionalizar mecanismos adecuados de coordinación con los organismos responsables de programas y acciones concurrentes a dicho desarrollo.
4. Que los fondos públicos disponibles para favorecer el desarrollo de la agricultura bajo riego y drenaje, se destinen prioritariamente a asegurar el pleno aprovechamiento de los proyectos existentes y a complementar la infraestructura faltante en los mismos, incluyendo estructuras y artificios confiables para el control y medición de las aguas.
5. Que se impulse significativamente la participación organizada de los usuarios en el estudio, construcción, manejo y desarrollo de los proyectos de riego y drenaje.
6. Que se estudien y adopten mejores técnicas y metodologías para la administración, operación, mantenimiento y desarrollo de los proyectos de riego y drenaje.
7. Que se fortalezcan los programas de capacitación y adiestramiento, a diferentes niveles, de los funcionarios responsables del manejo y desarrollo de los proyectos de riego y drenaje, incluyendo a los usuarios de los mismos.
8. Que se promuevan y apoyen programas prioritarios de investigación en riego y drenaje a través de procesos consultivos y participativos que involucren a los generadores, transmisores y usuarios de la investigación, dando énfasis a la investigación objetiva que a corto plazo genere resultados que respondan efectivamente a los reales problemas del productor rural de la Región.
9. Promover y apoyar la elaboración y consecuente difusión, de manuales técnicos y metodológicos de riego y drenaje, a diferentes niveles.
10. Que con observancia de las realidades socio-económicas de los proyectos de riego y drenaje existentes se procure lograr, en la medida de lo posible, la autosuficiencia financiera de los servicios de administración, operación y conservación de los proyectos de riego y drenaje, de preferencia con base en tarifas de riego por unidad de volumen en áreas de riego total y de mixtos por unidad de superficie y de volumen en el caso de áreas con riego suplementario.

11. Reforzar al máximo posible los programas destinados a la preservación, conservación y manejo racional de las cuencas hidrográficas.
12. Que en los programas de ampliación de la frontera agrícola con apoyo en proyectos de riego y drenaje se consideren los correspondientes a pequeña irrigación con una planificación principalmente ascendente.
13. Que se inicien trabajos de estudio y adaptación de los métodos de riego por gravedad de alta eficiencia de aplicación en actual proceso de desarrollo, con miras a su posible y deseable adopción en los países Latinoamericanos y del Caribe.
14. Que se impulse el saneamiento de tierras con problemas de inundación de alta periodicidad para potencializar su aprovechamiento agropecuario, en especial en las áreas tropicales húmedas y sub-húmedas.
15. Que, previos los estudios del caso, se adopten decisiones sobre la conveniencia de establecer programas de seguro agrícola comprendiendo las áreas con riego y drenaje.
16. Que para facilitar la obtención de préstamos de los organismos internacionales de crédito se fortalezca, acelere y optimice la formulación de estudios de proyectos de riego y drenaje que satisfagan las especificaciones de dichos organismos.
17. Que se estudien y adopten las medidas necesarias para la prevención, control y manejo de las crecientes de ocurrencia extraordinaria que afectan vidas y bienes en importantes áreas de la Región.
18. Que en todo proyecto de irrigación que se pretenda emprender, se tenga en cuenta que las cuencas forman parte indisoluble del mismo y que, por lo tanto, deben asignarse fondos y dictarse medidas para su protección y conservación.
19. Que los estudios sedimentológicos relacionados con los proyectos de irrigación se inicien desde la etapa de estudios preliminares y no en la etapa de estudios finales como sucede corrientemente.
20. Que en la evaluación de los beneficios de los proyectos de riego y drenaje por parte de los organismos internacionales de financiamiento se de el mayor peso posible a los beneficios sociales de diverso orden que dichos emprendimientos generan, en especial en las áreas económica y socialmente deprimidas.
21. Que los organismos del sistema mundial y regional que prestan colaboración técnica en materia del desarrollo del riego y drenaje en los países de la Región, fortalezcan sus mecanismos de coordinación para un mejor aprovechamiento de los escasos recursos disponibles, en especial en lo que se refiere a favorecer la cooperación horizontal entre países y la capacitación y adiestramiento de técnicos y usuarios.

7. Julio Luis Dardanelli  
Investigador en Hidrología Agrícola  
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria  
Casilla Correos 25  
4700 Catamarca  
Fono: 0833 - 28192

## II. BOLIVIA

### Representante Nacional:

8. Ing. Agr. Jaime Sejas Alborno  
Director de Cuencas Hidrográficas  
Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios  
Avda. Camacho 1471  
La Paz  
Fono: 374286

## III. BRASIL

### Representante Nacional:

9. Dr. José María Costa  
Coordinador de Irrigación  
Ministerio del Interior  
Sector de Autaquia Sul - 6 andar, Sala 607  
Brasilia D.F.  
Fono: 2261893

### Expositor:

10. Ing. Ebis Días Santos  
Coordinador Técnico  
EMBRATER  
Caixa Postal 259 - RECIFE - P.E.  
Fono: 2284622

### Delegados:

11. Ing. Ricardo A. L. Brito  
Ingeniero de Investigación  
EMRAPA/EMPARN  
Caixa Postal 188, Natal - R.N.  
Fono: (084) 222-5320
12. Ing. Manoel Sylvio Campello  
Coordinador de Irrigación  
SUDENE  
Araca Joao Goncalves S6N - Recife  
Fono: (081) 241-04-17
13. Ing. Fabio de Novaes  
Gerente Técnico, Ministerio de Agricultura  
Ministerio de Agricultura, Anexo 2º andar  
Brasilia  
Fono: 2232702

RELACION DE PARTICIPANTESA. PAISES

## I. ARGENTINA:

Representante Nacional

1. Ing. Agr. Héctor L. Grigera  
Gerente de Riego, Agua y Energía Eléctrica (A y E)  
Avda. Leandro N. Alem 1134  
Capital Federal  
Fono: 312-9134

Expositores

2. Ing. Agr. Norberto R. Kugler  
Administrador General, CORFO Río Colorado  
Casilla de Correos 20  
8148 Pedro Luro  
Fono: (0928)2022  
TX 81703 CRCPL
3. Ing. Agr. Jorge Chambouleyron  
Jefe Area Riego y Drenaje  
Instituto Nacional de Ciencia y Técnicas Hídricas  
Avda. España 1425, 3er. piso  
Mendoza (5500)  
Fono: 254045
4. Ing. Juan Antonio Zapata  
Investigador Jefe  
Fundación Mediterránea  
Sarmiento 163  
5.500 Mendoza  
Fono: 255391

Delegados:

5. Ing. Agr. José María Larré  
Asesor Técnico de la Secretaría de Agricultura y Ganadería  
Paseo Colón 982  
Buenos Aires  
Fono: 362 - 2455
6. Ing. Carlos Horacio Casamiquela  
Investigador Riego y Drenaje  
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria  
Casilla Correos 52  
8332 General Roca  
Buenos Aires  
Fono: (0941) 25017

- La urgencia de fortalecer y optimizar los servicios de operación, conservación y administración que se prestan en los proyectos de riego.
- La mayor participación organizada de los usuarios de los proyectos o sistemas de riego en el manejo y desarrollo de los mismos.
- La adopción de las alternativas más apropiadas a los diferentes medios existentes en la región, que permitan alcanzar en el más breve plazo posible la autosuficiencia económica de los servicios de administración, operación y conservación de los proyectos de riego.
- Impulsar, con el apoyo de los Organismos Internacionales del Sistema Mundial y Regional vinculado al desarrollo de la irrigación en la región, la capitalización de experiencias mediante acciones de intercambio de técnicos de los países para capacitación recíproca.
- El incremento de programas de pequeña irrigación, de bajo costo y rápida maduración, con utilización de tecnologías apropiadas a los diferentes medios.

Lo reseñado en el último término nos hace afirmar que este Seminario ha alcanzado en muy apreciable medida los objetivos que le fueran fijados. Por ello, nos sentimos muy satisfechos de haber propiciado su realización, la cual no hubiera sido posible sin la colaboración recibida de las más importantes instituciones chilenas vinculadas al desarrollo de la agricultura bajo riego en este País, así como del auspicio recibido de sus Ministerios de Agricultura, de Obras y Servicios Públicos y Oficina Nacional de Planificación (ODEPLAN). A sus representantes aquí presentes, nuestro reconocimiento.

También quiero agradecer muy especialmente el efectivo apoyo recibido de la Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos y del Gobierno de España, agradecimiento que extiendo también a los destacados expositores, representantes oficiales de Países y Organismos Internacionales y participantes en general que, atendiendo a las invitaciones que oportunamente tuviera el agrado de cursarles, han contribuido con sus exposiciones e intervenciones en los debates, al éxito alcanzado.

Ustedes han tenido ocasión de conocer a través de la exposición que en el curso de este evento hiciera nuestro representante, los antecedentes, objetivos, estrategias, acciones actuales y futuras del IICA en materia de irrigación, ello me releva de abundar sobre nuestra actuación en este importante campo. No obstante, quiero dejar expresa constancia de la mejor disposición del IICA para apoyar en todo lo que este a su alcance las acciones que como derivación de este Seminario quisieran adelantar las Autoridades Nacionales de los Estados Miembros aquí representados.

Finalmente quiero agradecer muy especialmente a los Señores Ministros de Agricultura y de Economía de la República de Chile por su auspicio de este evento y por la deferencia tenida al participar, en representación de su Gobierno, en la Ceremonia de Inauguración y en esta Ceremonia de Clausura, en la cual también he tenido el honor y la satisfacción de participar.

Muchas Gracias.





En nuestros países existen numerosas evidencias de las ventajas del riego, como ejemplos, con apoyo en informes oficiales, puede señalarse que en México, el área bajo riego, que representa el 23,6% del área total cultivada del País, generó en 1978 el 54% del valor de la producción agrícola total y que, en la Argentina con un 4,4% viene generando entre el 25 y 30% del valor total mencionado.

Podemos citar también como ejemplo que en el oeste de Estados Unidos se han consignado promedios generales de producción bajo riego de maíz, sorgo, trigo y algodón equivalentes al 281, 258, 204 y 256 por ciento, respectivamente, de los promedio generales obtenidos para dichos cultivos en áreas de secano o temporal, de la misma zona.

Los costos de producción por unidad de superficie de la agricultura de secano son menores que los de la agricultura de riego en lo que toca a amortización, operación y conservación de la infraestructura y/o equipamientos de riego necesarios y salarios de regadores. No obstante, en la práctica, los mayores rendimientos que se logran con el riego absorben holgadamente dichos costos adicionales y, en un balance final, generan ingresos netos superiores. Esto sin tener en cuenta, por un lado, la urgente necesidad, común a todos nuestros países, de aumentar sensiblemente su productividad agrícola y, por otro, el imperativo también común a la gran mayoría de los mismos, de incrementar significativamente las oportunidades de empleo a su población rural.

El énfasis que hemos puesto en destacar las ventajas comparativas generales que presenta la agricultura con riego y drenaje en comparación con la agricultura de secano o temporal, no significa en modo alguno que pensemos que la mejor y única solución al problema común de elevar la producción y productividad agrícola este en la construcción de nuevas y grandes obras para proyectos de irrigación, porque creemos, tal como ha sido el consenso puesto en evidencia en esta reunión, que una mejor y más racional utilización de los recursos de todo orden disponible en las aproximadamente 14 millones de hectáreas actualmente bajo riego en la región, permitiría aumentar en gran medida la producción y productividad mencionadas, con la erogación de recursos financieros sensiblemente menores a los que se requeriría para nuevos proyectos.

Independientemente de las acciones concurrentes que he mencionado, que también resulta imperativo impulsar vigorosamente, en este Seminario se han identificado, en directa relación con la irrigación, una serie de problemas y limitaciones que habría que superar en el más corto plazo posible para que las actuales áreas con facilidades de riego y drenaje desarrollen todo su potencial.

Así, con apoyo en los acuerdos, conclusiones y recomendaciones que acabamos de escuchar, me complace resaltar las relativas a:

- El agua, como insumo de producción, debe utilizarse conjugando armoniosamente las características propias de los cultivos y de los suelos donde estos se desarrollan, para lo cual resulta indispensable hacer accesible al agricultor el conocimiento de las tecnologías disponibles para dicho efecto.

**PALABRAS DEL DR. FRANCISCO MORILLO ANDRADE, DIRECTOR GENERAL DEL INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA, EN LA SESION DE CLAUSURA**

Después de doce años transcurridos desde la realización del VI Seminario Latinoamericano de Irrigación en Montevideo, se han congregado aquí, en esta hospitalaria Ciudad de Santiago de Chile, destacados ejecutivos y especialistas de 20 países americanos y de España para conocer y considerar en profundidad el avance registrado en el desarrollo del riego y el drenaje en la región; los problemas comunes que en diferente medida vienen obstaculizando dicho desarrollo y, lo que es muy importante, las experiencias que fluyen de los enfoques, estrategias, programas y acciones puestas en práctica por algunos de nuestros países para solucionarlos.

También otorgamos singular trascendencia al objetivo que se relaciona con favorecer el conocimiento personal y consecuente establecimiento de lazos de amistad y comunicación entre los participantes que en su carácter de ejecutivos nacionales o funcionarios de organismos internacionales, tienen importantes responsabilidades en lo que respecta, tanto a lograr optimizar el uso de las tierras y aguas disponibles en las áreas con facilidades de riego y drenaje existentes, como contribuir a la ampliación de la frontera agrícola mediante el desarrollo de nuevos proyectos.

El IICA, como Organismo del Sistema Interamericano especializado en agricultura, que fuera establecido por los Gobiernos Americanos para estimular, promover y apoyar los esfuerzos de los Estados Miembros en pro de su desarrollo agrícola y el bienestar rural, tiene entre los programas aprobados por la JIA en su plan de mediano plazo el de manejo y conservación de recursos naturales renovables, dentro del cual se asigna máxima prioridad al uso apropiado de los recursos hídricos, ya que la aplicación conjunta de prácticas apropiadas de riego y drenaje a tierras con aptitud agrícola constituye una de las herramientas más adecuadas para, en asociación con otras acciones concurrentes, el más rápido logro del desarrollo y bienestar mencionados.

En estrecha relación con lo anteriormente manifestado, no admite discusión que en las zonas áridas y semi-áridas la única alternativa viable para el desarrollo de una agricultura económica y socialmente exitosa depende de la aplicación del riego, total o suplementario, complementada con facilidades de drenaje.

También, aún en zonas tradicionales de agricultura de secano o temporal por contar con precipitaciones más o menos adecuadas en oportunidad e intensidad, el riego suplementario destierra toda posibilidad de una baja sensible en la productividad que se derive de una eventual ausencia de lluvias - desafortunadamente de muy común ocurrencia - en períodos de máxima demanda hídrica de los diferentes cultivos en desarrollo.

Existen numerosos estudios y trabajos en el terreno que - limitándose al abastecimiento hídrico - en áreas homogéneas, demuestran fehacientemente las ventajas de la agricultura bajo riego sobre la de secano o temporal.

Como ustedes acaban de oír, a nombre de mi país, República Dominicana, con cargo a que sea ratificado oficialmente por la autoridad nacional competente, he ofrecido en principio, que mi país pueda ser Sede del VIII Seminario, que confío pueda hacerse realidad a fines de 1985.

Termino reiterando nuestro agradecimiento a todos y cada uno de los organismos involucrados en la organización y realización de este Seminario. Pueden sentirse muy satisfechos por los logros alcanzados.

Muchas Gracias.

**PALABRAS DEL ING. ISIDRO PAZOS MEJIA, REPRESENTANTE OFICIAL DE LA REPUBLICA DOMINICANA, EN NOMBRE DE LOS PARTICIPANTES, EN LA SESION DE CLAUSURA.**

He recibido el honroso encargo de decir unas palabras en nombre de todos los participantes en esta Ceremonia de Clausura del VII Seminario Latinoamericano de Irrigación.

Estimo de toda justicia comenzar mi intervención expresando nuestro cauroso agradecimiento al Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) por haber empeñado todo su esfuerzo en la realización de este evento, dando cumplida satisfacción a la recomendación que recibiera en 1981, de parte de los representantes de nuestros países que participaron en el IV Seminario Latinoamericano sobre Riego por Goteo, efectuado en Barquisimeto, Venezuela.

Sin lugar a dudas, dicho cumplimiento ha satisfecho un sentido anhelo de los ejecutivos y técnicos, que como los aquí presentes, tenemos responsabilidades en el desarrollo de la irrigación en nuestros países. Esto, fundamentalmente, por haber transcurrido doce largos años sin haber tenido oportunidad de reunirnos para, entre otros aspectos, actualizar nuestro conocimiento del avance registrado en tan dilatado lapso y de los viejos y nuevos problemas comunes que dificultan el desarrollo de la irrigación en la región y, de conocernos personalmente y estrechar lazos de amistad y comunicación.

Creo no equivocarme al manifestar que todos los participantes compartimos el criterio que este Seminario ha alcanzado plenamente los objetivos que le fueron fijados.

Quiero dejar constancia también de nuestro agradecimiento a los representantes de las Instituciones públicas de este hermano País; el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), la Comisión Nacional de Riego, la Dirección General de Aguas, la Dirección de Riego y la Oficina de Planificación Agrícola (ODEPA), quienes conjuntamente con representantes del IICA han conformado la Comisión Organizadora de este Seminario contribuyendo decisiva y fundamentalmente al éxito alcanzado.

Un agradecimiento muy sincero para la Agencia para el Desarrollo Internacional (AID) y al Gobierno de España, que respondieron con todo entusiasmo y efectividad a las solicitudes de colaboración que les formulara el IICA.

No puedo dejar de lado tampoco, expresar nuestro agradecimiento a los Ministerios de Agricultura y de Obras Públicas de Chile por el auspicio prestado a este evento, cuyos titulares han prestigiado con su presencia las ceremonias protocolares de este evento. Lo extiendo también al Señor Ministro de Economía, que nos honra con su presencia y clausura formalmente este Seminario a nombre de su Gobierno.

principales problemas que de una u otra manera vienen afectando dicho desarrollo.

Favorecer el mejor conocimiento de los programas, proyectos y acciones de colaboración financiera y técnica que, en apoyo al desarrollo del riego y drenaje en los países Latinoamericanos y del Caribe, realizan diferentes Organismos Internacionales del Sistema Mundial y Regional.

Por último, facilitar el intercambio y capitalización de experiencias entre los ejecutivos y técnicos responsables del desarrollo del riego en los países de la región sobre el tratamiento dado a los problemas comunes que, en diferente medida, conspiran contra dicho desarrollo.

Es un programa de trabajo inspirado en la búsqueda de superación a través del intercambio de experiencias, del que no cabe duda saldrán resultados que se han de traducir en comprensión humana, porque es un trabajo para la paz, y en real avance para América Latina.

Por ello, Chile agradece la labor realizada por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura que, junto con nuestro Instituto de Investigaciones Agropecuarias han organizado aquí este VII Seminario, con la presencia de tan distinguidos delegados extranjeros, expertos todos en el complejo aprovechamiento integral de los recursos hídricos. A todos ellos, al declarar inaugurado, en nombre del Gobierno, este VII Seminario Latinoamericano de Riego y Drenaje, vaya nuestro más cordial saludo de bienvenida y estamos ciertos que los trabajos que aquí se den a conocer, y las experiencias que se intercambien, serán de gran beneficio en el desarrollo del continente latinoamericano.

Muchas Gracias

**PALABRAS DEL SEÑOR JORGE PRADO A., MINISTRO DE AGRICULTURA DE LA REPUBLICA DE CHILE, EN LA SESION DE APERTURA.**

Ampliar, mejorar y tecnificar las estructuras de regadío, incorporando los adelantos científicos y tecnológicos de nuestro tiempo; significa el avance hacia el aprovechamiento integral y racional de los recursos hídricos, tan escasos en vastas regiones del planeta.

El agua es vida y generadora de vida. Sin ella, no podrían existir el hombre ni ninguna especie animal o vegetal; la tierra tendría la misma cruda realidad que nos han mostrado los astronautas en la luna y, de hecho, existe la tendencia de comparar los desiertos y yermos pedregosos con nuestro satélite, de sublime belleza pero totalmente improductivos en la generación de alimentos.

En el inicio de nuestra civilización, el hombre, intuitivamente conciente de esta realidad, buscó la orilla de los ríos y las tierras regadas por las lluvias para establecer sus viviendas y apacentar sus ganados. Más tarde, cuando adquirió el noble conocimiento y profesión de agricultor, comenzó a dominar el agua distribuyéndola a través de canales, ideando artificios para sacarla del subsuelo, creando sistemas de conducción y levantando infraestructuras que marcan hitos en la civilización, como los acueductos romanos, o las no menos importantes obras de regadío de los incas.

Es imposible separar el proceso civilizador de la humanidad del aprovechamiento de los recursos hídricos y las obras de irrigación, que van desde los primitivos canales sumerios, en la desembocadura del Tigris y el Eufrates, hasta construcciones gigantescas de nuestros días como la represa de Assuán y tecnificados sistemas de riego, pasando en el tiempo por los molinos de viento, centrales hidroeléctricas y el adecuado aprovechamiento de las cuencas hidrográficas.

Nuestro país con esfuerzo y clara visión del futuro, ha construido importantes obras de regadío, que han permitido mejorar e incrementar nuestra agricultura venciendo nuestra difícil geografía.

En esta labor es digno de destacar el trabajo realizado por empresarios del sector privado, verdaderos pioneros que en el pasado transformaron vastas zonas del país. A ellos les rindo hoy un homenaje de recuerdo y agradecimiento.

Este VII Seminario Latinoamericano de Riego y Drenaje, no es sino la continuación de una obra emprendida hace siglos, lo que queda claramente demostrado a través de los objetivos que aquí se persiguen.

Actualizar el conocimiento, tanto del desarrollo en materia de riego registrado en los países de la región en los últimos doce años, como de los

- En Primer Lugar:** "Actualizar el conocimiento, tanto del desarrollo en materia de irrigación registrado en los países de la Región en los últimos doce años, como de los principales problemas que de una u otra manera vienen afectando dicho desarrollo".
- En Segundo Lugar:** "Favorecer el mejor conocimiento de los programas, proyectos y acciones de colaboración financiera y técnica que en apoyo al desarrollo de la irrigación en los países Latinoamericanos y del Caribe realizan diferentes Organismos Internacionales del Sistema Mundial".
- En Tercer Lugar:** "Facilitar el intercambio y capitalización de experiencias entre los ejecutivos y técnicos responsables del desarrollo de la irrigación en los Países de la región sobre el tratamiento dado a los problemas comunes que en diferente medida conspiran contra dicho desarrollo".
- Y, Finalmente:** "Revisar y emitir proposiciones, tanto sobre los Estatutos de la Comisión Latinoamericana de Irrigación y Drenaje (CLAID), aprobados en 1968, como sobre la realización periódica de nuevos Seminarios".

La muy satisfactoria acogida brindada a las invitaciones que oportunamente cursara el Director General del IICA, tanto a los señores Ministros responsables del sector agrícola de nuestros países como a los ejecutivos de los diferentes Organismos Internacionales de los Sistemas Mundial y Regional vinculados al desarrollo de la irrigación en América Latina y el Caribe, se refleja en la presencia en este evento de representantes Oficiales y Delegados de alto nivel de veinte Países de la Región y de ocho Organismos Internacionales.

Tan selecta participación, nos permite abrigar la seguridad de que los objetivos reseñados podrán ser alcanzados plenamente, a través de la presentación y consideración de los Informes Nacionales a cargo de los respectivos Representantes Oficiales de los Países, así como de los Informes que presentarán los Representantes de Organismos Internacionales.

Nuestra seguridad se ve reforzada por el hecho de que los participantes tendrán también la oportunidad de conocer y analizar los temas de interés común que serán expuestos por diecisiete destacados Especialistas de la Región y de España, especialmente invitados por la Comisión Organizadora de este VII Seminario.

Finalmente, me permito desear a todos los distinguidos participantes en este evento, en nombre del Director General del IICA y en el mío propio, el mayor éxito en el desarrollo de las actividades que van a emprender a partir de esta mañana.

Muchas Gracias.





ámbito privado, sino que requieren la participación pública, haciendo del problema una cuestión de política nacional para la asignación de los escasos recursos disponibles.

A este nivel pasan a tener valor no sólo los beneficios directos del riego en términos de aumentar la producción y productividad, de mayores ganancias y mejores condiciones de vida en el sector productivo, sino que también importan sus efectos sociales como, por ejemplo, el empleo rural.

Solo a título de ilustración me permito citar el resultado de una evaluación para una región semi árida de Brasil, en la cual se concluyó que por cada mil nuevas hectáreas de riego se crearon 6.1 empleos profesionales, 20,1 de nivel medio, 64,3 de nivel elemental y 500 de mano de obra no calificada.

Llevado a terminos de unidad hombre ocupado, se concluye que en el caso mencionado se ofrece un empleo por cada 1,27 hectáreas de tierra regada y cultivada.

Estos enfoques son importantes para el IICA que como el Organismo especializado en agricultura del sistema interamericano, ha recibido de sus mandantes - o sea de los Países Miembros- la orientación de desarrollar un programa de conservación y manejo de recursos naturales renovables, por considerar este uno de los 10 principales problemas limitantes del desarrollo agrícola de América Latina y el Caribe.

Dentro de este marco se inscribe el Seminario que hoy inauguramos. Los antecedentes de este evento se remontan a 1959, año en el cual, a iniciativa del Gobierno del Perú, con la colaboración de la en ese entonces Administración de Cooperación Internacional de los Estados Unidos, se realizara el Primer Seminario con sede en Lima. Al mismo sucedieron, con creciente éxito, cinco seminarios más, a saber: el II en Panamá, en 1962; El III en México, en 1964; el IV en Colombia, en 1966; el V en Venezuela, en 1968 y el VI y último realizado en Uruguay en 1971.

Despues de un lapso de doce años, el IICA, en asociación con los más importantes organismos del sector público de Chile vinculados a la temática del riego y drenaje, con el efectivo apoyo de la Agencia Internacional para el Desarrollo (AID) y del Gobierno de España, ha reiniciado la realización de tan importantes eventos.

El IICA, al impulsar la organización de este VII Seminario responde, a la función que le es propia, es decir, apoyar el desarrollo agrícola y el bienestar rural de los Estados Miembros. También da cumplimiento a la recomendación que le fuera hecha por los Representantes de los dieciocho países de la Región que participaran en el IV Seminario Latinoamericano de Riego por Goteo que nuestro Instituto, en asocio con Instituciones Oficiales de Venezuela, organizara y realizara en dicho País en 1981.

Los objetivos de este Seminario, estrechamente relacionados con los perseguidos por los seis Seminarios que le precedieran, son:

DISCURSO DEL ING. AGR. EMILIO MONTERO BAEZA, DIRECTOR DEL AREA SUR DEL INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA (IICA), EN LA SESION DE APERTURA.

Me es particularmente grato, en mi caracter de Director del Area Sur del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), zona a la cual pertenece el Pais sede de esta reunión, participar en la Ceremonia Inaugural del VII Seminario Latinoamericano de Irrigación.

Lo hago por esencial encargo y en representación del Doctor Francisco Morillo Andrade, Director General del IICA quien se ha visto privado de la satisfacción de concurrir hoy, pero que se incorporará durante el desarrollo del Seminario y estará presente en su clausura.

La apremiante necesidad de aumentar la producción agropecuaria tiene en el regadío uno de los más grandes aportes que la tecnología puede ofrecer. Y así lo ha sido por milenios.

Los avances que en la materia observamos en las últimas décadas son en realidad aproximaciones cada vez mayores a tecnologías que amplien las posibilidades del riego como factor de producción y se encaminan a optimizar el uso del agua como recurso escaso.

Las preocupaciones de los especialistas ya no consisten en convencer a los productores, gobernantes y a los otros profesionales del agro sobre la necesidad de regar, sino que a determinar para cada planta, en cada momento y en cada sistema ecológico, como lograr el nivel óptimo de humedad en la zona radicular de los cultivos, en un ajuste de variables que respondan ponderadamente a criterios físicos, biológicos, sociales y económicos.

Y esto es así no sólo para regiones áridas en que la carencia de riego imposibilita cualquier esfuerzo de implantar agricultura, sino que también en climas sub-húmedos donde el riego es de caracter complementario, siendo el drenaje la necesidad fundamental.

La afirmación de que es preciso regar las plantas es una idea tan simple que con toda propiedad podría decirse que es tan clara como el agua; pero como suele suceder con muchas de las innovaciones tecnológicas, también en el caso del regadío se constata que la simplicidad se desvanece al enfrentarse a la realidad que condiciona el concepto y obliga a que su aplicación fruto de una teoría debe salir del empirismo y regresar a nutrirse de la teoría, enriquecerse de nuevas observaciones, ir al laboratorio de los científicos, a la mesa de los analistas de las mas diversas disciplinas, hidrólogos, edafólogos, climatólogos, fitotecnistas, economistas, etc. que deben sumar esfuerzos con los especialistas que tienen como función específica la responsabilidad del mejor uso y manejo del agua.

Las ventajas que se reconocen al regadío han conducido a grandes obras que han requerido inversiones de tal volumen que no pueden restringirse al

**PALABRAS DEL ING. AGR. EMILIO MADRID C. PRESIDENTE EJECUTIVO DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS DE CHILE Y PRESIDENTE DEL VII SEMINARIO LATINOAMERICANO DE IRRIGACION, EN LA SESION DE APERTURA**

Deseo dar a todos y cada uno de Uds. la más cordial bienvenida a Chile, con el fin de participar en el VII Seminario Latinoamericano de Irrigación, organizado por los Ministerios de Agricultura, Obras Públicas y Oficina de Planificación de nuestro país, conjuntamente con el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, IICA.

Nos llena de orgullo tenerlos con nosotros, en momentos en que el mundo se debate en medio de grandes problemas; ustedes han hecho un alto en el camino de sus diarias labores viajando algunos desde muy lejos para sentarse a esta mesa de conferencia con el fin de intercambiar conocimientos y poder delinear una acción de trabajo que permita obtener el mejor uso del cada día más escaso recurso como es el agua.

Quisiera agradecer a la Agencia para el Desarrollo Internacional y al Gobierno de España por su magnífica cooperación y financiamiento que han hecho posible la realización de este Seminario.

Al IICA que con su estructura y organización ha brindado un apoyo fundamental que ha permitido que estemos aquí reunidos esta mañana.

A los diversos organismos internacionales que nos honran con la presencia de sus dignos representantes, gracias por toda la ayuda prestada.

Todos estos esfuerzos mancomunados nos permitirán avanzar en busca de metas que nos ayuden a encontrar la solución a las dificultades que encontramos en nuestros trabajos; las experiencias de los países que llevan la delantera ahorrarán esfuerzos a los que recién empiezan traspasándoles sus conocimientos, por eso esta semana que hoy comenzamos ojalá sea el punto de partida de un gran programa de ayuda mutua en que los mejores técnicos de América en materia de irrigación, aprenden a conocer las necesidades de sus vecinos, las estudian en conjunto y encuentran las soluciones más apropiadas. El esfuerzo común hará fácil lo difícil, juntos nuestros trabajos rendirán mucho más; y daremos al mundo una lección de unidad. De esta manera podremos cosechar abundantes frutos de esta amistad que comienza en lo técnico y continúa en la unión de los pueblos.

Gracias por tenerlos con nosotros y por hacer posible este gran acto de hermandad americana.



14. Ing. Joaquín Gueder Gondini  
Director Departamento Nacional Obras Contra la Sequía  
Rua Conego Barata 999, Recife  
Fono: 268-7031
15. Ing. Erns C. Lamster  
Asesor Ministro de Agricultura  
Ministerio de Agricultura, 2º Andar s/282  
Brasilia, D.F.  
Fono: 2249336
16. Ing. Eusebio Medrado da Silva  
Investigador EMERAPA  
Km. 18 Br. 020 C.F. 70/0023 PLANALTIMA - D.F.  
Fono: (061) 596-1171 Ramal 69
17. Ing. Silvio Romero Da Costa M.  
Director de CODEVASF  
Ministerio del Interior  
CODEVASF, Brasilia - D.F.  
Fono: 224-76-90
18. Ing. Alceu Sánchez  
Secretario de Agricultura  
Palacio do Buriti, 14º andar  
Brasilia, D.F.  
Fono: 224-1616 223-9931 (061)
19. Ing. Delmar Marchetti  
Coordinador Programa Ingeniería Agrícola  
EMERAPA  
Edificio Venancio 2000 - 9º andar s/933  
Brasilia, D.F.  
Fono: (061) 224-7659
20. Ing. José R. Tavares  
Presidente  
Asociación Brasileira de Irrigación y Drenaje (ABID)  
Pres. Vargas 62 - 11º andar  
Río de Janeiro  
Fono: 2337174
21. Ing. Jader Fernández de Carvalho  
Director Ejecutivo  
Asociación Brasileira de Irrigación y Drenaje.  
SAS Edificio Minter, 4º piso  
Brasilia, D.F.  
Fono: 2269301

22. Ing. Ernani Paulo Do Amaral Andrade  
 Director  
 Asociación Brasileira de Irrigación y Drenaje  
 Rua López Trovao 88/B Ap. 1303.  
 Porto Alegre R.S.  
 Fono: 7196526

23. Ing. Antonio C.S. Pires  
 Superintendente  
 Superintendencia Desenvolvimento  
 Caldas J.R. 120, 20º andar  
 Porto Alegre, R.S.  
 Fono: 0512 - 212833

IV. COLOMBIA

Representante Nacional:

24. Ing. Norman A. Franco O.  
 Subdirector Adecuación de Tierras  
 HIMAT  
 Carrera 10 Nº 20-19 Oficina 604  
 Bogotá  
 Fono: 2839028

V. COSTA RICA

Representante Nacional:

25. Ing. Carlos L. Corrales V.  
 Gerente SENARA  
 SENARA Apartado 5262  
 San José  
 Fono: 33-07-28

VI. CHILE

Representante Nacional:

26. Ing. Emilio Madrid Cerda  
 Presidente Ejecutivo  
 Instituto de Investigaciones Agropecuarias  
 Casilla Nº 5427  
 Santiago  
 Fono: 497969 y 497740

Expositores:

27. Dr. Juan Toso T.  
 Director Area Recursos Ambientales  
 Instituto de Investigaciones Agropecuarias  
 Casilla 5427  
 Santiago  
 Fono: 2252118

28. Ing. Agr. Sergio González M.  
Investigador  
Instituto de Investigaciones Agropecuarias  
Casilla 5427  
Santiago  
Fono: 586061
29. Ing. Civil Eugenio Lobo P.  
Director General de Aguas  
Ministerio de Obras Públicas  
Morandé 59, 8º piso  
Santiago
30. Ing. Civil Luis Lamarca Subercaseaux  
Director de Riego - Dirección de Riego  
Ministerio de Obras Públicas  
Morandé 59, 5º piso  
Santiago.

Delegados:

31. Ing. Luis Arrau del Canto  
Dirección de Riego  
Ministerio de Obras Públicas  
Morandé 59, Oficina 530  
Santiago  
Fono: 724506, anexo 558
32. Ing. Zoltán Arvay S.  
Jefe de Proyectos  
Comisión Nacional de Riego  
Teatinos Nº 50, 5º piso  
Santiago  
Fono: 728679
33. Ing. Civil Alberto Carrasco Reyes  
Dirección de Riego  
Morandé Nº 59, 5º piso  
Santiago  
Fono: 726986
34. Ing. Agr. Jorge Domínguez R.  
Dirección de Riego  
Morandé 59, 5º piso  
Santiago  
Fono: 724506, Anexo 348
35. Ing. José Miguel Fuentes Grez  
Jefe Departamento Explotación  
Dirección de Riego  
Morandé 59, 5º piso  
Santiago  
Fono: 726986

36. Ing. Agr. Raúl Ferreyra Espada  
Investigador  
Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)  
Casilla 5427  
Santiago  
Fono: 586061
37. Ing. Marcial González Salas  
Jefe de Estudios  
Comisión Nacional de Riego  
Teatinos 50, 4º piso  
Santiago  
Fono: 716939
38. Ing. Luis Espinoza Altamirano  
Dirección General de Aguas  
Ministerio de Obras Públicas  
Campos 301,  
Rancagua
39. Ing. Pedro Navarrete Ugarte  
Dirección General de Aguas  
Ministerio de Obras Públicas  
San Martín 1062  
Concepción.
40. Ing. Jaime Muñoz Rodríguez  
Dirección General de Aguas  
Ministerio de Obras Públicas  
Casilla 480  
La Serena
41. Ing. René Rivera Olave  
Dirección General de Aguas  
Ministerio de Obras Públicas  
Morandé 59, 8º piso  
Santiago
42. Ing. Guillermo Sepúlveda Ruiz  
Dirección General de Aguas  
Ministerio de Obras Públicas  
Morandé 59, 7º piso  
Santiago
43. Ing. Francisco Díaz Fuenzalida  
Dirección General de Aguas  
Ministerio de Obras Públicas  
Claro Solar 1148  
Casilla 763  
Temuco



44. Ing. Agr. M.S. Eduardo Jordán López  
Servicio Agrícola y Ganadero  
Jefe Proyecto Conservación de Aguas  
Avda. Bulnes 259 - Of. 206  
Santiago  
Fono: 66225
45. Ing. Agr. Julio Larenas Herrera  
Jefe Departamento Construcción  
Dirección de Riego  
Morandé N° 59, 5° piso  
Santiago  
Fono: 89248
46. Ing. Agr. Rubén López T.  
Jefe Departamento Estudios y Diagnóstico  
División de Protección de Recursos Naturales Renovables (DIPROREN)  
Avda. Bulnes 285, 2° piso  
Santiago  
Fono: 82244
47. Ing. Civil Luis Montt, L.  
Actividad Privada  
Merced N° 156, 6° piso  
Santiago  
Fono: 380422
48. Ing. Jorge Moraga Camilo  
Encargado Proyecto Contaminación  
Servicio Agrícola y Ganadero  
Avda. Bulnes N° 259, Of. 206  
Santiago  
Fono: 66225
49. Ing. Agr. Jorge Narbona L.  
Comisión Nacional de Riego  
Teatinos 50, 5° piso  
Santiago  
Fono: 728679
50. Ing. Civil José Luis Nicolau del Roure  
Dirección de Riego  
Ministerio de Obras Públicas  
Morandé N° 59, 5° piso  
Santiago  
Fono: 724506
51. Ing. Guillermo Nuñez R.  
Jefe Programa de Manejo de Cuencas  
Corporación Nacional Forestal  
Avda. Bulnes N° 285, Dpto. 703  
Santiago  
Fono: 722569

52. Ing. Agr. Pedro Palazuelos Saez  
Comisión Nacional de Riego  
Teatinos 50, 5º piso  
Santiago  
Fono: 728679
53. Ing. Orlando Parodi G.  
Ingeniero de Proyectos  
Garrido García Burr y Co. S.A.C.  
Phillips Nº 40, 5º piso  
Santiago  
Fono: 30157 - 30158
54. Ing. Civil Guillermo Parra Sch.  
Dirección de Riego  
Morandé Nº 59  
Santiago  
Fono: 424506 - anexo 433
55. Ing. Agr. Aurora Puig Godoy  
Dirección de Riego  
Morandé Nº 59  
Santiago  
Fono: 724506 - anexo 374
56. Ing. Agr. Guillermo Quiroga T.  
Investigador  
Instituto de Investigaciones Agropecuarias  
Casilla 58-D  
Temuco
57. Ing. Alfredo Saavedra M.  
Director Regional de Riego  
Bombero Salas 1351, 7º piso  
Santiago  
Fono: 722172
58. Ing. Jorge Silva Matte  
Secretario Ejecutivo  
Comisión Nacional de Riego  
Teatinos 50, 5º piso  
Santiago  
Fono: 728679 y 721073
59. Ing. Agr. Asador Torres Hernández  
Investigador  
Instituto de Agronomía  
Universidad de Tarapacá  
Casilla 287  
Arica  
Fono: 32384

60. Ing. Civil Alfonso Ugarte S.  
Comisión Nacional de Riego  
Teatinos N° 50, 4° piso  
Santiago  
Fono: 716939
61. Ing. Agr. Eduardo Wood Sánchez  
Experto Riego y Drenaje  
Municipalidad de Maipú  
El Paulí N° 513, Villas Las Acacias  
Maipú  
Fono Santiago: 578820
62. Ing. Agr. Isaac Maldonado  
Investigador  
Instituto de Investigaciones Agropecuarias  
Casilla 462  
Chillán  
Fono: 21179
63. Ing. Agr. Alfonso Osorio Ulloa  
Investigador  
Instituto de Agronomía  
Universidad de Tarapacá  
Casilla 287  
Arica  
Fono: 32384

VII. ECUADOR:

Representante Nacional

64. Ing. Patricio Vega Dávila  
Director Técnico  
Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos (INERHI)  
Juan Larrea N° 543  
Quito  
Fono: 541776

Delegado

65. Ing. Renán Valdivieso  
Director de Construcciones  
Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos (INERHI)  
Juan Larrea N° 543  
Quito  
Fono: 543-085 (311-107)

## VIII. EL SALVADOR:

Representante Nacional

66. Ing. Elmer A. Guerrero  
Gerente Oficina Pequeñas Obras de Riego  
Centro de Recursos Naturales  
15 Calle Poniente 148, San Antonio Las Palmeras  
El Salvador  
Fono: 270900 (oficina) - 284598 (casa)

Delegado

67. Ing. Joaquín A. Flores Morales  
Jefe de División Riego y Drenaje  
Centro de Recursos Naturales  
Pasaje San Ernesto, Apto. Lucila N° 4  
El Salvador  
Fono: 270900 ext. 45

## IX. ESPAÑA:

68. Dr. Ing. Agr. Luis Miralles Galiana  
Inspector Regional del IRYDA en Levante  
Avenida Méndez Núñez 45  
Alicante  
Fono: 207844
69. Dr. Ing. Agr. Antonio Vásquez Guzmán  
Jefe Provincial de IRYDA en Sevilla  
Avda. Ramón y Cajal s/n - Edificio Sevilla - 1  
Sevilla  
Fono: 63900

## X. HAITI

Representante Nacional

70. Ronald Myrville  
Investigador  
Darnor - USAID  
P.O. Box 672  
Puerto Principe, Haití, W.I.  
Fono: 60665

## XI. HONDURAS

Representante Nacional

71. Ing. Roberto Rivera Lanza  
Subdirector General Recursos Hídricos  
Ministerio de Recursos Naturales  
Apartado 309  
Tegucigalpa  
Fono: 322011

Delegado

72. Ing. Ernesto Bondy R.  
Gerente  
Segundo Programa Sectorial Agrícola  
Ministerio de Recursos Naturales  
Casilla 1466  
Tegucigalpa  
Fono: 327982
73. Dr. Carlos A. Gandarillas  
Profesor  
Escuela Agrícola Panamericana  
Apartado 93,  
Tegucigalpa  
Fono: 332717
74. Ing. Agr. M.S. Héctor Tablas Romero  
Director Regional Recursos Naturales  
Ministerio de Recursos Naturales  
Apartado 29,  
Juticalpa  
Fono: 952056

## XII. MEXICO

Representante Nacional

75. Ing. José Manuel Ramírez Robles  
Subdirector General de Distritos y Unidades de Riago  
Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos  
Reforma N° 69, piso 11  
Mexico, D.F.  
Fono: 5350305

Expositor

76. Ing. José Antonio Maza Alvarez  
Investigador  
Instituto de Ingeniería UNAM  
Apartado Postal 70292  
México D.F., 04500  
Fono: 5344134

## XIII. NICARAGUA

Representante Nacional

77. Ing. Manuel Coronel Kautz  
Vice-Ministro  
Ministerio de Desarrollo Agropecuario  
Carretera Norte,  
Managua  
Fono: 31519

Delegado

78. Ing. Armando Sánchez Martínez  
 Director Agrícola TECNOPLAN  
 MIDINRA  
 Apartado Postal 988  
 Managua  
 Fono: 24480

## XIV. PARAGUAY

79. Ing. Agr. Marcos Salvador Villalba V.  
 Técnico Departamento Horticultura  
 Instituto Agronómico Nacional  
 Caacupe Km 48.5, Ruta II
80. Ing. Agr. Cantalicio Paredes B.  
 Jefe Departamento Recursos Naturales del  
 Centro Regional de Investigación Agrícola (Cría)  
 Capitán Miranda  
 Itapúa  
 Fono: 3

## XV. PERU

Representante Nacional

81. Ing. Roger Sánchez Vélez  
 Director General de Planificación  
 Instituto Nacional de Ampliación de la Frontera Agrícola (INAF)  
 Yauyos 258 Of. 1103  
 Lima  
 Fono: 325788

Expositor

82. Ing. Arturo Rocha Felices  
 Consultor  
 Rocha Asociados  
 Córdova 759 (201) Miraflores,  
 Lima  
 Fono: 417841

Delegados

83. Ing. Mario Cúneo Mimbela  
 Director Adjunto  
 Instituto Nacional de Ampliación de la Frontera Agrícola  
 Yauyos 258 Of. 806  
 Lima  
 Fono: 325490 y 321318

84. Ing. Hugo Ismodes Sáenz  
 Asesor Técnico  
 Ministerio de Agricultura INAF  
 Yauyos 258, 10º piso  
 Lima  
 Fono: 618277
85. Ing. Esperanza Sano Inaba  
 Subdirectora de Diseño  
 Oficina Estudios y Diseños Constructivos  
 Instituto Nacional de la Ampliación de la Frontera Agrícola  
 Yauyos 258, Of. 804  
 Lima  
 Fono: 325490

XVI. REPUBLICA DOMINICANA

Representante Nacional

86. Ing. Isidro Pazos Mejía  
 Ing. Asesor del Director Ejecutivo  
 Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI)  
 Centro de los Héroes  
 Apartado de Correo N° 1407  
 Santo Domingo, D.N.  
 Fono: 533-9011

Delegados

87. Ing. Gilberto Reynoso Sánchez  
 Encargado Departamento Distritos de Riego  
 Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI)  
 Centro de los Héroes  
 Apartado de Correo N° 1407  
 Santo Domingo, D.N.  
 Fono: 533-9011
88. Ing. José Alarcón Mella  
 Inc. de División Conservación de Suelos  
 Secretaría de Agricultura  
 Jesús Salvador N° 3, Mirador Sur  
 Santo Domingo  
 Fono: 533-0013 y 533-0017
89. Ing. Fernando Campos Guzmán  
 Director Departamento Tierras y Aguas  
 Secretaría de Agricultura  
 Centro de los Héroes  
 Santo Domingo D.N.  
 Fono: 533-0013 y 533-0017

## XVII. SURINAM

Delegado

90. Ing. Gungher Neville  
 Head of Multipurpose Corantyn Project Office  
 P.O. Box 9011  
 Paramaribo  
 Fono: 74846 y 77446 (oficina) 63526 (casa)

## XVIII. URUGUAY

Representante Nacional

91. Ing. Guillermo Cardellino Sterkren  
 Técnico del Departamento de Investigación  
 Ministerio de Agricultura y Pesca,  
 División Uso y Manejo del Agua  
 E. Garzón 456 -Montevideo  
 Fono: 397025 y 396008

Delegados

92. Ing. Julio de Izaguirre  
 Ing. Agr. Extensionista  
 Comisión Nacional de Fomento Rural  
 Valparaíso 1171  
 Montevideo
93. Ing. Arturo Navarro Arana  
 Asesor (Secretario)  
 Comisión Sectorial del Arroz  
 Avda. Bolivia 1223  
 Montevideo  
 Fono: 500095

## XIX. VENEZUELA

Representante Nacional

94. Ing. Fernando Ajmad C.  
 Director General de Riego  
 Ministerio de Agricultura y Cría  
 Torre Norte Centro Simón Bolívar, Piso 10  
 Caracas  
 Fono: 416200 y 428953

Expositores

95. Ing. Javier E. López  
 Asesor Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales Renovables  
 Torre Diamen, Chuao  
 Caracas  
 Fono: 9085162 y 9085164



96. Ing. Ramón Humberto Fuentes A.  
 Jefe Investigaciones y Desarrollo  
 Laboratorio Nacional de Hidráulica  
 Apartado 2035,  
 Caracas  
 Fono: 385928 y 6661-86-48

#### B. ORGANISMOS INTERNACIONALES

##### AGENCIA PARA EL DESARROLLO INTERNACIONAL (AID)

97. Ing. Alberto L. Brown  
 Jefe División de Desarrollo Rural  
 Bureau de América Latina y el Caribe  
 Washington D.C. 20523  
 Fono: (202) 632-8126 (oficina) (703) 978-1578 (casa)
98. Ing. Deborah Maxwell  
 Oficina de Desarrollo Rural  
 USAID, Apartado Miami 34023  
 El Salvador

##### BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO (BID)

99. Ing. Alberto Gómez Gaviria  
 Jefe Sección Ingeniería  
 801 - 17th Street N.W.  
 Washington D.C. 20557  
 U.S.A.  
 Fono: (202) 6348634

##### COMISION ECONOMICA PARA LA AMERICA LATINA (CEPAL)

- 100 Ing. Michael Nelson  
 Director División de Recursos Naturales y Energía  
 Casilla 179-D  
 Santiago, Chile  
 Fono: 485051 anexo 219
- 101 Dr. Axel C. Dourojeanni  
 Jefe Unidad Recursos Hídricos  
 Casilla 179-D  
 Santiago, Chile  
 Fono: 485051 anexo 219

##### CENTRO INTERAMERICANO DE DESARROLLO INTEGRAL DE AGUAS Y TIERRAS (CIDIAT)

- 102 Dr. Rafael M. Rojas  
 Profesor Principal  
 Apartado 219,  
 Mérida, Venezuela  
 Fono: 522011

ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION (FAO)

103. Ing. Kasuki Takamiya  
Oficial Regional de Desarrollo de Tierras y Aguas  
Avda. Providencia 871  
Santiago, Chile  
Fono: 462061

INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA (IICA)

104. Dr. Francisco Morillo Andrade  
Director General  
Apartado 55, 2200 Coronado  
Provincia de San José  
Costa Rica
105. Ing. Agr. Emilio Montero B.  
Director Regional Zona Sur  
Casilla de Correos 1217  
Montevideo, Uruguay
106. Ing. Agr. Ernani M. Da Costa Fiori  
Director de la Oficina del IICA en Chile  
Casilla de Correos 3631  
Santiago, Chile
107. Ing. Civil Agustín Merea C.  
Especialista en Riego y Drenaje  
Apartado de Correos 5345  
Caracas 1010 - Venezuela
108. Dr. Agustín Millar  
Especialista en Riego y Drenaje  
Caixa Postal 04-0381  
70000 Brasilia D.F.- Brasil  
Fono: 248-5531
109. Ing. Manuel Paulet  
Especialista en Manejo y Conservación de Tierras y Aguas  
Apartado 711, Santo Domingo  
República Dominicana  
Fono: (809) 533-7522 y 533-2797
110. Ing. Agr. Jaime Harris J.  
Especialista en Planificación Agrícola  
Casilla de Correos 3631  
Santiago, Chile

111. Ing. Agr. Carlos Alonso  
Especialista en Comercialización Agrícola  
Apartado de Correos 5345  
Caracas 1010 - Venezuela
112. Ing. Com. Héctor Guerrero  
Especialista en Administración Financiera  
Apartado 55, 2200 Coronado  
Provincia de San José  
Costa Rica
113. Ing. M.S. José Barrios  
Especialista en Conservación y Manejo de Tierras y Aguas  
Casilla de Correos 1217  
Montevideo, Uruguay

**ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA EDUCACION LA CIENCIA Y LA CULTURA (UNESCO)**

114. Dr. Christian Gischler  
Hidrólogo Regional para la Ciencia y Tecnología  
para América Latina y el Caribe  
Casilla 859  
Montevideo, Uruguay  
Fono: 411807

**CENTRO INTERNACIONAL DE RIEGOS UTAH STATE UNIVERSITY**

115. Ing. Humberto Yap Salinas  
Director Asociado  
International Irrigation Center  
UMC 83, Utah State University  
Logan, Utah 84322 - U.S.A.  
Fono: (801) 750-2800



## ***B. INFORMES NACIONALES***





**VII SEMINARIO  
LATINOAMERICANO  
DE IRRIGACION**

**SANTIAGO DE CHILE, 28 DE NOVIEMBRE  
AL 2 DE DICIEMBRE DE 1983**

**DOCUMENTO B-1**

✓  
**INFORME NACIONAL DE LA ARGENTINA ,**

**"LA PROBLEMATICA DEL RIEGO EN LA REPUBLICA ARGENTINA"**

✓  
**Por: Ing. Agr. Héctor L. Grigera (\*)**

**\* Gerente de Riego de la Sociedad del Estado Agua y Energía Eléctrica (A y E)**





## PROBLEMATICA DEL RIEGO EN LA REPUBLICA ARGENTINA

El agua, recurso natural básico para la vida humana, interviene a través, de sus múltiples usos, conflictivos a veces, en todas las etapas del desarrollo socioeconómico de los pueblos.

Es así que en amplias regiones del globo se constituye en el factor crítico, restringiendo severamente las posibilidades de vida del hombre y en otras no menos importantes, su abundancia, uso indiscriminado o anormales contingencias climáticas, originan irreversibles procesos, cuya corrección es altamente costosa y demanda largos periodos de tiempo. Sequías, inundaciones, aluviones y otros efectos nocivos de las aguas, que en forma ocasional o frecuente afectan a grandes regiones del planeta, producen ingentes daños a la comunidad, por la pérdida de bienes, infraestructura y aún vidas humanas.

Esta problemática universal es igualmente válida para nuestro país, cuya extensa superficie territorial superior a los 279 millones de hectáreas, no puede sustraerse al panorama precedentemente expuesto.

Las variadas características pluviométricas de la República Argentina que van desde precipitaciones medias anuales superiores a los 2.000 mm. en la Selva Misionera y Bosques Subantárticos, hasta menos de 50 mm. en vastas regiones de Cuyo y La Rioja, permiten distinguir tres grandes regiones climáticas. (Mapa N°1)

1°) Región Húmeda: Limitada por la isoyeta de 800 mm. de precipitación anual, cuenta con una superficie aproximada de 66,3 millones de hectáreas (24% de la superficie total).

Corresponde principalmente a la zona oriental del país, incluyendo la totalidad de las provincias litorales, parte de Formosa, Chaco, Santa Fe, Córdoba y la mayor parte de la provincia de Buenos Aires.

Incluye además las regiones climáticas denominadas Selva Tucumano-Oranense y Bosques Subantárticos.

Viven en esta región unos 19 millones de habitantes (68% del total del país) siendo la densidad demográfica de 29 hab./km<sup>2</sup> frente a una densidad media de 10 hab./km<sup>2</sup>.

Esta distorsión poblacional es aún más altamente significativa al considerar el complejo Capital Federal-Gran Buenos Aires, que por sí solo reúne el 47% de los habitantes de la región y el 32% del país.

Estas cifras por demás elocuentes, indican la preponderancia de la región, en razón de la magnitud de los asentamientos humanos y su correlativa estructura de producción agropecuaria, industrial y de servicios.

2°) Región semiárida: Delimitada entre las isoyetas de 800 mm/año al este y 500 mm/año al oeste, comprende una franja de territorio de 42 millones de ha. (15% del total), que se extiende en la región central del país, de norte a sud. Incluye parte de las provincias de Formosa, Chaco, Santiago del Estero, Santa Fe, Córdoba, San Luis, La Pampa y Buenos Aires.

En esta región el déficit hídrico para el normal desarrollo de ciertos cultivos llega a ser importante, por lo cual en esos casos el riego es imprescindible.

3°) Región árida: Abarca 171 millones de ha. (61% de la superficie total), ubicadas en la zona oeste entre 22° y 52° latitud sud y entre 64° y 71° longitud



Oeste, con precipitación media anual inferior a 500 mm.

Comprende las provincias de Jujuy, parte de Salta y Tucumán, Santiago del Estero, Catamarca, La Rioja, San Juan, Mendoza, Córdoba, San Luis, La Pampa, sur de Buenos Aires, Río Negro, Neuquén, Chubut, Santa Cruz y Tierra del Fuego.

Las explotaciones agrícolas se hacen con riego integral, hallándose limitado su desarrollo a las áreas con disponibilidad y aptitud de agua, tierras y condiciones climáticas favorables.

La densidad media de población en tan vasta región es muy baja, ya que hay aproximadamente 1 hab./km<sup>2</sup>.

Como se observa, el 76% del territorio continental tiene condición de aridez o semiaridez, constituyendo el aprovechamiento del recurso hídrico un factor fundamental para el desarrollo de los asentamientos humanos basados en la actividad agropecuaria.

## RECURSO HIDRICO

### Aguas de Superficie

El recurso hídrico superficial puede estimarse aproximadamente en 21.685 m<sup>3</sup>/s, distribuido en cuatro grandes cuencas, como se muestra en el (Mapa N° 3).

La Cuenca del Plata, la vertiente atlántica, la vertiente pacífica y por último los ríos sin desagüe al mar.

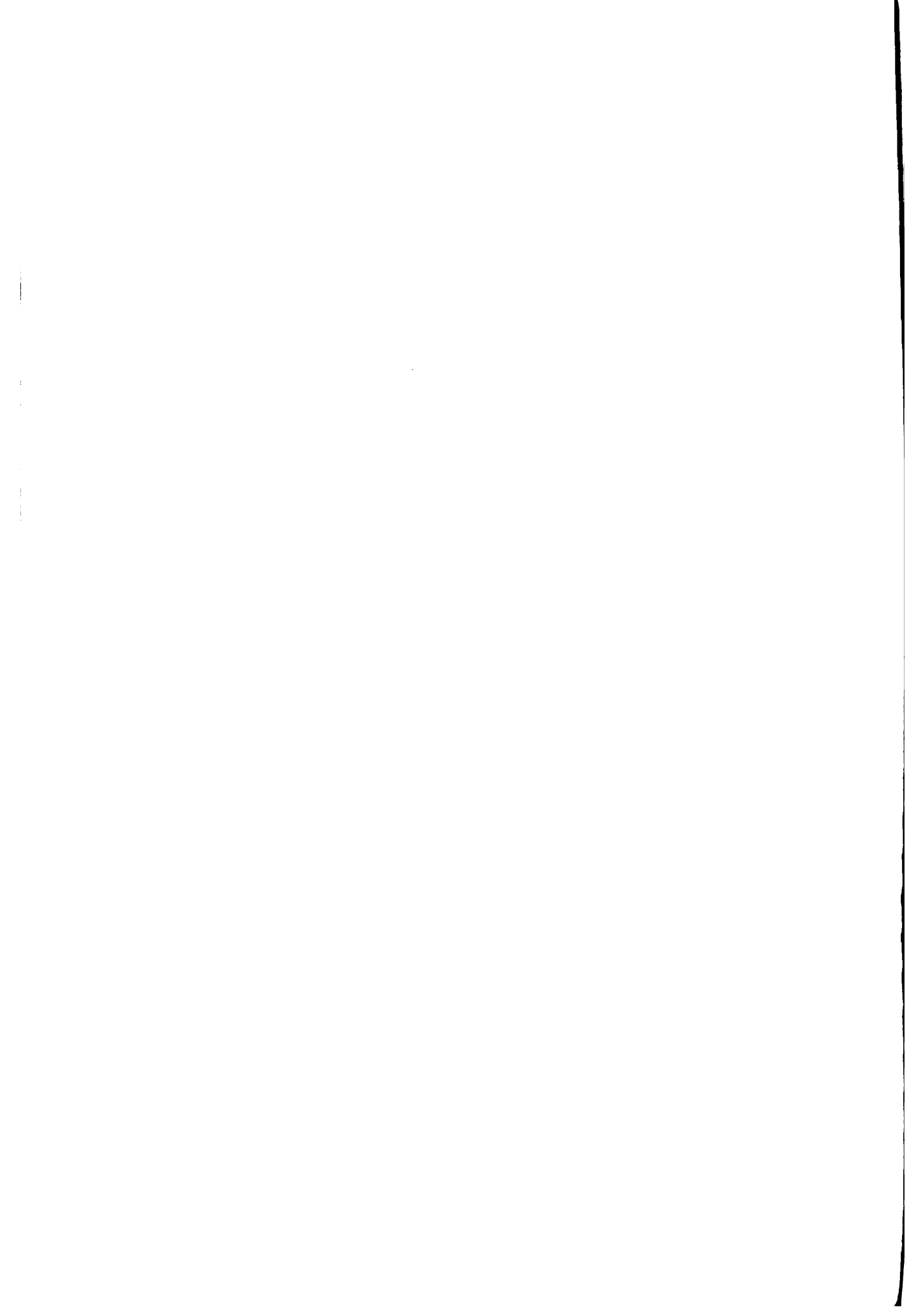
CUADRO N° 1

### CAUDAL MEDIO TOTAL POR CUENCAS HIDRICAS

VERTIENTES O CUENCAS	SUPERFICIE Km <sup>2</sup> x 10 <sup>3</sup>	POR CIENTO DEL TOTAL	CAUDAL MEDIO (m <sup>3</sup> /s)	POR CIENTO DEL TOTAL	POTENCIA DE CUENCA (l/s/Km <sup>2</sup> )
CUENCA DEL PLATA	919	33	18.360	84	20,0
VERTIENTE ATLANTICA	1.051	38	2.349	11	2,2
VERTIENTE PACIFICA	38	1	794	4	20,9
CUENCAS SIN SALIDA AL MAR	772	28	182	1	0,2
TOTAL	2.780	100	21.685	100	7,8

FUENTE: C.E.P.A.L. - C.F.I.

La cuenca del Plata, que además ocupa parte de Uruguay, Brasil, Para-



Existen pequeñas áreas lindantes con la República de Chile al sur del paralelo 40° S, que drenan sus aguas hacia el Pacífico, y pese a la superficie relativamente reducida (38.000 km<sup>2</sup>), posee una riqueza hídrica considerable, como se observa en el siguiente cuadro.

CUADRO N° 4

VERTIENTE PACÍFICA - CAUDAL MEDIO (m<sup>3</sup>/s) DE LOS PRINCIPALES RÍOS

Manso	127,0
EpuYén / Puelo	115,0
Futaleufú	351,0
Carrenleufú	151,0
Hua - Hum	50,0

T O T A L 794,0

FUENTE: C.E.P.A.L. - C.F.I.

Los ríos sin desagüe al mar reúnen un caudal relativamente exiguo, pues constituyen el 1% del total, aunque conforman cuencas endorreicas que alcanzan el 28% de la superficie total, ubicadas en las regiones áridas y semiáridas.

N° 5 Los principales ríos de estas características se indican en el cuadro

CUADRO N° 5

RÍOS SIN DESAGUE AL MAR- CAUDAL MEDIO (m<sup>3</sup>/s)

Itiyuro	2,9
Rosario	4,4
Salí Dulce	97,0
Abaucán	2,6
Belén	2,3
Andalgalá	0,9
Del Valle	4,5
Tala	0,4
Albigasta	1,9
La Rioja	0,4
Famatina	0,8
Durazno	0,6
Cruz del Eje	2,7
Pichanas	4,7
Primero	10,0
Los Molinos	6,0
Quines	1,8
Conlara	1,9
Las Cañas	0,6
Cuchi Corral	0,4
Quinto	5,2
Arroyos de la Puna	15,0
Urueña	1,0

guay y Bolivia, posee la mayor riqueza hídrica y concentra la población y las actividades productivas.

Comprende grandes ríos de origen pluvial -algunos internacionales-, que constituyen importantes vías navegables y/o fuentes de energía hidroeléctrica, tales como el Uruguay, Paraná, Paraguay, Pilcomayo y Bermejo.

CUADRO N° 2

CUENCA DEL PLATA - CAUDAL MEDIO (m <sup>3</sup> /s) DE LOS PRINCIPALES RIOS	
Paraná (en Corrientes)	15,420,0
Salado	39,0
Arroyo Tortugas	7,8
Tercero	26,4
Barrancas	4,8
San Bartolomé	1,1
Las Cañitas	1,4
Piedra Blanca	3,5
Uruguay	2.830,0
Salado (Bs.As.)	15,0
Canales Pcia. Bs.As.	11,0
<b>T O T A L</b>	<b>18.360,0</b>

FUENTE: C.E.P.A.L. - C.F.I.

La vertiente atlántica es la de mayor extensión pero su caudal medio es sólo un octavo del que posee la cuenca del Plata. En general es una región más seca con ríos de origen pluvio-nival; muchos de ellos nacen en la cordillera de Los Andes y surcan las zonas áridas o semiáridas sin aportes de importancia, hasta desaguar en el océano Atlántico.

CUADRO N° 3

VERTIENTE ATLANTICA - CAUDAL MEDIO (m <sup>3</sup> /s) DE LOS PRINCIPALES RIOS	
Sistema del Desaguadero	231,0
Colorado	149,0
Negro	1.020,0
Chubut	49,0
Senguerr	49,0
Santa Cruz	748,0
Zona Sur de Buenos Aires	48,0
Deseado	5,0
Chico	30,0
Coig	5,0
Gallegos	15,0
<b>T O T A L</b>	<b>2.349,0</b>

FUENTE: C.E.P.A.L. - C.F.I.

Soto	3,0
Los Sauces	6,0
Malargüe	5,0

---

<b>T O T A L</b>	<b>182,0</b>
------------------	--------------

---

### AGUAS SUBTERRANEAS

No se cuenta con una estimación global del volumen de agua subterránea utilizable, aún cuando en ciertas regiones en las que la explotación de perforaciones resulta vital para la agricultura se han realizado estudios detallados.

Se estiman en 320.000 el número de perforaciones existentes, y la extracción anual de agua es de aproximadamente 4.700 Hm<sup>3</sup>, y está destinada al abastecimiento doméstico, industrial, agrícola ganadero y recreativo.

#### DISCRIMINACION POR USOS

Doméstico	500 Hm <sup>3</sup> .	10%
Industrial	900 "	20%
Agrícola	2.300 "	50%
Ganadero	1.000 "	20%

<b>T O T A L</b>	<b>4.700 Hm<sup>3</sup>.</b>
------------------	------------------------------

FUENTE: S.S.R.H. - 1977

Como principal área de aprovechamiento agrícola del agua subterránea cabe citar la zona de Cuyo, donde la Provincia de Mendoza posee más de 18.000 perforaciones que extraen aproximadamente 1.600 hm<sup>3</sup>/año.

La magnitud de la extracción en las zonas de aprovechamiento intensivo supera a la recarga del acuífero y pone en peligro la continuidad del abastecimiento, por lo cual se tiende a adecuar la legislación proveyendo a las instituciones administradoras los medios para proteger el recurso hídrico.

En general la calidad del agua subterránea en las zonas de aprovechamiento agrícola intensivo es buena, aunque en las regiones húmedas costeras se han presentado problemas de intrusión salina y contaminación de acuíferos, y en algunas regiones semiáridas con escasa recarga existen elementos tóxicos que dificultan el abastecimiento de poblaciones.

### OBRAS DE REGULACION

El régimen irregular de los ríos de la región árida y semiárida, debido al origen pluvial de sus aportes y la marcada estacionalidad de las lluvias, ha obligado a construir reservorios que permitan un mejor aprovechamiento para riego, control de crecidas y generación hidroeléctrica, aunque con predominancia de este último aspecto especialmente en los grandes embalses.

A continuación se detallan las obras de embalse de más de 100 Hm<sup>3</sup> de capacidad, en orden de importancia:

PRINCIPALES OBRAS DE EMBALSE

	<u>CAPACIDAD Hm3.</u>
1. EL CHOCON (NEUQUEN/RIO NEGRO)	20.200
2. CERROS COLORADOS	18.050
3. FUTALEUFU (CHUBUT)	5.600
4. ALICURA (NEUQUEN/RIO NEGRO)	3.200
5. CABRA CORRAL (SALTA)	3.100
6. FLORENTINO AMEGHINO (CHUBUT)	1.855
7. RIO HONDO (SANTIAGO DEL ESTERO)	1.740
8. RIO TERCERO (CORDOBA)	560
9. ULLUM (SAN JUAN)	440
10. AGUA DEL TORO (MENDOZA)	432
11. EL CARRIZAL (MENDOZA)	350
12. EL TUNAL (SALTA)	310
13. LOS MOLINOS (CORDOBA)	307
14. LAS MADERAS (JUJUY)	300
15. EL CADILLAL (TUCUMAN)	275
16. LOS REYUNOS (MENDOZA)	260
17. SAN ROQUE (CORDOBA)	200
18. VALLE GRANDE (MENDOZA)	160
19. ESCABA (TUCUMAN)	126
20. PASO DE LAS CARRETAS (SAN LUIS)	120
21. CRUZ DEL EJE (CORDOBA)	120
22. LA FLORIDA (SAN LUIS)	105

ASPECTOS LEGALES E INSTITUCIONALES

La Nación Argentina integrada por veintidos provincias y dos territorios federales se rige por su Constitución que data del año 1853; estableciéndose en ella para su gobierno el sistema representativo, republicano y federal.

El Congreso Nacional tiene la facultad constitucional de dictar el Código Civil, en el se determina la titularidad y naturaleza jurídica de las aguas consideradas como cosas.

Las aguas son declaradas casi en su totalidad como bienes públicos por el Código Civil; subsistiendo solamente como aguas de dominio privado, las vertientes que nacen y mueren dentro de una misma heredad; las aguas subterráneas que afloran naturalmente en terreno privado, mientras no formen cauces naturales y las aguas de lluvias caídas en terrenos privados.

Con relación a los lagos navegables no existe acuerdo en la doctrina acerca de su naturaleza jurídica, si bien la mayoría se inclina por sostener que son bienes públicos.

Pertenece a las Provincias el dominio de los "ríos" ya se trate de cursos navegables o no navegables, estén situados exclusivamente en su territorio o sean interprovinciales, de tránsito o sucesivos o bien fronterizos, limítrofes o contiguos.

El Gobierno Federal recibió atribuciones expresas en la Constitución nacional. Estas son: a) la exploración de los ríos interiores; b) la construcción de canales navegables y c) la regulación del comercio y la navegación fluvial interprovincial o internacional. Las dos primeras concurrentes con similares poderes de los gobiernos provinciales; la tercera es del ámbito federal exclusivo.



Las provincias con adecuación a lo determinado por el Código Civil y por las respectivas constituciones provinciales han dictado sus leyes y reglamentos para el uso de las aguas que se hallan bajo su jurisdicción.

En virtud de la Ley Nacional N° 6546 del año 1909, el Gobierno Federal ejerce en los territorios estadales una labor concurrente con la de los Gobiernos Provinciales y así es que en virtud de las disposiciones de dicha ley, las obras construidas en provincias por el Gobierno Federal, son administradas y explotadas por éste, hasta su total amortización; todo ello de acuerdo a contratos aprobados en cada caso por las respectivas leyes provinciales.

La autoridad encargada de aplicación de la precitada ley fué en su origen la Dirección General de Irrigación, siendo su continuadora desde el año 1947 a la fecha, la Sociedad del Estado Agua y Energía Eléctrica, dependiente del Ministerio de Obras y Servicios Públicos de la Nación.

Hasta el año 1980 se hallaban administradas y explotadas por la Gerencia de Riego de Agua y Energía, más de 260.000 has. ubicadas en diversos sistemas de riego de las provincias de Jujuy, Santiago del Estero, Catamarca, La Rioja, Río Negro, Neuquén y Chubut, así como una importante red colectora de drenaje que beneficia alrededor de 500.000 has, en las provincias de Córdoba y Santa Fe.

Con el dictado del Decreto N° 258/80, el Gobierno Nacional propicia la transferencia de los servicios de riego administrados por la Nación a las Provincias, a título no oneroso.

En razón de serias reticencias de parte de algunos Gobiernos provinciales no se ha logrado aún cumplimentar estos recaudos legales, subsistiendo aún bajo la administración nacional, servicios de riego en las provincias de Santiago del Estero, La Rioja, Río Negro y Chubut, con una superficie empadronada de aproximadamente 240.000 has.

En el año 1969 fué creada la Secretaría de Estado de Recursos Hídricos, hoy en la órbita del Ministerio de Obras y Servicios Públicos, con nivel de Subsecretaría, y responsabilidad en todo lo referido a la formulación, conducción y fiscalización de la política dirigida al conocimiento, aprovechamiento, preservación y administración de los recursos hídricos.

Es en el marco de la Subsecretaría de Recursos Hídricos que se crea en el año 1973, el Instituto Nacional de Ciencia y Técnica Hídricas (INCYTH) orientado al estudio de investigación de los recursos hídricos, la difusión de su conocimiento y la capacitación de los recursos humanos; incorporando bajo su dirección el Laboratorio Nacional de Hidráulica Aplicada y el Instituto Nacional de Economía, Legislación y Administración del Agua (INELA). Coadyuvando al esfuerzo por entonces emprendido, se organiza el Centro Regional de Aguas Subterráneas (CRAS) con carácter de organismo interjurisdiccional.

Obras Sanitarias de la Nación (O.S.N.) y el Servicio Nacional de Agua Potable y Saneamiento Rural (SNAP) contemplan en su quehacer los aspectos relacionados con el abastecimiento de agua a poblaciones urbanas y rurales y los servicios sanitarios correspondientes.

También dentro de la órbita de la Subsecretaría de Recursos Hídricos, a través de los Comités de Cuencas, integrados por representantes de las provincias y de la Nación, se planifica y coordinan los estudios para el aprovechamiento integral del recurso, su conservación y administración dentro de cada ámbito hidrográfico.

PRINCIPALES AREAS REGADAS

La superficie bajo riego en nuestro país puede estimarse en alrededor de 1.234.000 ha. discriminadas por provincia y tipos de cultivo como se indica en el cuadro N° 6.

ESTIMACION DE LA SUPERFICIE REGADA EN LA ACTUALIDAD  
POR PROVINCIA - POR CULTIVO - EN MILES DE HECTAREAS

CUADRO N° 6

PROVINCIA	T O T A L E S							TOTALS
	Total Hortalizas	Total Cereales	Total Industriales	Total Forrajeras	Total Frutales	Total VID	OTROS	
Jujuy	9,4	5,2	38,5	6,2	3,6	-	0,1	63,0
Salta	11,9	16,8	31,1	23,0	7,6	1,5	0,1	92,0
Tucumán	9,5	3,6	45,5	19,0	4,3	-	0,1	82,0
S. del Estero	27,4	36,7	29,2	29,9	1,8	-	-	125,0
Catamarca	2,8	2,1	-	2,9	4,1	2,9	0,2	15,0
Córdoba	19,7	-	-	11,2	4,7	2,0	0,4	38,0
San Luis	1,5	1,7	-	1,60	0,4	0,25	0,05	5,5
La Rioja	0,9	1,0	-	2,2	3,6	5,3	-	13,0
Mendoza	30,6	17,0	-	46,0	47,4	200,8	6,2	348,0
San Juan	8,4	11,2	-	9,0	9,4	55,0	1,0	94,0
La Pampa	0,01	-	-	0,7	0,2	-	1,09	2,0
Neuquén	1,1	3,3	-	16,5	8,8	1,0	0,3	31,0
Río Negro	9,5	3,3	-	20,8	34,6	18,6	7,2	94,0
Bs. Aires (Z. Árida)	10,3	18,0	-	24,2	0,3	-	0,7	53,5
Chubut	1,5	0,9	-	14,0	0,6	-	-	17,0
Santa Cruz	0,5	0,7	-	2,8	-	-	-	4,0
Corrientes	0,70	37,3	-	-	-	-	-	38,0
Entre Ríos	-	35,0	-	-	-	-	-	35,0
Sta. Fe	6,2	13,8	-	-	-	-	-	20,0
Misiones	-	2,0	-	-	-	-	-	2,0
Formosa	-	2,0	-	-	-	-	-	2,0
Bs. Aires (Z. Húmeda)	56,3	-	-	-	-	2,2	2,0	60,5
<b>TOTAL</b>	<b>208,01</b>	<b>211,6</b>	<b>144,3</b>	<b>230,0</b>	<b>131,4</b>	<b>289,55</b>	<b>19,44</b>	<b>1234,5</b>

FUENTE: "Operación zonas áridas" MAG-CFI-BDPA (1970)

En los últimos años la superficie regada se ha mantenido estable, pese a las inversiones importantes efectuadas en algunos sistemas de riego.

La mayor parte de dicha superficie se halla en las regiones áridas y semiáridas, adquiriendo en consecuencia el riego el carácter de integral o compensatorio de acuerdo a la cantidad de precipitación o su oportunidad, en relación a los cultivos implantados.

El riego compensatorio o complementario se realiza en algunas provincias de la región semiárida como ser Tucumán, Salta y Córdoba al igual que en zonas húmedas como la Mesopotamia para los cultivos de arroz, tabaco y hortalizas, y en las áreas periféricas de las grandes ciudades, para cultivos intensivos de hortalizas y flores.

Región Cuyana: Comprende a las provincias de Mendoza (348.000 ha) y San Juan (94.000 ha). Se trata sin lugar a dudas de la región más próspera y avanzada en materia de regadío, donde se han aprovechado al máximo los recursos hídricos disponibles tanto superficiales como subterráneas.

El caudal de los ríos San Juan, Mendoza, Tunuyán, Diamante y Atuel más la explotación del agua subterránea posibilitan el desarrollo de una agricultura de regadío de enorme gravitación económica, basada en el cultivo de viña, frutas de pepita y carozo, olivo, hortalizas, etc.

En años recientes se han llevado adelante programas oficiales y privados de colonización, estos últimos en base al agua subterránea.

Las obras de regulación y las principales de conducción son satisfactorias, y el desarrollo de esta región depende actualmente de la mejora que pueda conseguirse en la eficiencia de uso del agua.

Región Central: Comprende las provincias de La Rioja, Córdoba y San Luis. La primera, cuyo recurso hídrico es escaso -10m<sup>3</sup>/s- posee áreas bajo riego dispersas y reducidas, como lo demuestra la superficie media de los distritos, que es de 400 ha., y entre las explotaciones agrícolas predominan en general los minifundios de subsistencia.

Los cultivos principales son vid, olivo y nogal.

En la provincia de Córdoba el módulo total es de 77 m<sup>3</sup>/s y el cultivo bajo riego se efectúa en el noroeste y en la zona central, aprovechando obras de embalse que regulan el 55% del derrame. Los principales sistemas de riego son los de Río Primero, Cruz del Eje y Villa Dolores, dedicados al cultivo de vid, olivo, y otros frutihortícolas, con un total de aproximadamente 38.000 ha.

En la provincia de San Luis la suma de los caudales medios es de aproximadamente 14,5 m<sup>3</sup>/s con un 43% regulado por obras de embalse, y la superficie regada unas 5.500 ha., dedicadas preferentemente a forrajeras, cereales y hortalizas.

Región Noroeste: Regada por las provincias de Salta, Jujuy, Tucumán, Catamarca y Santiago del Estero, cuenta con un total de 600 m<sup>3</sup>/s aproximadamente, y el área regada es de alrededor de 380.000 ha.

En la provincia de Salta, se riegan unas 92.000 ha. pese a que los derechos otorgados en los numerosos ríos que la surcan superan las 200.000 ha. Los

En la provincia de Jujuy hay aproximadamente 63.000 ha. regadas en las que predominan el tabaco, caña de azúcar, citrus, vid y hortalizas.

En Tucumán las precipitaciones son abundantes, por lo que el riego tiene el carácter de complementario. La superficie regada es de unas 82.000 ha., dedicadas especialmente a la caña de azúcar, citrus, alfalfa, tabaco y hortalizas.

En la provincia de Santiago del Estero, cuyos sistemas de riego cubren una superficie superior a las 130.000 ha, la mayor zona de riego es la del Río Dulce, con alrededor de 100.000 ha., que juntamente con el área del río Salado -20.000 ha- constituyen el pilar de la economía agropecuaria provincial. La principal producción es la alfalfa para forraje, algodón, trigo, maiz y hortalizas.

La provincia de Catamarca cuenta con unas 15.000 ha. netas bajo riego, distribuidas en los sistemas del Este, Valle de Catamarca y del Oeste. En los dos últimos existen varias obras de regulación y los cultivos más difundidos son el tabaco, hortalizas, citrus y alfalfa; en cambio, en los sistemas del Oeste no hay obras de embalse, y en ellos se cultiva la vid, olivo, frutales de cározo, hortalizas y aromáticas.

Puede considerarse como totalmente comprometido el recurso hídrico de superficie, y en consecuencia la posibilidad de desarrollo supeditada a la extracción de agua subterránea.

Región Noreste: Abarca las provincias de Formosa, Chaco, Santa Fe, Entre Ríos, Corrientes y Misiones, que tal como se observa en el mapa n° 1 se encuentran casi totalmente entre las isoyetas de 800 mm/año al oeste y más de 1.600 mm/año al este, por lo cual el riego no tiene aquí el carácter de actividad vital y por el contrario los problemas de drenaje son en algunas zonas y épocas, de extrema gravedad.

En general, las explotaciones agrícolas bajo riego se dedican al cultivo del arroz y utilizan agua proveniente del bombeo desde cursos naturales o lagunas.

El futuro del regadío en esta zona, tanto para el cultivo del arroz como para compensación de deficiencias temporarias, está asociado con los grandes proyectos de aprovechamiento hidroeléctrico como Paraná Medio e Iberá.

Valle de los ríos Negro, Neuquén y Río Colorado: En el valle del Río Negro se riega alrededor de 98.000 ha, y en el de su afluente, el Neuquén, unas 31.000 ha; esta zona constituye sin dudas la columna vertebral de la futura expansión agropecuaria de regadío, debido al gran caudal del río (más de 1.000 m<sup>3</sup>/s de módulo) y a las importantes obras de regulación que se construyen en su cabecera.

Se cultiva especialmente manzano, que produce fruta para exportación, siguiéndole en orden de importancia la viña, el peral y las hortalizas para industria.

El río Colorado alimenta áreas de riego en la provincia de Buenos Aires (110.000 ha), La Pampa (2.000 ha) y también en la provincia de Río Negro (8.000 ha), dedicadas al cultivo de frutales, forrajes, cereales y hortalizas.

Valle del Río Chubut: Se cultivan aquí unas 17.000 ha, dedicadas preferentemente a la caña de azúcar y hortalizas, con las limitaciones impuestas por el

vincia de Chubut y cuenta con una importante obra de regulación, que es el dique Florentino Ameghino.

### PROGRAMA DE OBRAS EN EJECUCION

En el año 1977 se crea por parte del Gobierno Nacional la Comisión de Tierras Áridas con el objeto de ejercer una coordinación centralizada entre los organismos responsables en la programación y ejecución de proyectos de desarrollo y las provincias, con miras de lograr mejores resultados económicos y distributivos de las inversiones en las tierras áridas y semiáridas.

La Comisión está integrada por los siguientes funcionarios: el Secretario de Estado de Programación y Coordinación Económica, que la preside; el Subsecretario de Recursos Naturales Renovables en representación de la Secretaría de Estado de Agricultura y Ganadería; el Subsecretario de Recursos Hídricos, en representación de la Secretaría de Estado de Transporte y Obras Públicas; el Administrador de Agua y Energía Eléctrica en representación de la Secretaría de Estado de Energía; el Subsecretario General de la Secretaría de Estado de Programación y Coordinación Económica; y el Secretario Técnico del Instituto Nacional de Planificación Económica. Integran además la Comisión un representante del Ministerio de Planeamiento y otro del Ministerio del Interior, ambos con categorías de Subsecretario.

La Secretaría Técnica de la Comisión de Tierras Áridas tiene como misión la elaboración de los informes o estudios que requiera la Comisión. Es presidida por el Secretario Técnico del Instituto Nacional de Planificación Económica e Integrada por uno o más técnicos de cada uno de los siguientes organismos: Subsecretaría de Recursos Hídricos; Secretaría de Estado de Agricultura y Ganadería; Agua y Energía Eléctrica; Secretaría de Estado de Programación y Coordinación Económica. Los técnicos designados deben tener especialización en las áreas que se relacionen con el organismo del que provienen y el tema de incorporación de tierras áridas. Estos técnicos deben trabajar con continuidad, a tiempo parcial o completo, con la conducción del Secretario Técnico y en el programa de tareas encomendado por la Comisión.

Como resultado de ello se elabora y aprueba un programa de inversiones en tierras áridas para el período 1979-1982.

Este programa da prioridad a los proyectos de inversión sobre áreas de riego ya desarrolladas, poniendo especial énfasis en la realización de obras complementarias faltantes o deterioradas, que posibiliten aparte de una mejor utilización del agua y el suelo, lograr un sensible incremento económico y mejoramiento social del área en explotación.

El Banco Interamericano de Desarrollo mediante el otorgamiento del Préstamo BID 392/OC-AR, en el año 1981, por un monto de 48 millones de dólares, coadyuva en la parcial financiación del Programa de Tierras Áridas.

La Subsecretaría de Recursos Hídricos, por intermedio de la Unidad Ejecutora Central del Programa de Tierras Áridas, es el organismo encargado de evaluar los proyectos presentados por los respectivos Gobiernos Provinciales y gestionar la correspondiente aprobación por parte del B.I.D., para proceder al llamado licitatorio de las obras.

Queda a cargo de los respectivos Gobiernos Provinciales el reintegro del préstamo otorgado por la entidad financiera internacional.

ESTADO DEL PROGRAMA DE TIERRAS ARIDAS PRESTAMO BID N° 392/OC-AR AL 15-11-83.

Millones de U\$S (sin IVA)

Monto del Programa	80,0
Monto del Préstamo	48,0
Monto Proyectos Aprobados	53,7
Monto Proyectos Licitados	39,1
Monto Reconocimiento de Gastos	3,0
Proyectos aprobados incluido gastos de proyectos anteriores sobre monto de costos directos	91,7 %
Proyectos Licitados incluyendo reconocimiento de gastos anteriores sobre monto de costos directos	68,1 %

ESTADO DE AVANCE AL 15-11-83 DEL PRESTAMO BID N° 392/OC-AR.U\$S s/IVA

	<u>Pliegos Aprobados BID y/o UEC</u>	<u>Con llamado a Licitación</u>
BUENOS AIRES	4.197.090	4.197.090
CATAMARCA	3.737.389	1.894.332
CORDOBA	318.536	- - - - -
LA PAMPA	4.204.305	2.001.587
LA RIOJA	410.810	410.810
MENDOZA	1.225.696	- - - - -
NEUQUEN	876.263	- - - - -
RIO NEGRO	21.918.054	15.932.373
TUCUMAN	2.792.830	2.333.795
SANTIAGO DEL ESTERO	4.935.015	3.298.843
SALTA	1.874.916	1.874.916
CHUBUT	2.745.311	2.745.311
JUJUY	2.937.051	2.937.051
SAN LUIS	1.468.898	1.468.898
SAN JUAN	- - - - -	- - - - -
	<u>53.642.164</u>	<u>39.095.006</u>

SITUACION ACTUAL DE LAS AREAS DE RIEGO

El desarrollo de nuevas áreas de riego en Argentina durante las últimas décadas no ha tenido un sostenido y armónico crecimiento en relación con las importantes inversiones realizadas en obras de infraestructura.

Ha sido y es sin lugar a dudas un factor determinante del actual estancamiento de estas economías regionales, la extensa pampa húmeda que con sus favorables condiciones de clima y suelo, al constituirse en pilar fundamental de la economía agropecuaria del país, posterga o limita el vuelco de mayores incentivos hacia las áreas regadas, como forma de revertir tan desfavorable situación.

Puede indicarse además como otras causas inmediatas:

#### 1°) INADECUADA INFRAESTRUCTURA DE RIEGO Y DRENAJE

Son contadas en el país las áreas de riego que disponen de obras técnicamente concebidas en todos sus niveles.

Si bien se cuenta en algunos casos con importante infraestructura en obras de regulación, captación y/o distribución a nivel principal, se carece en cambio como contrapartida, en el nivel predial de similar tecnología, lo que como consecuencia acarrea las bajas eficiencias logradas en el uso del recurso y el continuo deterioro de la aptitud agrícola de los suelos por procesos de salinización y/o pérdida de fertilidad.

Las áreas regadas por los diques de embalse de Florentino Ameghino (Chubut) Cabra Corral (Salta) Río Hondo (Santiago del Estero) El Cadilla (Tucumán) constituyen ejemplos palpables del deterioro de los suelos y los bajos rendimientos, por falta de adecuadas obras de riego, desagüe y drenaje.

#### 2°) OPERACION DE LOS SISTEMAS

Las entregas del agua al usuario se realizan generalmente sin tener mayormente definidos los requerimientos consuntivos del porcentual de cultivos implantado, lo que configura la fijación de dotaciones horarias y caudales que no siempre se ajustan a las características físicas y topográficas de los suelos, constituyéndose ello en determinante de los bajos rendimientos zonales que se registran.

#### 3°) BAJO GRADO DE TECNIFICACION A NIVEL PREDIAL Y EXTENSION AGRICOLA INSUFICIENTE.-

El poco conocimiento de las técnicas de riego básicas por parte del agricultor regante, la falta de sistematización y diseño de la unidad de riego, y el empleo de métodos de riego, caudales y tiempos de aplicación a la parcela no siempre adecuados dan también razón a los bajos rendimientos obtenidos y a la pérdida de aptitud agrícola de los suelos.

Se considera además insuficiente el servicio de extensión agrícola que se brinda al productor regante para orientarlo hacia la aplicación de la moderna tecnología en materia de riego.

#### 4°) ESTRUCTURA AGRARIA

El deterioro económico o estancamiento de las áreas de riego tiene sin lugar a dudas su principal artífice en el Minifundio.

La problemática del minifundio no se limita esencialmente al tamaño del predio sino que conlleva además una serie de elementos que lo caracterizan e identifican como ser: falta total de tecnología, limitada o nula asistencia crediticia, carencia de una organización campesina que posibilite una adecuada comercialización de la producción, oferta atomizada y finalmente una sobrevaluación de la tierra agrícola que impide al productor el acceso a nuevas unidades de producción.

Toda esta situación se traduce en una marginación socio-económica del productor, que se caracteriza por un infraconsumo, deficiente situación habitacional, con desintegración del núcleo familiar y se constituye además en el principal obstáculo para el mejoramiento del nivel de vida de la comuni-

dad agraria.

### 5°) EL CREDITO AGRICOLA

Producir en áreas de riego determina necesariamente la utilización de líneas crediticias que permitan al agricultor el acceso a los insumos requeridos por el cultivo. La permanente inestabilidad de la economía, derivada del gravísimo proceso inflacionario que viene soportando el país, ha hecho prácticamente prohibitivo el acceso al crédito en razón de los altos intereses exigidos y la consiguiente indexación de los capitales que otorgan.

Ha sido y es esta causal, sin lugar a dudas, el principal responsable del deterioro por el que atraviesa la producción agraria de la República Argentina.

### 6°) COMERCIALIZACION DE LA PRODUCCION

La carencia de una definida política de mercado hace problemática y competitiva la comercialización de la producción de la mayoría de las áreas de regadío.

Por no contar con una adecuada planificación en materia de producción agrícola, es frecuente observar la brusca caída de precios por exceso de oferta, que trae como consecuencia el desaliento y retracción del área cultivada al siguiente año, originando así una demanda insatisfecha e incremento de los precios en detrimento del consumidor.

Los mercados internacionales son cada vez más competitivos y el acceso a ellos solo se logra con una alta tecnificación de las explotaciones para producir en calidad y cantidad; contando además con una política cambiaria que beneficie la exportación de la producción frutihortícola y sus productos industrializados.

### CONCLUSIONES

El riego en la República Argentina no ha logrado el lugar que le corresponde dentro del proceso productivo del país en concordancia con las posibilidades que le determinan los recursos agua y suelo disponibles.

Pese a ello, la magnitud de las zonas áridas y semiáridas y la necesidad de integración del territorio nacional exigen la adopción de medidas económicas que posibiliten revertir el actual estancamiento de las áreas regadas.

Ello deberá realizarse enmarcado en los lineamientos fijados por la Comisión de Tierras Áridas que determina prioritariamente las inversiones para la complementación de la infraestructura existente en las áreas en explotación.

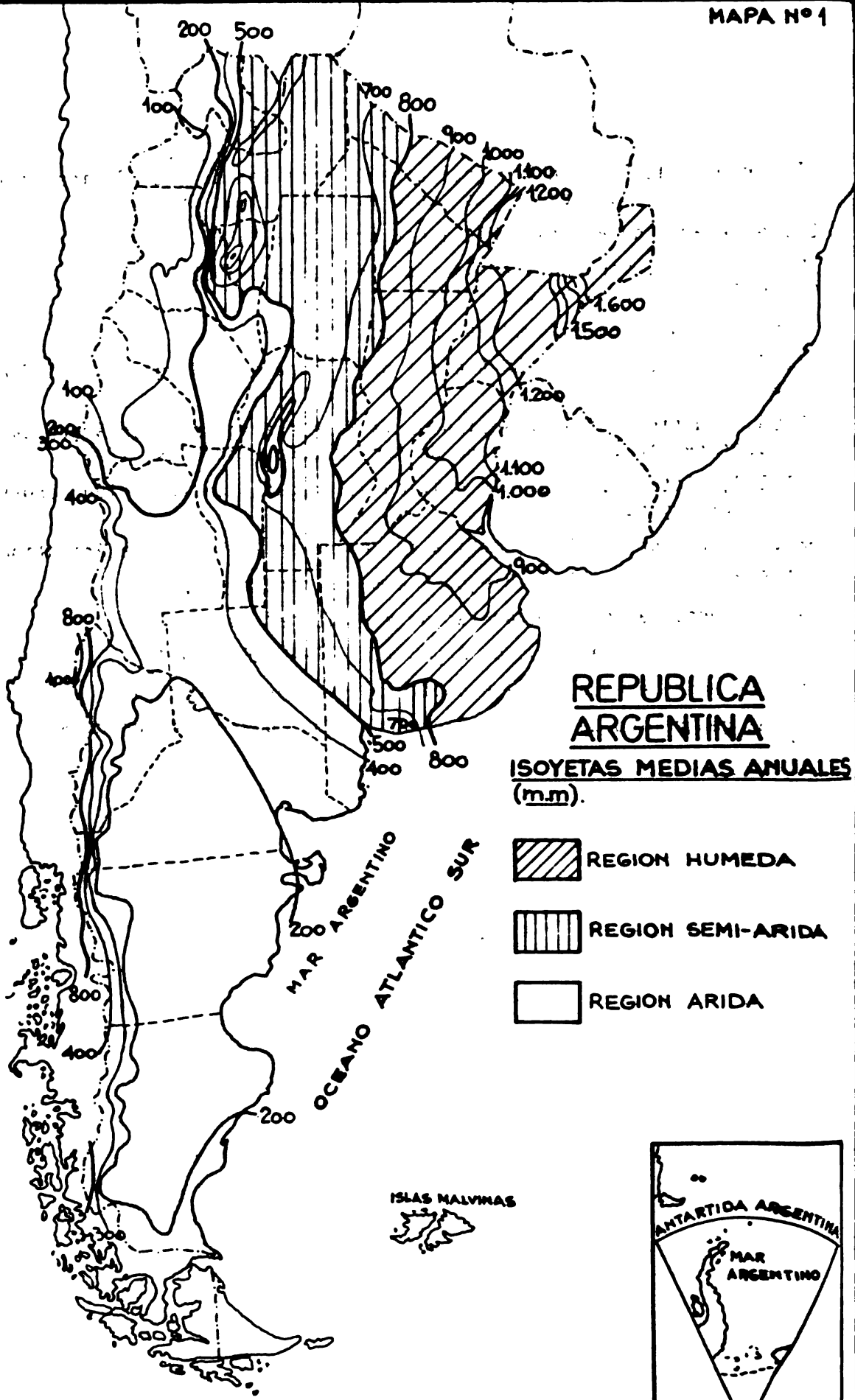
La tecnificación del riego, la experimentación y divulgación de las modernas técnicas de conducción puestas al alcance del agricultor, una oportuna y ventajosa ayuda crediticia, una eficiente administración, complementado con el dictado de normas de carácter legal que preserven la unidad agrícola de producción, son medidas que se aconsejan para una inmediata reactivación económica de las áreas bajo riego.



BIBLIOGRAFIA

- 1) "Informe Nacional Argentino" INCYTH- LIMA, 1976.
- 2) "Informe de la Reunión Regional para América Latina y El Caribe de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el agua" Lima, 1976.
- 3) Subsecretaría de Recursos Hídricos- Argentina, 1977.
- 4) "Programa de Inversiones en Tierras Aridas 1979-1982" Comisión de Tierras Aridas - 1978.
- 5) "Leyes de Aguas en Sudamérica" F.A.O., 1956.
- 6) "II Reunión de la Comisión Asesora del Programa de Riego del I.I.C.A." Argentina 1974.
- 7) MERECA, Agustín C. "La expansión de la Frontera Agrícola en áreas bajo riego". VII Conferencia Interamericana de Agricultura. Honduras, 1977.
- 8) GRIGERA, Héctor L. "Análisis crítico del regadío en la región Noroeste de la República Argentina" 1974.
- 9) GRIGERA, Héctor L. "Problemática del riego en la República Argentina" 1976.
- 10) III Simposio Nacional de Riego, Viedma. Argentina 1976.
- 11) INDEC "Censo Nacional de población y vivienda" 1980.
- 12) "Los recursos hidráulicos de Argentina" CEPAL-CFI- 1964
- 13) "La demanda de agua en la República Argentina" INELA- 1976
- 14) "Atlas geográfico de la República Argentina" Centro Editor de América Latina- 1983.

OCEANO PACIFICO SUR



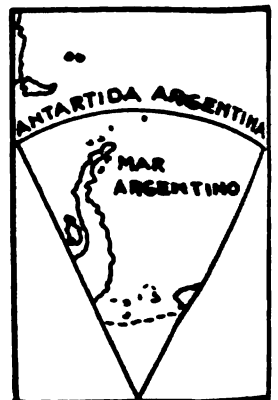
# REPUBLICA ARGENTINA

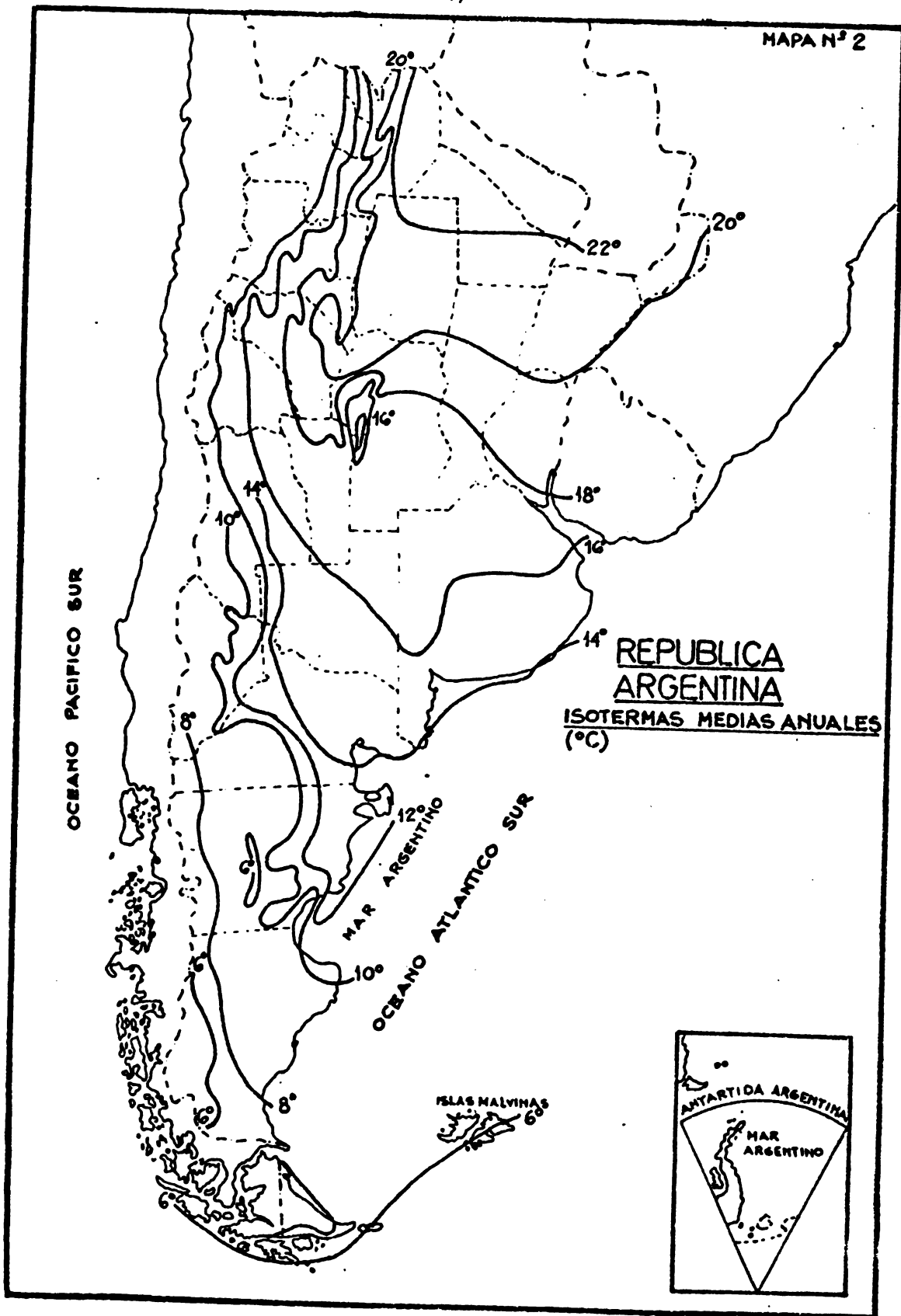
**ISOYETAS MEDIAS ANUALES (m.m).**

-  REGION HUMEDA
-  REGION SEMI-ARIDA
-  REGION ARIDA

MAR ARGENTINO  
OCEANO ATLANTICO SUR

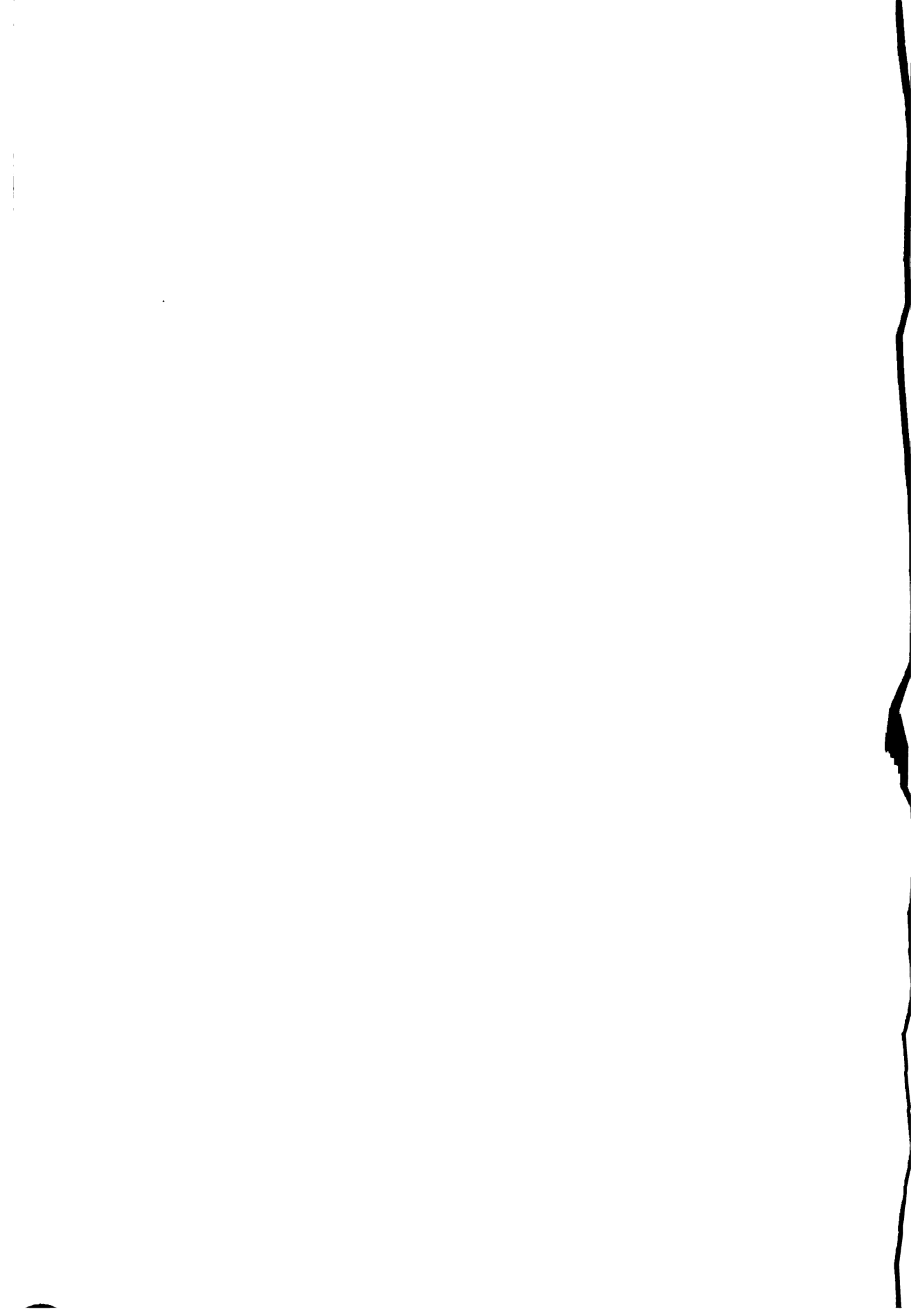
ISLAS MALVINAS



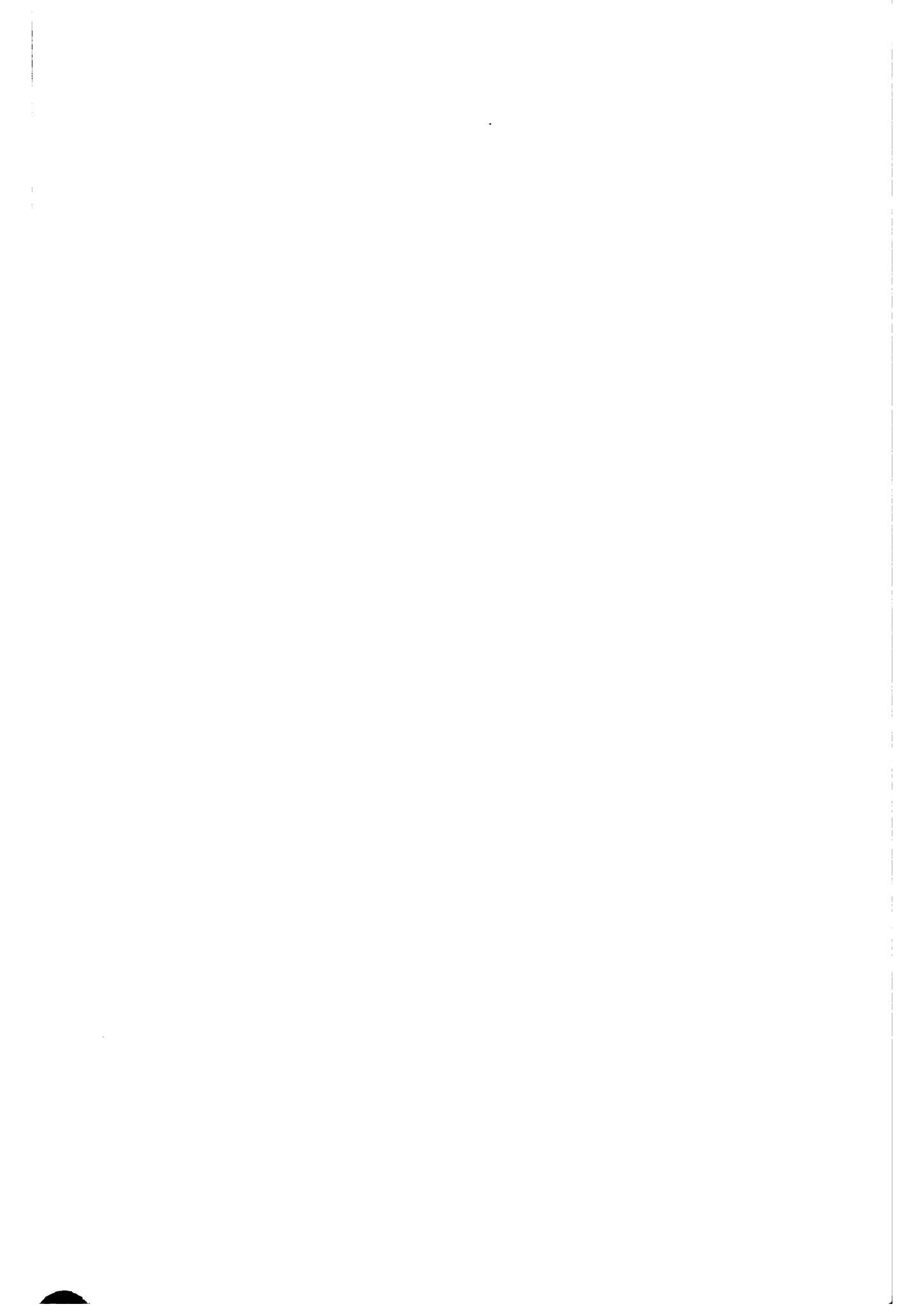


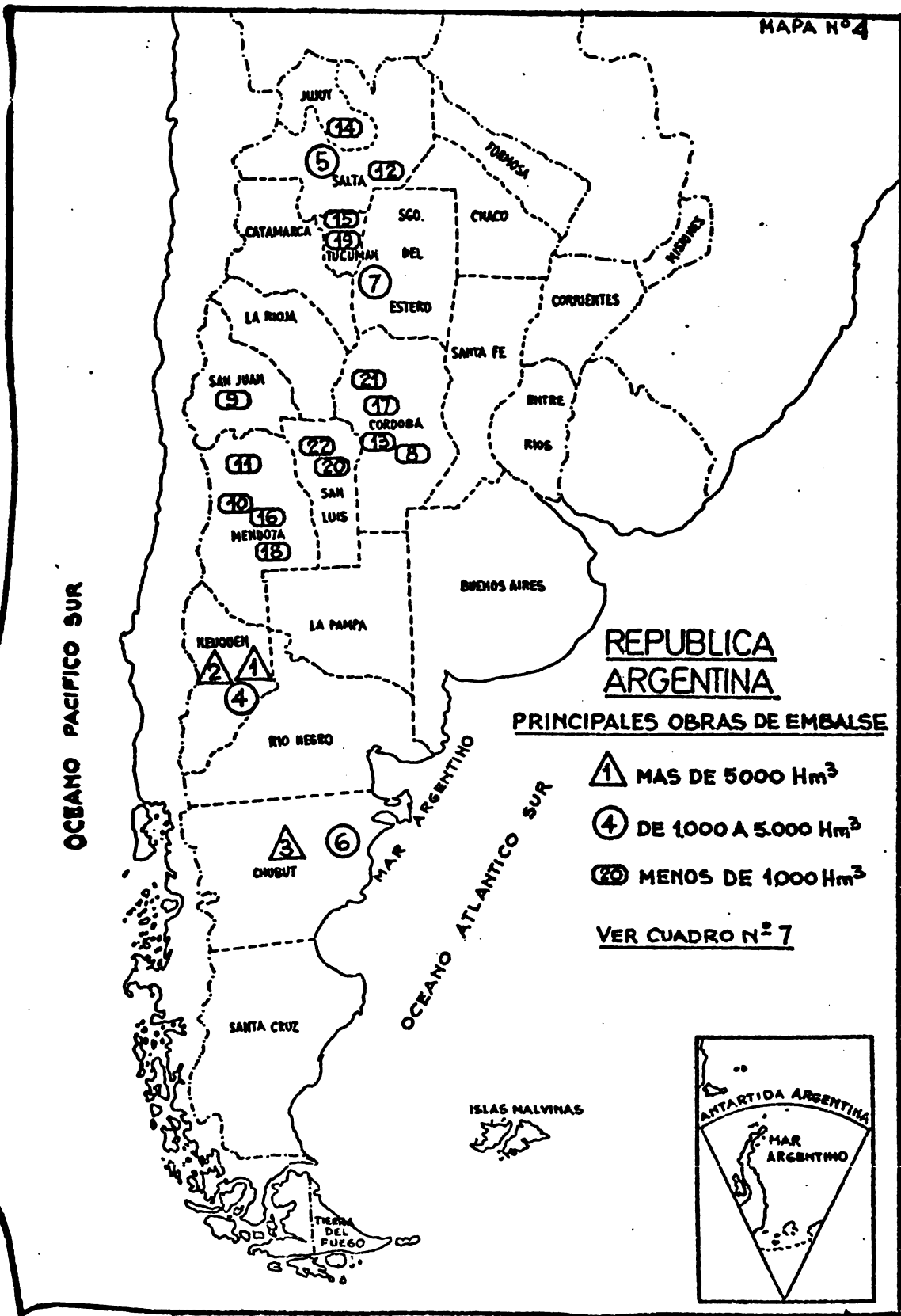
REPUBLICA ARGENTINA  
 ISOTERMAS MEDIAS ANUALES (°C)











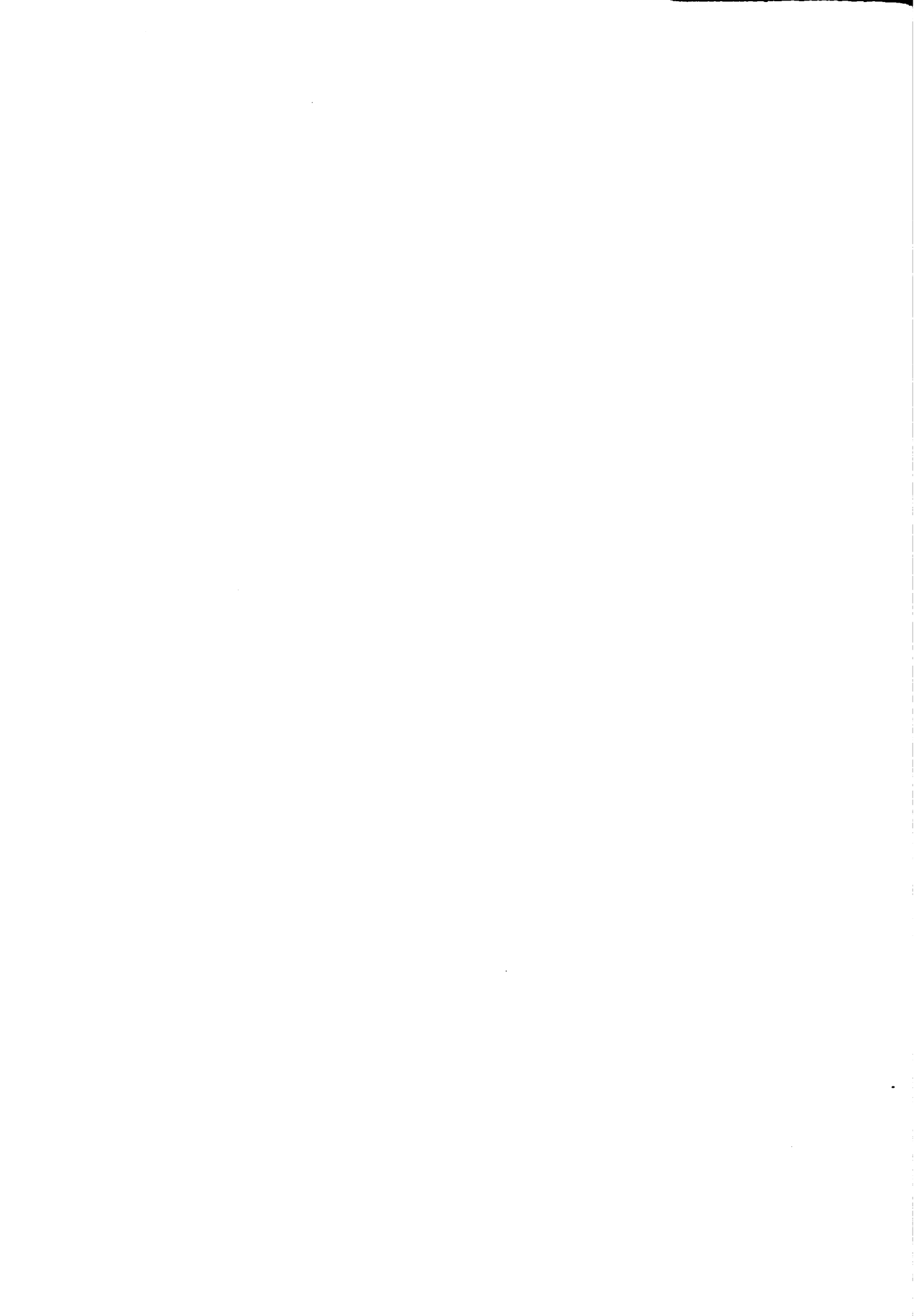
**REPUBLICA ARGENTINA**

**PRINCIPALES OBRAS DE EMBALSE**

- ① MAS DE 5000 Hm<sup>3</sup>
- ④ DE 1000 A 5.000 Hm<sup>3</sup>
- ②③ MENOS DE 1000 Hm<sup>3</sup>

VER CUADRO N° 7









**VII SEMINARIO  
LATINOAMERICANO  
DE IRRIGACION**

**SANTIAGO DE CHILE, 28 DE NOVIEMBRE  
AL 2 DE DICIEMBRE DE 1983**

**DOCUMENTO B-2**

**INFORME NACIONAL DE BOLIVIA**

**Por: Ing. Agr. M.C. Jaime Sejas Albornoz(\*)**

---

**(\*) Director Nacional de Cuencas Hidrográficas - Ministerio de Asuntos  
Campesinos y Agropecuarios**



## INFORME NACIONAL DE BOLIVIA

Bolivia país ubicado en la parte central de Sud América, tiene una superficie territorial de 109'858.100 Has. y una población aproximada de 5'800.000 habitantes. El 62% de este territorio se encuentra a menos de 600 metros de altitud; el 13% entre los 600 y 2.500 metros de altitud y el 25% sobre los 2.500 metros de altitud sobre el nivel del mar.

### 1.1 Tierras.

- Superficie total estimada de tierras aptas para la actividad agrícola es 8'713.574 Has.
- Superficie total estimada de tierras aptas para la actividad agrícola con riego y/o drenaje = 2'782.183 Has.
- 7.93% de la superficie total apta para la actividad agrícola sobre la superficie total del país.
- 32.0% de la superficie total apta para la agricultura con riego y/o drenaje sobre la superficie total apta para la actividad agrícola.

### 1.2 Aguas Superficiales y Subterráneas.

a) El sistema hidrográfico de Bolivia se divide en 3 grandes Vertientes:

- Del Amazonas con una superficie de 735.281 Km<sup>2</sup> y 66,9 % de la superficie total del país; con un volumen promedio de descarga de 278.260 millones de m<sup>3</sup>/año y 87.9% sobre el volumen total anual del país.
- Del Plata con una superficie de 213.300 Km<sup>2</sup> y 19.4% de la superficie total del país; con un volumen promedio de descarga de 36.500 millones de m<sup>3</sup>/año y 1,5% sobre el volumen total anual del país.
- De la Cuenca cerrada del Altiplano, con una superficie de 150.000 Km<sup>2</sup> y 13.7% de la superficie total del país; con un volumen promedio de descarga de 1.650 millones de m<sup>3</sup>/año y 0,6% sobre el volumen total anual del país.
- Existen 169 estaciones hidrométricas y 713 estaciones meteorológicas de todo el país.

b) Los ríos más importantes dentro la Cuenca del Amazonas son:

	<u>Gasto medio</u> (m <sup>3</sup> /seg.)	<u>Precipitación</u> (m.m)	<u>Escorrentamiento</u> (Hm <sup>3</sup> )
Río Abuné	-	1.960	-
Río Orthon	-	2.000	-
Río Madre de Dios	-	2.080	-
Río Beni	-	1.800	-
Río Grande	287	954	-
Río Mamoré	-	1.600	-
Río Itenez	-	1.400	-

Los ríos más importantes dentro la Cuenca del Plata son:

- Río Bermejo	79	1.400	2.450
---------------	----	-------	-------

	<u>Gasto medio</u> (m3/seg.)	<u>Precipitación</u> m.m)	<u>Escurrimiento</u> (Hm3)
- Río Tarija	109	1.400	3.320
- Río Pilcomayo	200	850	5.998
- Río Alto Paraguay	-	1.140	-

Los ríos más importantes dentro la Cuenca cerrada del Altiplano son:

- Río Suches	12,6	600	392.6
- Río Keka	-	-	-
- Río Batallas	1,4	485	43.5
- Río Sehuenca	1,15	480	35.8
- Río Guaqui	-	-	-
- Río Desaguadero	-	370	-
- Río Mauri	-	-	-
- Río Lauca	-	-	-
- Río Marquez	-	350	0.73
- Río Lacajahuira	-	-	-
- Río Grande de López	-	-	-

c) El potencial estimado de aguas subterráneas.

Se han efectuado solo estudios puntuales de prospección sísmica y geofísica como:

- La Corporación Boliviana de Fomento (CBF) en 1954 por la zona del Chaco.
- La Dirección del Ejército Nacional en 1965 perforó 2 pozos en la Estación Experimental de Patacamaya.
- La Misión Francesa Intrafor-Cofor realizó estudios de prospección en el Altiplano Norte y parte del Altiplano Central.
- Naciones Unidas con el proyecto Bol/14 de 1967 a 1993 estudió las aguas subterráneas del Altiplano Norte, el Triángulo de Caracollo - Paria y Oruro, Valle Alto y medio de Cochabamba y Valle de Tarija habiéndose perforado pozos de observación y pozos de futuro aprovechamiento; De los cuales actualmente se explotan 3 en el Altiplano Norte, 8 en Oruro, 20 en Cochabamba y 2 en Tarija.

d) Información no disponible.

1.3. Propiedades Agrícolas.

En 1979 se cultivó 1.157.795 Has. con un total de 1'075.239 trabajadores, con una relación hombre/tierra de 0,93.

TAMAÑO DE LA PROPIEDAD SEGUN LA LEY DE REFORMA AGRARIA

Z O N A S	PEQUEÑAS Has.	MEDIANAS Has.	EMPRESAS Has.
Orillas Lago Titicaca	10	80	400
Orillas Lago Poopó	15	--	--
Altiplano Sur	35	150-150	800
Valles Abiertos c/riego	6	60	500
Valles Abiertos secanos	12	150	500
Valles cerrados c/riego	4	40-80	80-150
Valles cerrados secano	8	--	80-150
Vitícolas	3	24	--
Cabecera de Valle	20	200	--

Valles abiertos regados (1)	-	20-50	--
Valles abiertos secanos (1)	--	100-150	--
Sub-zona Yungas	10	150	--
Sub-zona Santa Cruz	50	500	--
Sub-zona Chaco	80	600	--
Sub-tropical	--	500	--
Zona Sub-tropical y tropical	--	---	2000
Propiedad ganadera oriental	500	2500	50000

DISTRIBUCION PORCENTAJE DE PROPIEDADES AGROPECUARIAS EN LOS VALLES ALTIPLANO Y ORIENTE 1979 (1)

TAMAÑO DE HECTAREAS	VALLES Y ALTIPLANO %	ORIENTE %
Menos de 1	24.75	2.25
1 - 2.99	23.70	7.10
3 - 4.99	15.50	6.90
5 - 9.99	16.70	9.20
10 - 19.99	13.65	14.18
20 - 34.99	3.70	14.40
35 - 49.99	1.80	8.90
50 - 74.99	1.50	22.50
75 - 99.99	0.60	1.70
100 - 199.99	0.58	2.20
200 - 499.99	0.40	2.80
500 - 999.99	0.09	2.50
1000 - 2.499.999	0.03	2.90
2500 - 4.999.99	0.00	1.15
5000 - 9 999.99	0.00	0.70
10000 - y más	0.000	0.62
	100.00	100.00

(1) Estimación

FUENTE: Servicio Nacional de Reforma Agraria 1975.

1.4. Población. (Cifras estimadas a 1983)

		%	Tasa	Crec. (%)
a) Población Total	5'800.000			
Población Urbana	2'320.000	40	2.7	A
Población Rural	3.480.000	60	1.7	B
b) - Población total económicamente activa en el país = 1'950.575 personas.				
- Población total económicamente activa dedicada a las actividades agropecuarias = 1.235.494 personas.				
- Porcentaje de la población activa sobre la población total = 33.6%				
- Porcentaje de la población dedicada a la agricultura sobre la población activa total = 63,3%				

1.5. Producto Interno Bruto (PIB)

Bolivia: Producto Interno Bruto (Millones de pesos de 1970) 1/

Sector	Año 1976		Año 1977		Año 1978		Año 1979		Año 1980	
	Valor	%	Valor	%	Valor	%	Valor	%	Valor	%
Agropecuario	2.991	16.0	2.890	15,9	2.968	15.9	3.027	15.9	3.078	16.0

1/ 1.00 \$us. = 20.00 pesos bolivianos

1.6 Area total cultivada y con riego y/o drenaje

- Area total cultivada = 1'300.000 Has. (1981) - 882.000 Has. (1983) \*/
- Area con riego = 100.000 Has. (1981) - 60.000 Has. (1983) \*/
- Valor total de la producción agrícola = 720.546.400.00 \$us. (año 1980)
- Valor total de la producción agrícola en áreas con riego = \$us. 216.163.920 (año 1980)
- Aproximado es el 30%.

Año	Area Total Cultivada (Ha.)	Area Total a secano (Ha.)	%	Area Total con riego (Ha.)	%
1977	1'007.846	922.846	91.5	85.000	8.5
1978	1'121.585	1'031.585	92.0	90.000	8.0
1979	1'157.795	1'062.795	91.8	95.000	8.2
1980	1'193.960	1'093.960	91.6	100.000	8.4

\*/ Disminución de áreas debido a las sequías.



**1.7 Principales Productos Agrícolas de Exportación e Importación.**

**Importación de Productos (Dólares precios CIF)**

	a)	b)	c)	d)	e)
1976	2.030.508	15.734.875	7.463.601	26.198.571	10.659.606
1977	2.726.214	16.872.451	11.030.499	18.055.288	20.075.254
1978	3.861.119	22.881.550	21.860.666	23.271.604	39.445.948
1979	2.788.696	24.018.663	15.419.968	20.735.227	35.326.180
1980	3.118.010	15.319.498	17.120.179	20.554.477	41.052.298

- a) Comprende (Carnes de bovinos, pescados, harina de pescado, embutidos, etc.)  
 b) Comprende (Grasas de cerdo, aceite de porcino, lanolina, glicerina, Degras).  
 c) Comprende (Crema de leche, mantequilla, quesos)  
 d) Comprende (Harina de trigo, harina de legumbres secos)  
 e) Comprende (avena, cebada, arroz y maíz).

**Exportación de Productos (En millones de Dólares)**

<u>Productos</u>	<u>Año 1975</u>	<u>Año 1980</u>
Algodón fibra	18.1	0.9
Azúcar	17.4	51.2
Maderas	11.1	23.4
Café	2.2	2.9
Goma	2.3	4.7
<b>T o t a l</b>		<b>83.1</b>

**1.8 . Destino de la Producción Agrícola Nacional.**

<u>Años</u>	<u>% del valor de la Producción Agrícola Nat. destinada al consumo interno directo.</u>	<u>% del valor de la Producción Agrícola Nat. destinada a la Agroindustria</u>	<u>% del valor de la - Producción Agrícola Nat. destinada a la Exportación.</u>
1980	74.4 %	14.0 %	11.6 %

**2. Areas con Riego y/o Drenaje.**

**2.1. Areas comprendidas en los Sistemas, Proyectos o Distritos de Riego, públicos o privados.**

El área actual bajo riego estimado para las diferentes regiones del país es el siguiente: 1/

**1. Sistemas de Riego Bajo Administración del MACA.**

a) Sistema Nacional de Riego N° 1. La Angostura en Cochabamba	6.000	Has.
b) Sistema Nacional de Riego N° 2. Tacagua en Oruro	4.300	"
c) Sistemas Agropecuarios bajo riego BOL/80/004 en Valles de Cochabamba con aguas subterráneas	700	"

Sub-Total **11.000** "

**2. Sistemas de Riego Administrados por otras Instituciones del Estado y Agrupaciones Campesinas.**

a) Sistema de Riegos de Culpina en Chuquisaca	2.500	Has.
b) Sistema de Riegos de Palcoco en La Paz	2.000	"
c) Sistema de Riegos de Suriquina en La Paz	2.000	"
d) Sistema de Riegos de Patamanta en La Paz	1.500	"
e) Sistema de Riegos de Tupaj Katari en La Paz	1.800	"
f) Sistema de Riegos de El Choro en Oruro	1.000	"
g) Sistema de Riegos de Arani en Cochabamba	1.000	"
h) Sistema de Riegos de Talacocha en Potosí	500	"
i) Sistema de Riegos de Koari en Cochabamba	1.700	"
j) Sistema de Riegos de Chaquí en Potosí	1.500	"
k) Sistema de Riegos de Abapó-Izozog en Santa Cruz (COFADENA)	550	"
l) Sistema de Riegos de Belén Keka en La Paz	800	"
m) Sistema de Riegos de Huancaroma en Oruro (privado)	700	"
n) Sistema de Riegos de Villamontes en Tarija (CBF)	450	"

Sub-Total **18.000** "

**3. Sistemas de Riego Pequeños y Microsistemas.**

a) Microsistemas de riego en el Altiplano Norte	2.500	"
b) Microsistemas de riego en Altiplano Central	3.000	"
c) Microsistemas de riego en el Altiplano Sud	500	"
d) Pequeños aprovechamientos en Valles Interandinos de La Paz	3.500	"
e) Pequeños aprovechamientos en cabeceras de Valle y Valles de Cochabamba.	12.000	"
f) Pequeños aprovechamientos en cabeceras de Valle y Valles de Potosí.	10.000	"
g) Pequeños aprovechamientos en cabeceras de Valle y Valles de Chuquisaca	6.000	"
h) Pequeños aprovechamientos en Valles de Santa Cruz	3.500	"
i) Pequeños aprovechamientos en Valles de Tarija	13.000	"
j) Pequeños aprovechamientos en Zonas Subtropicales y Tropicales	7.000	"
k) Otros aprovechamientos efectuados por SNDC, Corporaciones y particulares.	10.000	"

Sub-Total **71.000** "

**T O T A L : 100.000** Has.

**NOTA:** El área consignada corresponde a años normales.

Debido a la sequía 1982-1983 se estima que la superficie regada en esta gestión fué apenas de un 60%

1/ Datos actualizados a diciembre de 1982.



### 3. Leyes y Reglamentos relacionados con la irrigación;

La legislación vigente sobre aguas, se encuentra dispersa en el Código Civil de 1830, en la Ley General de Aguas en forma de Decreto de 1879 y convertida a Ley recién en noviembre de 1906, en el Código de Minería, en las leyes especiales de Reforma Agraria sobre servidumbres (noviembre de 1874), en el Sistema de Riego de la Angostura (enero de 1945) y numerosas otras normas que versan sobre la materia.

Por tanto la sola manción del hecho de que, el Código Civil fué dictado hace más de un siglo y la Ley General de Aguas hace casi un siglo, bastó para mostrar la necesidad de actualizar la legislación de aguas, En este sentido las Autoridades Nacionales se han preocupado de elaborar un anteproyecto, con asesoramiento de INELA que sirve al ordenamiento del desarrollo de los recursos hídricos.

La nueva Ley de Aguas proyectada, es un conjunto de disposiciones normativas, metódicas y sistemáticamente ordenadas, que tiene por objeto reglar el dominio de las aguas, las relaciones jurídicas que imponen su uso, la defensa contra sus efectos dañosos y el régimen jurídico de las obras hidráulicas necesarias para su aprovechamiento.

Esta Ley se inspira en una filosofía diferente a la que sostiene el Código Civil de 1830 y en Ley General de 1906 donde el concepto de propiedad esta imbuido de una ideología liberal individualista, en la que los derechos concebidos bajo ella, no es necesario que cumplan una función social. En cambio, la nueva ley, concibe el agua en cualquiera de sus formas como un bien público que debe ser útil a la colectividad y que debe usarse racional y funcionalmente.

La Ley de autoridad de Aguas, trata de la creación de un Organismo Central que dirija todas las actividades de la Política Hidráulica del país. O sea el Organismo que administre las aguas en Bolivia con capacidad, flexibilidad y funcionalidad de acuerdo a las particularidades del medio - nacional.

Ultimamente el Primer Foro Nacional auspiciado por el H. Senado Nacional y realizado en la ciudad de Santa Cruz entre el 15 y 17 de junio pasado, recomendó al Poder Legislativo la aprobación de un Proyecto de Ley General de Recursos Hídricos y al Ejecutivo su promulgación; asimismo, también aprobaron la Creación de la Autoridad de Aguas a nivel nacional y departamental con atribuciones técnicas y administrativas.

#### 3.4 Reglamentos Generales

Se tiene el Reglamento de Aguas para irrigación actualmente vigente en el MACA en sus 8 Capítulos y 85 artículos mediante Resolución Ministerial N° 210/67 en fecha 1° de agosto de 1967, que contiene normas sobre:

- a) Derechos de uso del agua en la irrigación
- b) Autorizaciones y concesiones para el uso y aprovechamiento del agua de riego.
- c) Distribución de aguas para irrigación.
- d) Administración de las aguas y tribunales del riego.
- e) Obras requeridas para el riego y su conservación.
- f) Aguas subterráneas.
- g) Sistemas de riego.
- h) Disposiciones generales.

### 3.5 Reglamentos específicos

Se tiene los reglamentos de los Sistemas de Riego N° 1 La Angostura de Cochabamba y N° 2 Tacagua de Oruro aprobados por Decreto Ley de 9 de enero de 1945 y de 6 de julio de 1961 que contiene aspectos reglamentarios sobre:

- a) De la organización del Sistema de riegos.
- b) De la construcción del Sistema.
- c) De la Conservación de las obras.
- d) De la administración del Sistema - Servicio de aguas.
- e) De las recaudaciones.
- f) Del presupuesto.

### 4. Aspectos Institucionales

#### 4.1 Autoridad Nacional

Actualmente el MACA a través de su Dirección Nacional de Cuencas Hidrográficas es el organismo que ostenta la máxima autoridad a nivel nacional en relación con la definición y supervisión de la política nacional de riego con el Reglamento de aguas para irrigación aprobada con Resolución Ministerial N° 210/67 de 1° de agosto de 1967.

#### 4.2 Autoridad de Aguas

No existe, se espera la promulgación de la nueva Ley General de Aguas.

#### 4.3 Otras autoridades en materia de Riego y Drenaje

Entre éstas se tiene a:

- a) El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) que depende del Ministerio de Aeronáutica que registra y procesa toda la información hidrometeorológica.
- b) El Servicio Nacional de Desarrollo de Comunidades que depende del Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios, se ocupa de proyectos de pequeño riego.
- c) Departamento de Hidrología Naval que depende del Ministerio de Defensa.
- d) Empresa Nacional de Electrificación que depende del Ministerio de Energía e Hidrocarburos.
- e) Servicio Geológico de Bolivia que estudia las aguas subterráneas y efectúan perforaciones y depende del Ministerio de Minas.
- f) El Departamento de Saneamiento ambiental y Servicios de Agua Potable (SAMAPA SEMAPA) que dependen del Ministerio de Previsión Social y Salud Pública.
- g) Corporación Boliviana de Fomento que depende del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- h) Corporaciones Regionales de Desarrollo Departamentales.

#### 4.4 Coordinación Interinstitucional

No existe, debido a que no se ha promulgado la Ley General de Aguas, ni se ha creado la Autoridad Nacional de Aguas.

4.5 Recursos Humanos

Institución	Personal Profesional	Personal medio	Personal No técnico	Requerimiento Personal Profesional años 1990-2000	Personal medio
MACA	10	20	70	100	300
SNDC	5	4	40	30	60
GEOBOL	4	10	50	20	50
CBF	2	5	10	10	25
CORDEPAZ	3	6	Eventual	20	40
CORDECO	5	10	id.	40	60
CORDECruz	3	6	id.	20	40
CORDECH	4	8	id.	30	50
CORDEOR	2	5	id.	10	26
CODETAR	2	5	id.	20	40

5. Líneas prioritarias de investigación en riego y drenaje

Solamente las facultades de Agronomía de Cochabamba, Santa Cruz, Tarija y Potosí están llevando a cabo investigaciones sobre: Usos Consuntivos, eficiencias de conducción y distribución y métodos de aplicación del agua a nivel de parcela.

6. Volumenes de agua actualmente utilizados en las áreas bajo riego y requerimientos estimados para los años 1990 y 2000

- Volumen total anual estimado:

Sistema Nl. de riego N° 1 La Angostura	=	60.000.000 m3
Sistema Nl. de riego N° 2 Tacagua	=	30.000.000 m3
Sistema de riego Bol/80/004 Cochabamba	=	5.000.000 m3.

Sistemas de riego administrados por instituciones privadas y agrupaciones campesinas (aprox. 18.000 Has.)	=	126.000.000 m3.
---	---	-----------------

Sistemas de riego pequeños y microsistemas manejados por comunidades campesinas (aprox. 71.000 Has.)	=	355.000.000 m3
--	---	----------------

Aproximado Total:		576.000.000 m3.
-------------------	--	-----------------

- Volumen total anual estimado para los años 1990 y 2000

No determinado

7. Eficiencias del Uso de las Aguas de los proyectos públicos

Sistemas de riego	Localización	Eficiencia de Conducción	Eficiencia de Operación	Eficiencia de Aplicación	Eficiencia Total
La Angostura	Cochabamba	72 %	70 %	60 %	30 %
Tacagua	Oruro	70 %	60 %	55 %	23 %
Culpina	Chuquisaca	70 %	55 %	50 %	20 %
Talacocha	Potosí	70 %	60 %	65 %	27 %
Otros	Diferentes comunidades	60 %	50 %	50 %	15 %

**Promedios de eficiencias que se pretende alcanzar entre 1990 a 2000**

La Angostura	Cochabamba	90 %	85 %	75 %	58 %
Tacagua	Oruro	90 %	80 %	70 %	52 %
Culpina	Chuquisaca	80 %	75 %	70 %	42 %
Talacocha	Potosí	85 %	80 %	70 %	46 %
Otros	Diferentes comunidades	80 %	75 %	70 %	42 %

**8. Información complementaria**

**8.1 Políticas de riego**

Las políticas que va encarar el Gobierno Constitucional y que están encaminadas a la satisfacción de las necesidades básicas (alimentos y materias primas) de los habitantes del medio rural y urbano son:

- a) Perfeccionar el sistema de planificación y ordenamiento de los recursos hídricos para lograr una mejor concepción y una más rápida ejecución de los proyectos de aprovechamiento de los recursos hídricos (formulando planes, programas, proyectos y actividades técnicamente factibles y económicamente viables).
- b) Incrementar las áreas de cultivo con infraestructura de riego y drenaje: Forman parte de esta política, la rehabilitación de los actuales sistemas de riego, la habilitación de nuevas superficies bajo riego y la reincorporación a la producción de áreas ensalitradas y con problemas de inundaciones
- c) Aumentar la eficiencia del riego: Forman parte de esta política, la aplicación de reglas de operación tanto de los aprovechamientos de aguas superficiales como de los subterráneos; el mantenimiento y conservación de la infraestructura hidroagrícola existente; el mejoramiento y modernización de los sistemas de conducción y distribución; el aumento de la eficiencia a nivel parcelario mediante el impulso a la tecnificación del riego, la nivelación de tierras y otras medidas; la reestructuración y actualización de las tarifas de riego que cubran cuando menos el costo de operación, mantenimiento y conservación de las obras; la entrega racional del agua a nivel de parcela, y la sustitución y diversificación de los cultivos tomando en cuenta la disponibilidad del recurso agua.

- d) Atender con prioridad la conclusión de las obras hidráulicas en proceso de ejecución o con estudios concluidos, canalizando los mayores esfuerzos en la construcción, operación y administración correcta de los proyectos que ofrecen mejores posibilidades para impulsar el desarrollo económico y social del país.
- e) Buscar y fomentar la plena participación del campesinado organizado, en el desarrollo de los proyectos de riego, desde la fase de estudios, pasando por las de construcción y operación, hasta el mantenimiento y conservación.
- f) Lograr un desarrollo más armónico del país y beneficiar a la población campesina de bajos recursos, canalizando los mayores esfuerzos en la construcción, operación, mantenimiento y correcta administración coparticipativa en las pequeñas unidades de riego y otros aprovechamientos menores de los recursos hídricos.

## Cultivos en Areas de Secano y en Areas de Riego: (Año Agrícola 1980)

Cultivos	Superficie Total (Ha.)		Area de Secano (Ha.)		Area de Riego (Ha.)		Producción Total (Tn)		A Secano (Tn)		Con Riego (Tn)		Precio \$US./Tn		Valor de la Producción con Riego (\$US)		Valor de la Producción con Riego sobre el total (\$US)		% del Area de Riego sobre el total con Riego		% del Area de Riego sobre el total con Riego		% del Valor sobre el total con Riego		
	Total	de Riego	Total	de Riego	Total	de Riego	Total	de Riego	Total	de Riego	Total	de Riego	Total	de Riego	Total	de Riego	Total	de Riego	Total	de Riego	Total	de Riego	Total	de Riego	
	100.370	100.370	---	---	60.140	60.140	60.140	60.140	---	---	---	---	253.32	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	75.790	75.790	---	---	48.555	48.555	48.555	48.555	---	---	---	---	220.00	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	293.480	268.480	25.000	25.000	333.365	303.365	303.365	303.365	50.000	50.000	50.000	50.000	270.84	13.942.000	13.942.000	22.48	2.00	2.00	24.54	24.54	25.0	25.0	12.90	1.93	
	168.530	123.530	45.000	45.000	426.620	366.620	366.620	366.620	360.000	360.000	360.000	360.000	230.56	83.001.600	83.001.600	10.34	3.76	3.76	11.29	11.29	45.0	45.0	13.65	11.52	
	21.895	11.895	10.000	10.000	17.130	17.130	17.130	17.130	20.000	20.000	20.000	20.000	186.28	3.725.600	3.725.600	1.00	0.83	0.83	1.08	1.08	10.0	10.0	0.44	0.51	
	65.565	65.565	---	---	3.080.135	3.080.135	3.080.135	3.080.135	---	---	---	---	21.20	---	---	5.49	---	---	6.00	6.00	---	---	9.06	---	
	4.835	---	4.835	4.835	---	---	---	---	31.895	31.895	31.895	31.895	160.28	5.102.514	5.102.514	---	0.40	0.40	---	---	4.8	4.8	---	0.70	
	2.490	---	2.490	2.490	---	---	---	---	22.060	22.060	22.060	22.060	196.00	4.323.760	4.323.760	---	0.20	0.20	---	---	2.5	2.5	---	0.60	
	15.330	2.655	12.675	12.675	298.000	298.000	298.000	298.000	31.860	31.860	266.140	266.140	64.40	17.139.616	17.139.616	0.22	1.06	1.06	0.24	0.24	12.7	12.7	0.28	2.37	



**VII SEMINARIO  
LATINOAMERICANO  
DE IRRIGACION**

**SANTIAGO DE CHILE, 28 DE NOVIEMBRE  
AL 2 DE DICIEMBRE DE 1983**

**DOCUMENTO B-3**

**INFORME NACIONAL DE BRASIL**

**"A IRRIGACAO NO BRASIL"**

**Por: Dr. José María Costa (\*)**

---

**(\*) Coordinador de Irrigación Ministerio del Interior.**





## 1. APRESENTAÇÃO

O presente trabalho foi elaborado pela equipe técnica do Núcleo de Irrigação, unidade da Subsecretaria de Programas Regionais, da Secretaria de Planejamento do Ministério do Interior.

Objetiva o referido documento servir de base ao proferimento de Palestra pelo representante do Ministério do Interior no "VII Seminário Latinoamericano de Irrigação", a realizar-se na cidade de Santiago, Chile, no período de 29 de novembro a 03 de dezembro de 1983.

O seu conteúdo constitui-se de seis grandes itens, a saber: Apresentação, Informação Geral, Leis e Regulamentos relacionados com a Irrigação, Aspectos Institucionais, a Irrigação no País e o Futuro da Irrigação no Brasil.

O "Seminário Latinoamericano de Irrigação", que ora se realiza no Chile, é uma promoção do Governo da República do Chile e do Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura - IICA. Tem como finalidade precípua, a discussão da problemática da irrigação no âmbito dos Países Latinoamericanos, com a participação de técnicos do mais alto nível no campo da irrigação e drenagem.

Sem dúvida nenhuma, se constitui num evento da maior importância para o desenvolvimento da agricultura irrigada nessa parte do Continente Americano, principalmente tendo em vista que estarão reunidos, durante o período de aproximadamente uma semana, especialistas do mais alto nível no campo da irrigação de todos os Países Latinoamericanos, onde não somente a troca de experiências será um dos pontos mais relevantes, como a discussão de novas estratégias a serem propostas daqui para frente.

## 2. INFORMAÇÃO GERAL

### 2.1. Área

O Brasil é o quarto país do mundo em extensão do território, com cerca de 8.500.000 km<sup>2</sup> de superfície contínua, dos quais aproximadamente 600.000 (7%) estão localizados no hemisfério norte e os restantes 7.900.000 (93%) no hemisfério sul. A superfície brasileira é equivalente a 47% da América do Sul. A linha costeira tem aproximadamente 7.400 quilômetros e as fronteiras terrestres 15.700 quilômetros.

### 2.2. População

A população brasileira atual é de 125 milhões de habitantes, dos quais 29% correspondem ao Nordeste (36 milhões), e 43% ao Sudeste (54 milhões), regiões onde se encontram concentradas as três quartas partes da população total do País.

A densidade de população a nível global é de 14,7 habitantes/km<sup>2</sup>, mas as variações regionais são muito amplas, oscilando desde menos de 1 hab/km<sup>2</sup> em Roraima, até quase 100 hab/km<sup>2</sup> no Distrito Federal.

Naturalmente, nesses cálculos não se consideram as altíssimas densidades das áreas metropolitanas, por exemplo Rio de Janeiro e São Paulo, com densidades acima de 3.600 hab/km<sup>2</sup>, para onde converge um forte fluxo migratório, especialmente a partir da região Nordeste.

### 2.3. Hidrografia

A rede hidrográfica do Brasil constitui uma das maiores do mundo, com oito (8) bacias. A maior é a do Rio Amazonas, com mais de 4.700.000 km<sup>2</sup>, isto é, 56% da área total do País. As outras bacias importantes são as do Nordeste (880.000 km<sup>2</sup>), do Leste (570.000 km<sup>2</sup>) e do Sudeste (223.000 km<sup>2</sup>), e as dos rios São Francisco (630.000 km<sup>2</sup>), Paraguai (345.000 km<sup>2</sup>), Paraná (890.000 km<sup>2</sup>) e Uruguai (178.000 km<sup>2</sup>).

Do ponto de vista do potencial para irrigação, o mais importante é o rio São Francisco, com 3.200 km de comprimento e um vale que permitiria irrigar até 4 milhões de hectares, de solos de excelente qualidade. Igualmente importante é o po

tencial energético, para geração de eletricidade, Parcialmente aproveitado na atualidade.

Na parte da região Nordeste que não tem acesso ao rio São Francisco, a situação hidrológica de regime pluviométrico irregular vê-se agravada pela baixa permeabilidade dos materiais do subsolo, pelas cheias violentas e as estiagens prolongadas que são fenômenos frequentes. Ali, os rios são em sua grande maioria intermitentes às vezes, os meses sem escoamento elevam-se à cifra de 11, com um mínimo de 4 e uma média de 6,7.

Para compatibilizar estas duas situações relativamente vizinhas e extremas de falta de água no Nordeste e abundância no Rio São Francisco, o Governo Federal tem tido um ambicioso projeto, cuja estratégia básica se apresenta mais adiante, ao analisar a potencialidade do País em matéria de irrigação.

#### 2.4. Regime de Propriedade

Existem no Brasil aproximadamente 5 milhões de estabelecimentos agropecuários, com uma área total de 325 milhões de hectares. Um pouco mais da metade das unidades agrícolas são menores de 10 hectares, ocupam 3% da área total e são responsáveis por 15% da produção do País.

Acrescentando a estas cifras os estabelecimentos até 100 hectares, o conjunto atinge 90% do total de unidades, 53% da produção e 34% da área global registrada.

Existem, no entanto, grandes diferenças regionais. A região Nordeste, em confronto com a Sudeste, conta com mais do dobro dos estabelecimentos de menos de 10 hectares. Esses estabelecimentos obtinham, na década 1970-80, 29% da produção total da região, contra 11% no Sudeste e 15% no Brasil.

A estrutura agrária do Sudeste se destaca pela predominância dos estabelecimentos de 10 a 1000 ha; em torno de 75% da produção provêm desses estabelecimentos, quais ocupam pouco mais de 70% da área agropecuária da região.

#### 2.5. Aspectos Econômicos

O valor do Produto Interno Bruto Brasileiro atingiu em 1980 o montante aproximado de US\$ 240 bilhões, com valor "per capita" em torno de US\$ 2.000.

No período de 1970-1980 o PIB cresceu a uma taxa média anual da ordem de 8,7%, enquanto que o PIB "per capita" variou a uma taxa média anual de 6%, no mesmo período, para um crescimento médio da população de 2,5%.

O Setor Agrícola tem grande participação na formação da Renda Interna do País, em torno de uma taxa média anual de 12%, no mesmo período de 1970-1980.

Em 1980, a participação setorial na formação da Renda Interna do País, considerando os três grandes setores foi a seguinte:

- Setor primário	13,0 %
- Setor secundário	34,0 %
- Setor de serviços	53,0 %
Total	<u>100,0 %</u>

Apesar da desaceleração do ritmo de crescimento do comércio mundial nos últimos anos, e da manutenção de políticas protecionistas nos países industrializados o valor das vendas ao exterior, de produtos brasileiros, atingiu no ano de 1980 o montante de US\$ 20.000 milhões, representando um aumento de 32,1% em relação ao anterior. Nos anos seguintes de 1981 e 1982, as exportações brasileiras foram respectivamente de US\$ 23.293,0 e US\$ 20.175,1 milhões.

#### 2.6. Setor Agrícola

As terras aráveis nas quais se desenvolve a agricultura (aproximadamente 100 milhões de hectares) são distribuídas da seguinte maneira:

QUADRO Nº 1  
 ÁREA COLHIDA (ha) QUANTIDADE PRODUZIDA (t) E  
 RENDIMENTO MÉDIO (kg/ha) DOS PRINCIPAIS PRODUTOS AGRÍCOLAS

PRODUTO	ÁREA COLHIDA (ha)	PRODUÇÃO (t)	RENDIMENTO MÉDIO (kg/ha)
Abacaxi	25.200	377.200	15.000
Alfafa	10.400	81.150	7.800
Algodão herbáceo	1.353.500	1.439.300	1.060
Alho	12.350	40.300	3.260
Amendoim	313.000	482.800	1.540
Arroz	6.250.000	9.775.700	1.560
Aveia	75.500	75.600	1.000
Batata doce	83.500	726.450	8.700
Batata inglesa	181.000	1.939.500	10.700
Cana-de-açúcar	2.608.000	148.650.500	57.000
Cebola	67.000	694.500	10.360
Cevada	72.000	74.700	1.040
Fava	133.000	36.700	275
Feijão	4.643.400	1.968.200	420
Fumo	316.400	404.900	1.280
Juta	26.200	27.700	1.060
Malva	45.700	50.050	1.095
Mamona	440.500	280.700	640
Mandioca	2.015.900	23.465.650	11.640
Melancia	69.700	98.300	1.410
Melão	5.670	37.900	6.680
Milho	11.450.300	20.372.100	1.780
Soja	8.774.000	15.155.800	1.730
Sorgo	78.200	180.300	2.300
Tomate	50.100	1.535.300	30.640
Trigo	3.122.100	2.701.600	865

FONTE: Cifras arredondadas de SEPLAN - Culturas temporárias e permanentes. Vol. 8 - Tomo 8. IBGE, 1980

damente 50 milhões de hectares), representam 6% da superfície do País. O quadro nº 1 apresenta dados sobre a produção e produtividade no Brasil, podendo-se apreciar os seguintes fatos:

a) as médias nacionais de produtividade são baixas, quando comparadas com as de outros países da América Latina;

b) estas baixas médias de produtividade a nível nacional, devem-se às grandes diferenças regionais. Assim, por exemplo, enquanto o arroz no sul alcança 4.000 ou mais quilos/ha/safra, igualando as produtividades médias do continente, no Centro-Oeste dificilmente chega-se a 2.000 quilos. A média da produtividade do milho, porém, é deprimida pelas baixíssimas produtividades dos cultivos de subsistência espalhados por todo o País;

c) na atualidade, com a única exceção importante do arroz no sul, a agricultura nacional depende das condições climáticas. As flutuações anuais da produção dos rendimentos unitários, acompanham o ciclo das chuvas, afetando produtos tão importantes como a soja, algodão, milho, feijão e cana-de-açúcar;

d) o crescimento da produção agrícola tem-se produzido pela expansão horizontal e não por aumentos na produtividade das culturas.

Do mesmo quadro nº 1, pode-se deduzir que a principal cultura no Brasil, em termos de área plantada, é o milho, com quase 11,5 milhões de hectares. Seguem em ordem de importância, a soja, com 8,8 milhões, o arroz com 6,25 milhões e o feijão com 4,6 milhões de hectares plantados.

### 3. LEIS E REGULAMENTOS RELACIONADOS COM A IRRIGAÇÃO

#### 3.1. Antecedentes

O ordenamento jurídico brasileiro, no campo do Direito Civil, corporificou-se, de maneira sistemática, com a promulgação do Código Civil Brasileiro, através da Lei nº 3.071, de 19 de janeiro de 1916.

Até então, toda a matéria do Direito Civil era tratada, no Brasil, através de leis esparsas, decretos, alvarás, resoluções, uso e costumes das Ordenações do Reino, inspirados, ainda, nos princípios do Direito Romano, tudo isso revogado pelo Art. 1.809 do Código Civil.

Em 1907, houve uma tentativa de se editar um Código de Águas, cujo projeto foi elaborado pelo jurista Alfredo Valadão, ficando o projeto retido na Câmara dos Deputados, sem solução.

Dez anos depois, surgiu o Código Civil; em 1934, o Código de Águas; finalmente, em 1979, a Lei de Irrigação.

#### 3.2. Instrumentos Legais Vigentes

##### 3.2.1. Constituição

Define os bens da União e dos Estados-membros, dentre eles, as águas públicas. Aspectos importantes nesse sentido são os seguintes:

Art. 49 - Incluem-se entre os bens da União:

II - os lagos e quaisquer correntes de água em terrenos do seu domínio, que banhem mais de um Estado, constituam limite com outros países ou se estendam a território estrangeiro;

Art. 59 - Incluem-se entre os bens dos Estados os lagos em terrenos de seu domínio, bem como os rios que neles têm nascente e foz...

A Constituição cuidou apenas das águas públicas e estas são do domínio da União ou dos Estados, ficando excluídos os Municípios.

As águas particulares são tratadas pelo Código Civil e pelo Código de Águas.  
3.2.2. Código de Águas

O Código de Águas (Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934) estabelece uma classificação de águas muito complexa. Em termos globais, as águas se classificam em públicas, comuns, particulares e águas comuns de todos.

As águas públicas (Art. 1º) se subdividem em águas de uso comum e dominicais.

As águas públicas de uso comum estão definidas assim:

"São públicas de uso comum, em toda a sua extensão, as águas dos lagos, bem como dos cursos d'água naturais, que em algum trecho, sejam flutuáveis ou navegáveis por um tipo qualquer de embarcação".

As águas dominicais (Art. 6º) são "todas as águas situadas em terrenos que também o sejam, quando as mesmas não forem do domínio público de uso comum, ou não forem comuns".

Dominicais são os terrenos que constituem patrimônio da União, dos Estados ou dos Municípios, como objeto de Direito pessoal ou real de cada uma dessas entidades (Art. 66, III do Código Civil).

Águas comuns (Art. 7º) são "as correntes não navegáveis ou flutuáveis e de que essas não se façam".

Águas Particulares (Art. 8º) são as nascentes e todas as águas situadas em terrenos que também o sejam, quando as mesmas não estiverem classificadas entre as águas comuns de todos, as águas públicas ou as águas comuns. A noção de águas particulares, como se observa, forma-se por exclusão.

Águas Comuns de todos (Art. 34 e 35) são aquelas cujo uso se limita às primeiras necessidades da vida: beber, consumo doméstico, lavar roupas, dessedentar animais. O seu uso é gratuito. É uma servidão regida pelos artigos supra citados do Código de Águas e pelo Código Civil.

Os artigos 43 a 52 tratam, sucintamente, de irrigação, envolvendo, nas mesmas disposições legais, a derivação das águas públicas para utilização na indústria e na higiene. Os citados artigos 43 a 52 exigem concessão (no caso de utilidade pública); não se verificando esta, é bastante uma autorização, que será dispensada, se a derivação for insignificante.

A Portaria nº 468, de 31 de março de 1978, do Ministério das Minas e Energia, considera "derivação insignificante" aquela que apresentar até 20% (vinte por cento) da média das vazões mínimas no trecho do curso d'água em que se verificar a derivação, acrescentando que, "em nenhum caso, o volume derivado poderá exceder a 1 m<sup>3</sup>/s (um metro cúbico por segundo)".

### 3.2.3. Código Civil

O Código Civil Brasileiro, ao dispor sobre águas, não se refere, propriamente, à irrigação.

Os artigos 566 e 567 referem-se à utilização de águas pluviais ou de rios públicos, em proveito agrícola ou industrial. O conteúdo desses artigos é o seguinte:

Art. 566 - As águas pluviais que correm por lugares públicos, assim como as dos rios públicos, podem ser utilizadas, por qualquer proprietário dos terrenos por onde passem, observados os regulamentos administrativos.

Art. 567 - É permitido a quem quer que seja, mediante prévia indenização aos proprietários prejudicados, canalizar, em proveito agrícola ou industrial, as águas a que tenha direito, através de prédios rústicos alheios, não sendo chácaras ou sí

tios murados, quintais, pátios, hortas, ou jardins.

Parágrafo único - Ao proprietário prejudicado, em tal caso, também assiste o direito de indenização pelos danos, que de futuro lhe advenham com a infiltração ou a irrupção das águas, bem como com a deterioração das obras destinadas a canalizá-las.

#### 3.2.4. Leis de Irrigação

##### a) Lei nº 4.593, de 29 de dezembro de 1964

Diz em seu preâmbulo, que "disciplina a desapropriação para as obras de combate às secas do Nordeste".

Este diploma legal, entretanto, é, no fundo, uma lei de irrigação, com aplicação no Nordeste, incluindo parte do Estado de Minas Gerais.

Além de ser o primeiro diploma legal, através de Lei Federal, sobre irrigação, no Brasil, traz uma novidade de grande interesse público: criação de um "Fundo de Irrigação" para o Nordeste (Art. 32).

Esta Lei, embora não revogada, foi absorvida pelas disposições da chamada Lei de Irrigação, Lei nº 6.662, de 25.06.79, com vigência em todo o País.

##### b) Decreto nº 75.510, de 19 de março de 1975

A irrigação no Brasil, através de projetos públicos, é recente.

A aplicação de investimentos públicos, com recursos orçamentários da União em infra-estruturas de irrigação, impôs a criação e cobrança de tarifas em projetos públicos. O Decreto em epígrafe regula a matéria, estabelecendo em seu Art. 48 critérios sobre o valor das tarifas e cobrança das mesmas. A tarifa é composta pela cobrança de uma parcela correspondente ao uso da água calculada com base no valor atualizado das obras de infra-estrutura; outra parcela correspondente ao valor das despesas anuais de administração, operação e manutenção do projeto.

##### c) Lei nº 6.662, de 25 de junho de 1979 - Lei de Irrigação

A Lei de Irrigação compõe-se de 38 artigos, inteiramente voltados para a irrigação pública e particular, no Brasil. É de grande e profunda abrangência, tendo em vista, principalmente, a legislação referente à Reforma Agrária.

Seus pontos básicos são os seguintes:

- estabelecimento de uma Política Nacional de Irrigação, tendo por base o Plano Nacional e programas regionais, sub-regionais e estaduais de irrigação e por objetivo o desenvolvimento sócio-econômico das diversas regiões do Brasil, como um todo;

- aproveitamento racional dos recursos de água e solos para implantação e desenvolvimento da agricultura irrigada, tendo como um dos postulados básicos a preeminência da função social e utilidade pública do uso da água e solos irrigáveis;

- estudos e planificação dos recursos hídricos e de solos, tendo em vista a irrigação ou seu múltiplo aproveitamento e adequada distribuição;

- implantação de projetos públicos e estímulo e incentivos a projetos privados de irrigação. Implantação de projetos públicos, destinados a lotes familiares em áreas críticas ou de interesse social predominante;

- uso remunerado da água através de: tarifa, nos projetos públicos de irrigação; taxa de derivação de água, mediante concessão ou autorização, sempre dependendo da disponibilidade de recursos hídricos;

- imposição de medidas para preservação da boa qualidade das águas e dos solos, bem como a proteção do meio ambiente e dos recursos naturais, inclusive rede de drenagem;

- desapropriação das áreas de terras declaradas de utilidade pública ou de interesse social, para fins de irrigação.

#### 4. ASPECTOS INSTITUCIONAIS

##### 4.1. Autoridade Nacional

No Brasil, a máxima autoridade em matéria de irrigação é o Ministério do Interior. Segundo o Art. 49 da Lei nº 6.662/79, chamada Lei de Irrigação, competem a esse Ministério as seguintes funções:

- elaborar o Plano Nacional de Irrigação;
- baixar normas, objetivando o aproveitamento dos recursos hídricos destinados à irrigação;
- aprovar os programas regionais e sub-regionais de irrigação;
- firmar acordos com entidades públicas ou privadas e organismos internacionais, visando à consecução dos objetivos da política nacional de irrigação;
- estabelecer critérios para planejamento, execução, operação, fiscalização e avaliação de projetos de irrigação;
- incentivar o desenvolvimento de programas estaduais e municipais de irrigação e a implantação de projetos particulares;
- estabelecer normas e critérios para a fixação das tarifas de água e para o controle de sua aplicação.

A nível regional, o Ministério do Interior se apoia nas Superintendências de Desenvolvimento Regional. Estas têm a responsabilidade de elaborar e manter permanentemente atualizado o planejamento regional, de acordo com os Planos Nacionais de Desenvolvimento e as diretrizes fixadas pelo Ministério.

##### 4.2. Autoridade de Águas

Atualmente existe no Brasil um certo grau de dispersão da autoridade em matéria de planejamento e controle do aproveitamento dos recursos hídricos. Haja vista que, desde o início das tentativas de regulamentar o uso das águas, o enfoque foi voltado com prioridade para o aproveitamento energético e a navegação, e não propriamente para irrigação; hoje pode assinalar-se como máxima autoridade de águas no Brasil o Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE), do Ministério das Minas e Energia.

Segundo Portaria desse Ministério, expedida em 1977, foi aprovado o regimento interno do DNAEE, cuja natureza e finalidades são as de atuar como "Órgão Central de Direção Superior", responsável pelo planejamento, coordenação e execução dos estudos hidrológicos em todo o território nacional; pela supervisão, fiscalização e controle dos aproveitamentos das águas que alteram o seu regime, bem como pela supervisão, fiscalização e controle dos serviços de eletricidade.

##### 4.3. Outras Autoridades em Matéria de Irrigação e Drenagem

Nos diferentes aspectos do desenvolvimento da irrigação e da drenagem no País, as atividades e os Órgãos responsáveis pela execução são os seguintes.

###### 4.3.1. Pesquisa e Transferência de Tecnologia

A nível nacional, estas atividades são realizadas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA e pela Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural - EMBRATER. A primeira possui uma série de Centros Experimentais distribuídos pelo País, onde são realizadas as pesquisas, incluindo o campo da irrigação. Ao mesmo tempo, existem Estações Experimentais estaduais, operadas através das Secretarias de Agricultura, por pessoal da EMBRAPA, com a estratégia de orientar as

pesquisas visando às prioridades estaduais respectivas nos setores agrícola e pecuário.

Da mesma forma, a EMBRAPA se constitui na cabeça de um sistema de pesquisa agropecuária, envolvendo subsidiárias em todos os Estados, que são empresas vinculadas às Secretarias de Agricultura desses Estados.

Realizam também pesquisa, especializada nos aspectos hidráulicos da irrigação, os Institutos de Pesquisa Hidráulica de São Paulo e do Rio Grande do Sul, e algumas Universidades, destacando-se as do Rio de Janeiro, São Paulo, Minas Gerais, Rio Grande do Sul e Paraíba. No mesmo campo, atua o Centro Nacional de Engenharia Agrícola - CENEA, Órgão do Ministério da Agricultura sediado no Estado de São Paulo.

#### 4.3.2. Estudo, Construção, Operação e Manutenção de Perímetros Irrigados

Cabendo estas responsabilidades ao Ministério do Interior, dois Órgãos vinculados a esse Ministério são os principais executores da política governamental nesses campos: a Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco - CODEVASF e Departamento Nacional de Obras Contra as Secas - DNOCS.

A CODEVASF tem suas ações voltadas para a melhoria da infra-estrutura física e social do vale do rio São Francisco, através da implantação de sistemas de irrigação. Estes por sua vez, são explorados por pequenas e médias empresas, por colonos e em alguns casos, por grandes complexos agroindustriais.

O DNOCS atua com uma filosofia semelhante, no âmbito do Nordeste (semi-árido) fora do vale do rio São Francisco. Todos os projetos de irrigação gerados pela ação do DNOCS são explorados através de colonos, com áreas individuais de até 6 hectares.

Tanto no caso da CODEVASF, quanto do DNOCS, a construção, operação e conservação dos projetos são realizados inteiramente por esses Órgãos, até agora com relativa participação dos irrigantes nas gestões dos perímetros.

Um outro órgão vinculado ao Ministério do Interior, que tem desenvolvido ações esporádicas no campo da irrigação, é o Departamento Nacional de Obras de Saneamento - DNOS. Nos perímetros irrigados contruídos pelo DNOS, é esse Órgão quem realiza a operação e conservação, cabendo aos usuários todas as demais atividades no aproveitamento da infra-estrutura de irrigação.

#### 4.3.3. Planos de Ordenamento dos Recursos Hídricos

De acordo com a organização administrativa do País, cabe ao Ministério das Minas e Energia, por intermédio do Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica - DNAEE, a responsabilidade pelo estudo, definição e implantação de políticas, diretrizes e normas destinadas a assegurar a utilização racional dos recursos hídricos.

Se por um lado a política nacional das águas é da competência do Ministério das Minas e Energia, no que corresponde ao cumprimento do Código de Águas e à legislação específica em matéria de eletricidade, os outros usos setoriais são de responsabilidade de outros Ministérios.

Em linhas gerais, as autorizações e concessões de uso de águas para produção de energia elétrica e das águas federais para abastecimento urbano e industrial são de competência do Ministério das Minas e Energia, enquanto o uso da água destinada à irrigação está na área de atuação do Ministério do Interior.

As autorizações e concessões ligadas à navegação cabem ao Ministério do Transporte, o qual, juntamente com o Ministério da Marinha, deve ser previamente ouvido quando da execução de obras em leitos ou margens de rios navegáveis.

Na área da pesca, a responsabilidade cabe ao Ministério da Agricultura.

Da dispersão das responsabilidades sucintamente apresentadas, conclui-se que



9

não existe ainda no Brasil um Plano Nacional de ordenamento dos recursos hídricos, que possa estabelecer o desenvolvimento de ações completas e coordenadas no campo do uso múltiplo dos recursos hídricos.

#### 4.3.4. Conservação e Manejo de Bacias Hidrográficas

Para iniciar o ordenamento das atividades de conservação e manejo de bacias hidrográficas, o governo federal criou, em 1978, o Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas - CEEIBH, com a incumbência de proceder ao estudo integrado e ao acompanhamento da utilização racional dos recursos hídricos das bacias hidrográficas dos rios federais.

Participam desse Comitê, o Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica - DNAEE e a Empresa Centrais Elétricas Brasileiras - ELETROBRÁS, do Ministério das Minas e Energia, a Secretaria Especial do Meio Ambiente - SEMA e o Departamento Nacional de Obras de Saneamento - DNOS, do Ministério do Interior, bem como a Superintendência do Desenvolvimento Regional com jurisdição sobre a bacia considerada, e o Governo estadual da mesma jurisdição.

Os principais objetivos do CEEIBH são os seguintes:

- facilitar aos órgãos e entidades interessadas o conhecimento da disponibilidade de água para satisfazer a demanda dos usos prioritários;
- incentivar a melhoria das condições sanitárias das bacias hidrográficas dos rios federais;
- aumentar a eficiência e a atuação harmônica, dos órgãos e entidades responsáveis pela prevenção e controle de situações críticas das bacias;
- realizar estudos e planejamentos coordenados que possam servir de subsídios para o licenciamento de atividades e execução de obras nas bacias;
- conjugar os esforços dos órgãos e entidades federais, estaduais, municipais e particulares que exerçam atividades nas referidas bacias hidrográficas.

Para a realização de trabalhos de informação e suporte às atividades de CEEIBH, existem Comitês Executivos, um para cada bacia hidrográfica de rio de domínio da União, e com a participação de representantes dos órgãos e entidades federais, estaduais, municipais e privados que atuam na referida área. 1/

#### 4.3.5. Capacitação em Diferentes Níveis

A capacitação para fins de irrigação e drenagem não se encontra ainda institucionalizada no Brasil. No nível profissional, algumas universidades da área da Engenharia Agrícola oferecem estudos de pós-graduação em Irrigação e Drenagem, e quase todas as de Agronomia incluem essa disciplina no seu currículo regular.

Programas especiais de capacitação, no mesmo nível, são organizados para atender às necessidades específicas do pessoal técnico, através de cursos de curta duração. Estes programas são patrocinados principalmente pelos Ministérios do Interior e da Agricultura, e são realizados com assessoria de instituições internacionais, especialmente o Instituto Interamericano de Cooperação para Agricultura - IICA.

A mesma estratégia se aplica para a capacitação de técnicos de nível médio, haja vista que não existe no País uma escola especializada na área de irrigação. O sistema COAGRI - Coordenadoria Nacional do Ensino Agropecuário, do Ministério da Educação e Cultura, possui uma rede nacional de centros de ensino e treinamento em agri

1/ Até o presente, foram implantados nove Comitês Executivos, para as bacias dos rios Guaiúba, Iguaçu, Paranapanema, Paraíba do Sul, Paranaíba, Jaguari, Piracicaba, São Francisco, Parnaíba e Jari.

10  
cultura e pecuária, para técnicos de nível médio; alguns desses centros oferecem disciplinas de irrigação e drenagem.

Quanto à capacitação dos usuários dos perímetros irrigados, os programas são elaborados e desenvolvidos pelos órgãos vinculados ao Ministério do Interior, responsáveis pela execução dos projetos de irrigação, isto é, CODEVASF e DNOCS.

O Ministério da Agricultura desenvolve também atividades de capacitação especializada para irrigação, nos níveis profissional, médio e para agricultores, em cumprimento aos objetivos do Programa PROVÁRZEAS. Este programa visa ao aproveitamento de vales aluviais, através da irrigação e drenagem de propriedades de pequeno a médio porte.

#### 4.3.6. Registro e Processamento de Informação Hidro-meteorológica

Sendo da responsabilidade do Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica - DNAEE, o registro e processamento dos dados estatísticos hidro-meteorológicos está a cargo da Divisão de Controle de Recursos Hídricos - DCRH, desse Departamento.

De acordo com o regimento interno do DNAEE, as funções do DCRH são as seguintes:

- executar e coordenar as medidas relativas ao estudo, avaliação e cadastramento do potencial hídrico do País;
- propor a classificação dos cursos de águas nacionais;
- instruir e opinar tecnicamente sobre projetos de aproveitamento de águas que alterem o regime;
- planejar e coordenar a implantação da rede hidrológica básica nacional estabelecendo e definindo prioridades;
- realizar pesquisas e trabalhos no campo da hidrologia científica;
- pesquisar e elaborar normas, instruções, recomendações e trabalhos técnicos relativos às medições e avaliação dos recursos hídricos.

#### 4.3.7. Estudos de Solos

Parte importante dos estudos de solos no Brasil, é realizada pelo Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, vinculada ao Ministério da Agricultura, órgão que também estabelece as normas respectivas, para os diferentes níveis técnicos dos estudos.

O País conta também com várias Firms privadas especializadas, cujos trabalhos estão em condições de realizar estudos de solos em qualquer nível de detalhamento, inclusive a partir de reconhecimentos aerofotogramétricos.

Vale mencionar também, a Sociedade Nacional da Ciência do Solo, organização gremial que agrupa os técnicos especialistas nessa matéria e zela pela observância das normas vigentes para a realização de estudos desse tipo.

### 5. A IRRIGAÇÃO NO PAÍS

Existem no Brasil aproximadamente, 1,100 milhões de hectares irrigados, que representam 2,2% da área agrícola atual, e 0,7% do seu potencial agrícola estimado.

A irrigação no Brasil é uma atividade relativamente recente, quando comparado seu processo de desenvolvimento com outros países da América Latina. As primeiras áreas irrigadas apareceram no Rio Grande do Sul no começo deste século, marcando o início do desenvolvimento da cultura do arroz nessa região. Em 1920 existiam 1.500 hectares de arroz irrigado no Sul, e a expansão foi vertiginosa a partir de 1940, quando foi fundado o Instituto Riograndense do Arroz - IRGA. Atualmente são cultivados nessa região cerca de 650.00 hectares de arroz irrigado, pela iniciativa privada.

Já no Nordeste, o desenvolvimento tem sido muito mais lento e ao contrário do que aconteceu na região sul, está sendo promovido principalmente pela iniciativa governamental.

A implantação sistemática da irrigação, a partir dos açudes, construídos visando fundamentalmente ao armazenamento de água, começou no Nordeste nos primeiros anos da década de 1950. Até 1977 tinham sido implantados 17.000 hectares e atualmente são irrigados aproximadamente 110.000 hectares, entre projetos públicos e privados.

## 5.1. Projetos Existentes

### 5.1.1. Setor Público

Os projetos de irrigação existentes no Brasil, da iniciativa do Setor Público, são identificados, planejados, construídos, operados e mantidos através de três Órgãos Federais, vinculados ao Ministério do Interior. Esses Órgãos são os seguintes:

- Departamento Nacional de Obras Contra as Secas - DNOCS. Com sede na cidade de Fortaleza, capital do Estado do Ceará, foi criado em 1945, em substituição à Inspeção Federal de Obras Contra as Secas - IFOCS, órgão que vinha atuando na região Nordeste a partir de 1919. Sua área de atuação é toda a Região Nordeste, a exceção do vale do rio São Francisco.

As principais atividades do DNOCS no campo do aproveitamento dos recursos hídricos são a construção de barragens, perfuração de poços, implantação de perímetros irrigados e a piscicultura. Também implantou em sua área de atuação uma extensa rede pluviométrica e postos de observação meteorológica.

Até o primeiro semestre de 1983, o DNOCS tinha construído 882 açudes nos oito Estados do Nordeste, perfurando cerca de 16.000 poços e recuperado outros quase 15.000. Na área do saneamento básico, construiu 167 sistemas de abastecimento de água para uma população de 1,7 milhões de habitantes. No campo da irrigação, o DNOCS implantou até a presente data, infra-estrutura completa numa área de 25.800 hectares. O total da área a ser irrigada pelo DNOCS, nos próximos cinco anos, é de 23.700 hectares. (Vide Quadro nº 2).

Todos os projetos gerados pela ação do DNOCS, são explorados por colonos, com parcelas individuais de até 6,0 hectares.

- Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco - CODEVASF. Com sede na Capital do País, sucedendo à Comissão do Vale do São Francisco - CVSF e à Superintendência do Vale do São Francisco - SUVALE, a Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco foi criada em 1974.

De acordo com a lei que criou a CODEVASF, esse Órgão tem por finalidade o aproveitamento para fins agrícolas, agropecuários ou agroindustriais, dos recursos de água e solo do vale do rio São Francisco, diretamente ou por intermédio de entidades públicas ou privadas, promovendo o desenvolvimento integrado de áreas prioritárias.

A CODEVASF pode coordenar e executar, diretamente ou mediante contratação, obras de infra-estrutura, particularmente de captação de água para fins de irrigação, de construção de canais, de obras de saneamento básico, eletrificação e transportes.

Até 1982, a CODEVASF implantou infra-estrutura de irrigação em áreas que somam cerca de 36.000 hectares. Nesse mesmo ano, aproximadamente 25.000 hectares foram irrigados nos perímetros construídos pela Companhia.

Os projetos públicos de irrigação gerados pela ação da CODEVASF, são explorados por pequenas e médias empresas, por colonos e, em alguns casos, por grandes complexos agroindustriais.

- Departamento Nacional de Obras de Saneamento - DNOS. Este Órgão Federal, vinculado ao Ministério do Interior, tem suas ações fundamentalmente voltadas para o

QUADRO Nº 2 Implantação prevista e Área com infra-estrutura de irrigação concluída, pela CODEVASF e pelo DNOCS, nos Estados do Nordeste

ESTADOS	IRRIGAÇÃO PÚBLICA					
	Implantação Previsita até 1986 (ha)	D N O C S Colonização	C O D E V A S F		TOTAL (ha)	
			Colonização	Empresa		
Maranhão	-	-	-	-	-	
Piauí	5.054	1.953	-	-	1.958	
Ceará	24.210	11.472	-	-	11.472	
Rio Grande do Norte	3.737	1.497	-	-	1.497	
Paraíba	5.730	2.960	-	-	2.960	
Pernambuco	33.147	3.773	2.329	627	6.729	
Alagoas	10.255	-	2.534	-	2.534	
Sergipe	7.509	-	4.305	-	4.305	
Bahia	76.468	2.047	6.533	10.354	19.434	
Minas Gerais	42.072	-	-	6.329	9.032	
TOTAL	208.182	23.706	18.341	17.873	59.922	

FONTE: SUDENE/Coordenadoria de Irrigação - Relatório de Acompanhamento do Programa de Irrigação

saneamento ambiental em suas áreas urbanas e rurais, controle de enchentes, recuperação de vales e controle de erosão. No entanto, tem executado também obras hidráulicas para aproveitamento agrícola e construiu o distrito de irrigação do Arroio Duro, no sul do País, com uma área implantada de 36.000 hectares, dos quais 10.000 são irrigados anualmente, na cultura de arroz.

Além das ações dos Órgãos Federais vinculados ao Ministério do Interior, estão-se desenvolvendo, a nível estadual, programas criados por iniciativa dos Governos dos respectivos Estados, visando ao aproveitamento dos recursos hídricos. Esses programas visam principalmente à perenização de rios, construção de barragens, abastecimento de água potável, perfuração de poços, construção de barreiros, etc. Até a presente data, destacam-se os chamados Projetos "Asa Branca", no Estado de Pernambuco e o "Promovale", no Ceará, os quais já apresentam importantes realizações; e o "Projeto Canaã", na Paraíba, que se encontra na etapa de planejamento.

O Quadro nº 3 apresenta um resumo dos projetos de irrigação e drenagem, em operação, a cargo de órgãos públicos. Dentre esses projetos é interessante destacar os seguintes, em função de sua importância como obras de desenvolvimento agrícola, alguns na etapa de execução, e outros já concluídos.

- Projeto Jaíba. Está localizado no Estado de Minas Gerais e será abastecido pelo rio São Francisco. Tem uma área total irrigável de 90.000 hectares, que será explorada por empresas agrícolas privadas, e por colonos, beneficiando um total estimado de mais de 200 mil pessoas.

O projeto inclui 5 estações de bombeamento, acionadas eletricamente, das quais a maior está localizada no rio São Francisco, com capacidade de 80 m<sup>3</sup>/s. A potência total a ser instalada, é de 43.200 Kw.

Atualmente, estão em construção o canal de acesso, as estações de bombeamento e os canais principais. Os sistemas a serem utilizados são por gravidade e aspersão.

As principais culturas previstas no projeto Jaíba são cana-de-açúcar, milho, feijão, soja, algodão e mamona.

- Projeto Massangano. Está localizado nos Estados da Bahia e Pernambuco e será alimentado pelo lago de Sobradinho, através de uma tomada que conduzirá a água até a elevatória principal. Esta tem uma potência instalada de 10.750 Kw, recalca 23,3 m<sup>3</sup>/s e entrega a água para duas adutoras. Estão previstas 30 estações de bombeamento secundário para aspersão, com cerca de 17.000 Kw de potência total instalada, 12 núcleos habitacionais e 4 de serviços.

O projeto originalmente abrange uma superfície agrícola útil de 21.000 hectares. De acordo com sua revisão, em andamento, esse área poderá ser ampliada até 26.000 ha.

Está previsto o assentamento de 1.500 colonos, em lotes de 6 ha; de pequenos empresários, em lotes de 20 ha a 60 ha, e de agroindústrias, em áreas de até 500 ha.

As principais culturas previstas para serem exploradas no Projeto Massangano são algodão, alho, amendoim, cana-de-açúcar, cebola, feijão, goiaba, melancia, melão, tomate e uva.

- Projeto Tourão. Este projeto, também localizado no Estado da Bahia e abastecido pelo rio São Francisco, abrange uma superfície agrícola útil de aproximadamente 10.500 ha, destinados à exploração agroindustrial e a pequenos produtores, beneficiando uma população de 25.000 pessoas.

O sistema de irrigação utilizado é o de sulcos. A água é bombeada por um sistema de 5 elevatórias sucessivas, acionadas eletricamente, com capacidade inicial de

PROJETOS DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM EM OPERAÇÃO  
(a cargo de órgãos públicos, federais e estaduais) Dec./R)

PROJETOS	Área Bruta Estuda (ha)	Área Líquida em Operação (ha)	Colônias Assent. dos/Proprietários Atendidas
<b>NORDESTE</b>			
Ayres de Souza - CE	551	551	189
Curu Recuperação - CE	864	803	165
Icó-Lima Campos - CE	2961	1732	590
Forquilha - CE	218	158	82
Quixabinha - CE	120	109	24
Cruzeta - RN	160	138	26
Sabugi - RN	480	390	73
Engº Arcoverde - PB	320	186	40
Sumé - PB	340	210	56
Boa Vista - PE	154	98	26
Custódia - PE	300	202	52
Jacuriel - BA	140	112	19
Fidalgo - PI	242	220	74
Raio Farnalba - PI	2406	382	140
Gurgueia - PI	2020	354	110
Banabuiu/Morada Nova - CE	6028	2900	481
Curu Farajaba - CE	6572	1850	513
Ema - CE	42	28	18
Várzea do Boi - CE	287	258	97
Pau dos Ferros - RN	1097	280	131
São Gonçalo - PR	3062	1440	297
Cachoeira II - PE	206	196	47
Moxotó - PE	3822	1558	191
Vaza Barris - BA	1884	469	100
Bramado - BA	8700	23	800
Jaguaruana - CE	201	200	40
Caldeirão - PJ	400	378	90
Barreiras Sul/S. Desiderio-BA	2490	1829	455

PROJETOS	Área Bruta Estuda (ha)	Área Líquida em Operação (ha)	Colônias Assent. dos/Proprietários Atendidas
Cerama - BA	609	414	129
Manuçoba - BA	4350	400	235
Curuçá - BA	4200	-	250
Tourão - BA	10473	3384	277
Beheduro I/II - BA	1636	1117	173
Petrolândia - PE	900	341	103
Itauba - AL	1110	412	231
Propriá - SE	1272	913	290
betume I/II - SE	2892	176	826
Manduru - PE	900	341	49
Jatiba/Mcambinho - MG	100000	400	40
Piedade - MG	1468	785	29
Piloto - Formoso - BA	420	407	28
Estrito - BA	2800	452	304
Corutuba - MG	9820	1446	192
<b>SUDESTE</b>			
Rio Preto - MG	900	200	80
Sapucaí - MG	40000	120	60
Vale do Paraíba - SP	59000	2800	234
<b>SUL</b>			
Aroio Duro	40000	36000	350
Capané	-	5600	45
Sanchuri	-	2800	60
Coloma Rizzicola	-	5900	50
<b>CENTRO-OESTE</b>			
Vale do Paraná - GO	300	300	150
Rio Formoso - GO	30000	12500	1650
Alto Paraíso - GO	3000	1500	200
<b>TOTAL</b>	<b>362117</b>	<b>95762</b>	<b>10961</b>

15  
13,3 m<sup>3</sup>/s. A potência total instalada é de 10.680 Kw. A maior parte dos canais de irrigação é revestida de concreto.

Na área do projeto estão funcionando uma usina para produção de açúcar e uma destilaria para produção de álcool carburante.

- Projetos do Baixo São Francisco. Na parte inferior do vale do rio São Francisco, a CODEVASF está desenvolvendo uma série de projetos de desenvolvimento da agricultura irrigada, dos quais destacam-se os seguintes: Propriã (1.270 ha) irrigados, Itiúba (1.100 ha), Cotinguiba/Pindoba (2.400 ha), Boacica (3.800 ha), Betume I e II (2.900 ha) e Marituba (1.700 ha).

Estes projetos apresentam, como característica interessante, o fato de integrarem importantes áreas de sequeiro, na estratégia de desenvolvimento regional promovido pela irrigação.

Pelas características topográficas e de solos, a cultura que oferece as melhores perspectivas em tais projetos é o arroz, embora estejam previstas áreas para algodão, milho e frutas. A utilização predominante das superfícies beneficiadas é por colonos e suas famílias, com áreas individuais de 4 ha.

- Platô do Irecê. Este projeto, localizado no Estado da Bahia, tem como finalidade águas subterrâneas e está na fase de estudos, numa área de 90.000 ha. Serão desenvolvidos inicialmente 9 projetos de irrigação, a nível de propriedades individuais representativas da área.

Atualmente está em andamento o cadastramento dos poços existentes e as análises econômicas da irrigação, bem como a seleção de três áreas, com 3.000 ha cada, onde serão desenvolvidas propriedades-modelo, com superfície de até 50 ha.

- Distrito de Irrigação de Arroio Duro. Este distrito, operado pelo Departamento Nacional de Obras de Saneamento - DNOS, está localizado no Estado do Rio Grande do Sul. É abastecido pela barragem do mesmo nome e por uma rede de canais principais e secundários de mais de 230 Km.

Atualmente, o distrito de irrigação do Arroio-Duro irriga, por ano, cerca de 10.000 ha, embora a área total útil seja de 36.000 ha. São beneficiadas 250 pequenas propriedades, com área média de 10 a 20 hectares, e aproximadamente 80 propriedades de maior porte (75 hectares em média).

Um aspecto interessante a destacar na operação do perímetro é quanto à tarifa de água, cobrada por hectare irrigado, mediante desconto do financiamento de custo concedido pelo Banco do Brasil, que recolhe diretamente ao DNOS.

#### 5.1.2. Setor Privado

Afora a região Nordeste do País, o poder público tem exercido apenas uma função indutora, na medida em que, através de estímulos creditícios, está-se procurando um desenvolvimento espontâneo da irrigação pela iniciativa privada. Na aplicação dessa estratégia são perfeitamente concordantes o Ministério do Interior e o da Agricultura.

É particularmente importante o crescimento da área irrigada na região Sul do País pela ação do setor privado, apoiado pelo Instituto Riograndense do Arroz - IRGA, e do lado governamental pela Superintendência do Desenvolvimento da Região Sul - SUDESUL, órgão vinculado ao Ministério do Interior.

Os principais projetos de irrigação construídos pela ação do IRGA são os de Capané, com uma área irrigável de 5.600 ha, Sanchurí, com 2.800 ha e a Colônia Rizícola, com 5.900 ha cultivados sob irrigação.

- Distrito de Capané. As obras do perímetro irrigado de Capané, no Rio Grande do Sul, foram construídas pelo Instituto Riograndense do Arroz - IRGA, no período

do de 1946-49, e continuam, até hoje, sob a administração dessa autarquia estadual

A água é fornecida aproximadamente a 100 proprietários de terras, para produção de arroz, numa área de 5.600 hectares. Estes agricultores pagam um valor respondente a uma porcentagem sobre os custos médios de produção no Estado.

## 5.2. Apoio à Irrigação Privada

Nos últimos três anos, o Governo Brasileiro vem realizando grande esforço para promover o desenvolvimento da irrigação, através da iniciativa privada. Com esse objetivo, foram criados dois importantes programas de crédito, sob a coordenação direta do Ministério da Agricultura: um deles, específico para as áreas de várzea e o outro para o resto do País. Esses programas são os seguintes:

- Programa Nacional de Aproveitamento Racional de Várzeas - PROVÁRZEAS: Visa aproveitamento do solo e da água através da implantação de projetos de irrigação e drenagem, a nível de propriedade rural. É implementado pelo Ministério da Agricultura, em articulação com o Ministério do Interior, Secretaria de Planejamento da Presidência da República e com os Governos estaduais envolvidos no Programa. O financiamento do PROVÁRZEAS é feito através das instituições financeiras componentes do Sistema Nacional de Crédito Rural. 1/

O PROVÁRZEAS incorporou à irrigação cerca de 400.000 ha nos últimos 3 anos e sua meta nos próximos 5 anos é a de alcançar 1,0 milhão de hectares de agricultura irrigada.

- Programa de Financiamento para Aquisição de Equipamentos de Irrigação - PROFIR. Inicialmente destinado aos produtores de trigo da região do cerrado, foi ampliado para o resto do País, em termos e condições de crédito semelhantes aos estabelecidos para o PROVÁRZEAS.

Sendo um programa recente, pouca experiência se tem na sua aplicação. Até a presente data, o PROFIR incorporou aproximadamente 30.000 hectares à agricultura irrigada. A meta para os próximos 5 anos é também de 1,0 milhão de hectares.

Dentre os mecanismos de apoio à iniciativa privada, para promoção da irrigação, vale destacar o recente Decreto do Governo Federal, que permite o ressarcimento de até 50% dos investimentos feitos pelos agricultores, em projetos de irrigação, na região Nordeste do País. Atualmente, o Ministério do Interior está elaborando os estudos para definição da regulamentação e dos mecanismos operativos desse Decreto. Com esse mecanismo, espera-se um resultado muito positivo no aumento das áreas irrigadas, especialmente no âmbito dos pequenos produtores, que dispõem de uma fonte de água de pouco capital para realizar os investimentos necessários ao seu aproveitamento.

## 6. O FUTURO DA IRRIGAÇÃO NO BRASIL

### 6.1. Potencialidade para Irrigação

São grandes as possibilidades técnicas para que haja um desenvolvimento significativo da agricultura irrigada no Brasil, e os projetos estão bem definidos. É particularmente interessante ressaltar o conteúdo do I Plano Plurianual de Irrigação - PPI, elaborado pelo Ministério do Interior no ano de 1971, através do Grupo Executivo de Irrigação para o Desenvolvimento Agrícola - GEIDA.

1/ O Sistema Nacional de Crédito Rural é composto pelo Banco Central do Brasil, o Banco do Brasil, da Amazônia e do Nordeste e Banco Nacional de Crédito Cooperativo. São órgãos auxiliares do Sistema, o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - INCRA, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES e os Bancos estaduais e privados, as Cooperativas de Crédito e Caixas Econômicas e as Sociedades de Crédito Cooperativo.



Combinando uma série de critérios relacionados com as perspectivas de desenvolvimento hidroagrícola, o PPI dividiu o país em quatro regiões, cuja potencialidade na implantação de projetos de irrigação apresenta características semelhantes. As regiões são as seguintes:

- Região A. Compreende todas as bacias hidrográficas do Nordeste, desde o rio Parnaíba até o Pardo, excluindo o rio São Francisco, o qual divide a região em duas partes. A área total da denominada região A, é de 868.700 km<sup>2</sup> (86,8 milhões de ha);

- Região B. Constituída por toda a bacia hidrográfica do rio São Francisco, sua extensão é de 607.300 km<sup>2</sup> (60,7 milhões de hectares);

- Região C. Localizada ao sul das duas anteriores, inclui a parte alta da bacia hidrográfica do rio Paraná e seu limite ao sul está definido pelas linhas divisorias das águas dos afluentes do mesmo rio. A área total da região é de 891.000 km<sup>2</sup> (89,1 milhões de ha);

- Região D. Constituída por toda a parte sul do País, inclusive a localizada na bacia hidrográfica do rio Paraná. Sua área é de 718.500 km<sup>2</sup> (71,8 milhões de hectares).

Essas quatro regiões têm no seu conjunto uma extensão de 3 milhões de km<sup>2</sup> (35% da extensão total do país), e abrigam mais de 90% da população.

Estudos posteriores e mais detalhados, em função dos solos e da disponibilidade de água, permitiram identificar as seguintes áreas como potencialmente irrigáveis:

<u>REGIÕES</u>	<u>MILHARES DE has</u>
Nordeste	4.000
Bacia do São Francisco	3.000
Várzeas	30.000
Área de Cerrado	10.000
Sul	1.000
Total	48.000

Desses totais regionais é importante destacar o potencial representado pelas "várzeas" e áreas do "cerrado". As várzeas são solos aluviais ou hidromórficos, geralmente planos e ricos em matéria orgânica, de fertilidade elevada, às vezes inundáveis, irrigáveis por gravidade na maioria dos casos e apresentam com frequência problemas de drenagem.

A área denominada de "cerrado", no Brasil, estende-se principalmente pela região Centro-Oeste, atingindo ainda parte da região Norte. Os solos são de fertilidade baixa e as chuvas são mal distribuídas nessas regiões. A superfície total dos cerrados é de aproximadamente 180 milhões de hectares, dos quais a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA <sup>1/</sup> estima que 10 milhões de hectares são irrigáveis de imediato, com os recursos hídricos disponíveis. Nessa região se localizam 36% do gado bovino, 24% dos suínos e 36% do gado equino do País. Dentre os cultivos, destacam-se o arroz, com 48% da área cultivada e 40% da produção nacional, o milho, com 19% da área e 16% da produção e o feijão, com 20% da área e 18% da produção do País.

## 6.2. Políticas em Matéria de Irrigação

Em cumprimento das diretrizes fixadas pela Lei de Irrigação, o Ministério do Interior elaborou um projeto do I Plano Nacional de Irrigação. Este documento, que

<sup>1/</sup> Empresa Pública, vinculada ao Ministério da Agricultura.

se encontra em exame pela Secretaria de Planejamento da Presidência da República, visando promover o desenvolvimento da agricultura irrigada no País, seja através da atuação governamental direta, seja pelo estímulo à iniciativa privada. Com esse propósito, define objetivos, fixa as bases para a política nacional em matéria de irrigação e elege as estratégias e prioridades para o período de execução até o ano 1986.

A política preconizada pelo Ministério do Interior propõe a concentração dos esforços governamentais em duas grandes linhas de ação:

- expansão da irrigação nas regiões menos desenvolvidas, onde condições climáticas desfavoráveis impedem o desenvolvimento da produção agrícola a níveis superiores ao da mera subsistência;
- estímulo à irrigação em regiões agrícolas já ocupadas ou em processo de ocupação e onde a irrigação seja aconselhável como processo voltado para o aumento da produção e da produtividade.

O desenvolvimento dessas duas linhas da política de irrigação visa também estimular a que os produtores assumam gradativamente a responsabilidade na gestão dos perímetros irrigados, deixando aos órgãos executores as atividades de distribuição de água e manutenção das obras, nos casos dos projetos públicos de irrigação.

Reconhecem-se como prioritários dois tipos básicos de utilização de terras irrigadas: a produção de alimentos e de matérias primas para a geração de energia.

Por último, a política em matéria de irrigação considera como prioridade a implementação dos seguintes segmentos: desenvolvimento científico e tecnológico; formação de técnicos em todos os níveis, para os trabalhos de estudo, planejamento, projeto, implantação e operação das áreas irrigadas; e finalmente, difusão dos conhecimentos básicos de irrigação, especialmente, para os pequenos agricultores.

### 6.3. Estratégias e Prioridades

Para direcionar a política governamental, e orientar a iniciativa privada, o conjunto de estratégias e prioridades definidas pelo Ministério do Interior é o seguinte:

- a nível nacional, são definidas como regiões prioritárias para a ação governamental direta na implantação de projetos públicos de irrigação, o Nordeste e o vale do São Francisco;
- como primeira prioridade de ação governamental direta, define-se a conclusão dos projetos públicos já implantados mais ainda não totalmente em operação, bem como dos projetos em implantação;
- o mesmo nível de prioridade é dado à implantação de programas de pequena irrigação para todo o País, mediante a utilização de tecnologias simples, de baixo custo.

Além dessa prioridade, dar-se-á toda ênfase à execução dos seguintes Programas, que são da maior importância para a implantação e desenvolvimento da irrigação no País:

O Programa Nacional de Aproveitamento Racional de Várzeas - PROVÁRZEAS, em operação, sob a coordenação e execução do Ministério da Agricultura, que recebe importante apoio do Ministério do Interior, através da construção da infraestrutura hidráulica básica necessária;

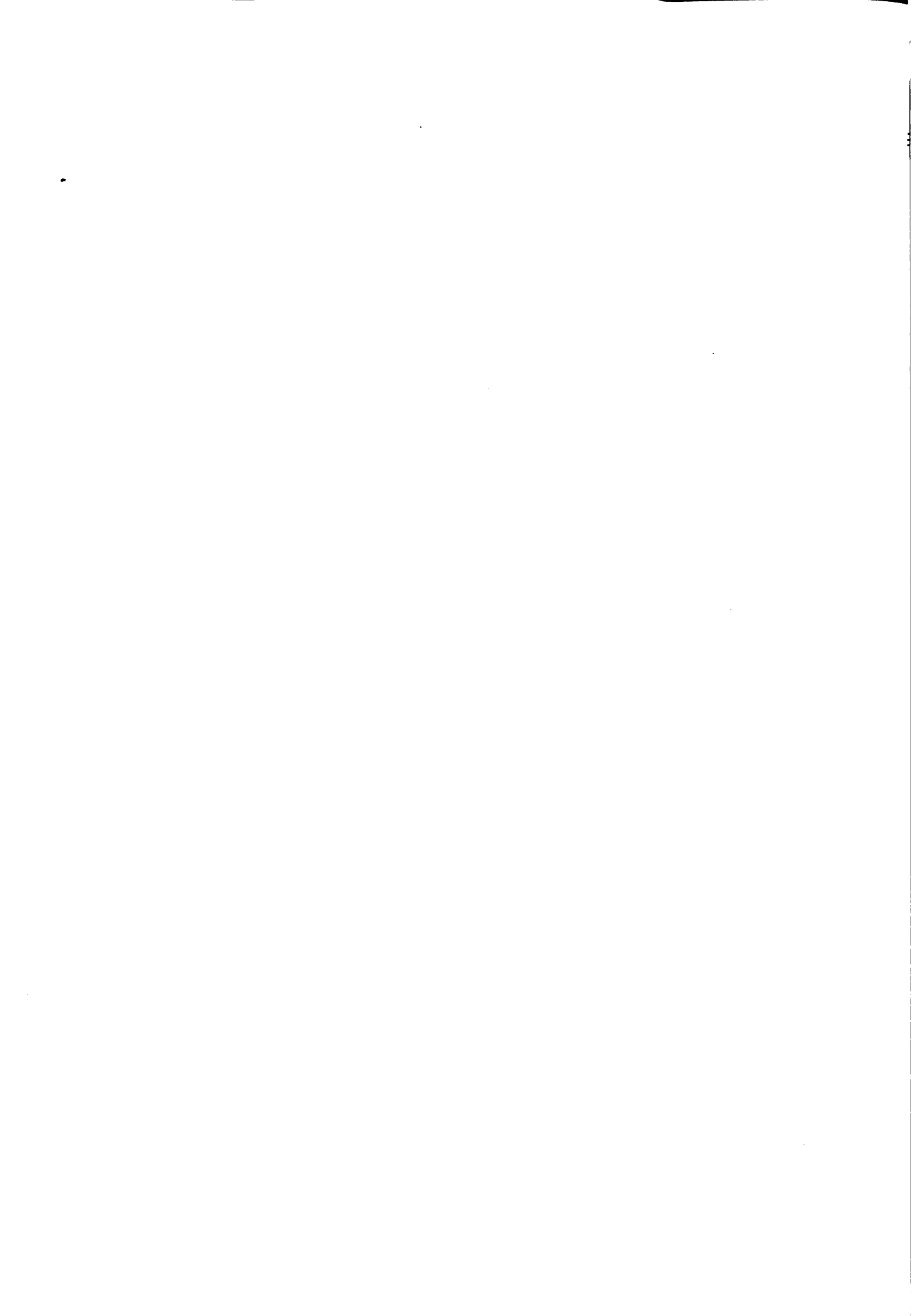
O Programa de Financiamento para Aquisição de Equipamentos de Irrigação - PROFIR, consiste na aplicação de recursos de financiamento para compra de máquinas e equipamentos para esse fim, pelos produtores rurais e suas Cooperativas. O Programa é coordenado pelo Ministério da Agricultura, e objetiva a produção de alimentos principalmente o trigo;

Programa de Desenvolvimento da Agroindústria, que deverá ser reorientado, visando principalmente, à utilização de matérias-primas originadas dos cultivos agrícolas das áreas irrigadas, possibilitando, assim, uma integração agroindustrial, necessária para o êxito de grande parte dos projetos de irrigação.

Também visando ao desenvolvimento do potencial do País em matéria de irrigação, o Governo Brasileiro, através do Ministério do Interior, está concluindo os primeiros estudos do projeto de transposição das águas da bacia do rio São Francisco para as bacias da região semi-árida do Nordeste, onde praticamente não existem rios perenes. Esse projeto, vai possibilitar a irrigação de cerca de 1,6 milhões de hectares, sendo 800 mil numa primeira etapa e o restante na segunda.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO. Progreso Sócio-econômico na América Latina. Relatório de 1982. Washington, D.C. 426 p.
- BRASIL. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Cerrado, terra para Agricultura. Boletim divulgativo. s.f.
- BRASIL. MINISTÉRIO DO INTERIOR. GRUPO EXECUTIVO DE IRRIGAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO AGRÍCOLA. Programa Plurianual de Irrigação, 1971 (Vol. 13).
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. Programa Nacional de Aproveitamento de Várzeas Irrigáveis - PROVÁRZEAS. SNAP-EMBRATER, Brasília, DF. s.f.
- BRASIL. MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. A problemática da gestão dos recursos hídricos no Brasil. Situação atual. Seminário Internacional de gestão de recursos hídricos. Novembro 1982. 39 p.
- BRASIL. MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. A gestão dos recursos hídricos no Brasil. Boletim Informativo. 1982.
- BRASIL. MINISTÉRIO DO INTERIOR. Principais linhas de ação do Ministério do Interior para o período 1979-1985. Boletim Informativo. Brasília, 1979.
- BRASIL. SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE - SUDENE. Projeto Nordeste. Segmento Utilização de Recursos Hídricos. Relatório Final. Recife, Junho 1983.
- BRASIL. SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE - SUDENE. Anais do primeiro encontro nordestino de pesquisa em tecnologia de irrigação. Petrolina, 25 a 28 de outubro de 1982. Recife, 1983.
- BRASIL. SECRETARIA DE PLANEJAMENTO DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA - SEPLAN. Culturas temporárias e permanentes. Produção Agrícola Municipal. 1980. Fundação IBGE. Vol. 8, Tomo 8. 63 p. Rio de Janeiro, IBGE, 1982.
- BRASIL. SECRETARIA DE PLANEJAMENTO DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA - SEPLAN. Sinopse preliminar do censo agropecuário. IX Recenseamento geral do Brasil. 1980. Vol. 2, Tomo 1, Nº 1. Rio de Janeiro, IBGE. 1982.
- SISNANDO LEITE, PEDRO. Desenvolvimento Harmônico do Espaço Rural. Banco do Nordeste do Brasil. Fortaleza, Ceará, 1983. 240 p.





**VII SEMINARIO  
LATINOAMERICANO  
DE IRRIGACION**

**SANTIAGO DE CHILE, 28 DE NOVIEMBRE  
AL 2 DE DICIEMBRE DE 1983**

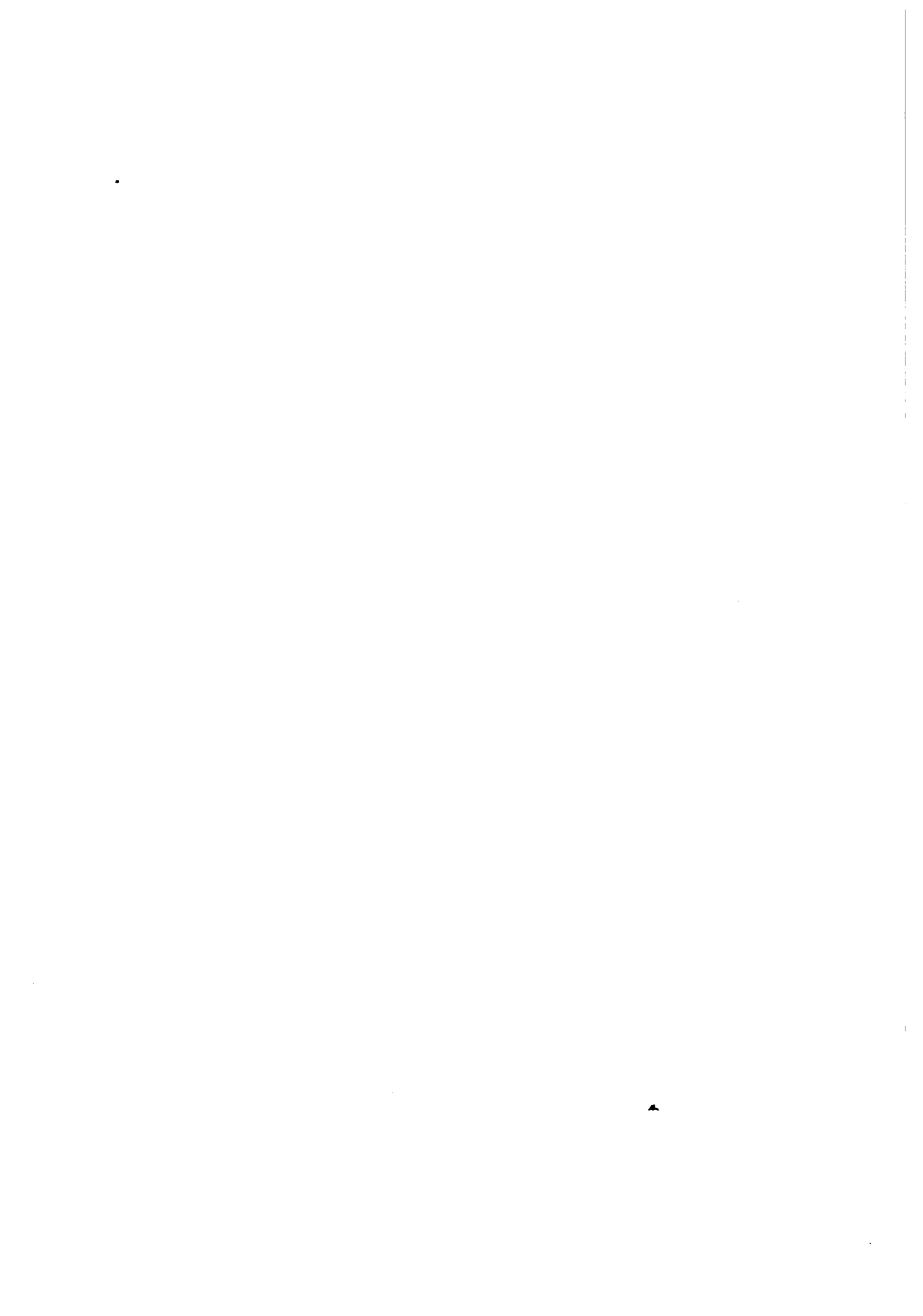
**DOCUMENTO B-4**

✓  
**INFORME NACIONAL DE COLOMBIA**

**Por: Ing. Norman A. Franco O. (\*)**

---

**(\*) Subdirector Adecuación de Tierras del Instituto Colombiano de Hidrología,  
Meteorología y Adecuación de Tierras(HIMAT)**



VII SEMINARIO DE IRRIGACION Y DRENAJE  
SANTIAGO DE CHILE - NOVIEMBRE 28-DICIEMBRE 3 DE 1983

INTRODUCCION

Mediante Decreto No. 1469 del año 1977 el Gobierno Nacional de la Republica de Colombia adscribió la Comisión Nacional de Irrigación y Drenaje, organismo consultivo del Gobierno Nacional, al Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras - HIMAT -, el cual estaba adscrito al Instituto Colombiano de la Reforma Agraria - INCORA -, desde su creación por el Decreto No. 1205 de 1967.

La razón por la cual se hicieron estos cambios, se debió a la creación del Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras -HIMAT- según Decreto No. 132 de enero 26 de 1976, al cual se le asignaron las funciones concernientes al estudio, diseño, construcción de obras de Irrigación, drenaje y control de Inundaciones que venía adelantando el INCORA.

Una vez creado el HIMAT, quedó como entidad rectora de la adecuación de tierras, entrando a administrar los Distritos de Adecuación de Tierras y a programar y ejecutar futuros desarrollos que en materia de riego, drenaje y control de inundaciones sean necesarios en el territorio de Colombia.

En el plan de Desarrollo con Equidad adelantado por el actual Gobierno, al HIMAT le corresponde desarrollar un ambicioso plan de Adecuación de Tierras

para los próximos cinco años, representado en una partida de US\$692 Millones de Dólares para estas obras, lo que comparado con las inversiones en los últimos 20 años representa un incremento del 200% en la inversión para ejecutar en la cuarta parte del tiempo.

Teniendo en cuenta este aspecto tan importante, el HIMAT, además de adelantar sus programas en las tierras mecanizables y en las grandes explotaciones, se ha trazado el plan de desarrollar las áreas de ladera, con el fin de beneficiar la pequeña explotación, la cual representa el 84% de las fincas del país, donde se produce más del 64% de los alimentos básicos para la población y el 20% de las materias primas para la industria, con una superficie no mayor del 12% del total de la superficie cultivada. Como complemento a este programa tan importante se acometerá un proyecto de construcción de pequeños lagos, donde la topografía del país así lo permita, con el fin de almacenar las aguas lluvias desperdiciadas en épocas de invierno y solucionar la escasez del recurso, tan necesario en el verano, no solo para utilizarlo en riego, sino también para el consumo humano y animal.

A manera de información se anexa, además de la información solicitada, un estudio para la construcción de uno de los pequeños lagos programados en el departamento de Sucre, al Norte de Colombia, zona que por sus condiciones de topografía ondulada y grandes períodos secos, será la más favorecida con el logro de estos objetivos.



## VII SEMINARIO LATINOAMERICANO DE IRRIGACION

### 1. INFORME GENERAL

#### 1.1 Tierras

- Superficie total estimada (Miles de Has.) de Tierras para actividad agrícola	20.347.0
- Superficie total estimada (Miles de Has.) de Tierras aptas para actividad agrícola con riego y/o drenaje.	5.551.8
- Porcentaje de la superficie total apta para la actividad agrícola sobre la superficie total del país (113.891.4 Miles Has.)	17.8%
- Porcentaje de la superficie total apta para la agricultura con riego y/o drenaje sobre la superficie total apta para la actividad agrícola.	27.3%

Fuente : Plan Indicativo de Riego y Drenaje  
HIMAT Septiembre/83 (Borrador)

#### 1.2 Aguas Superficiales y Subterráneas

##### a) Cuencas del País :

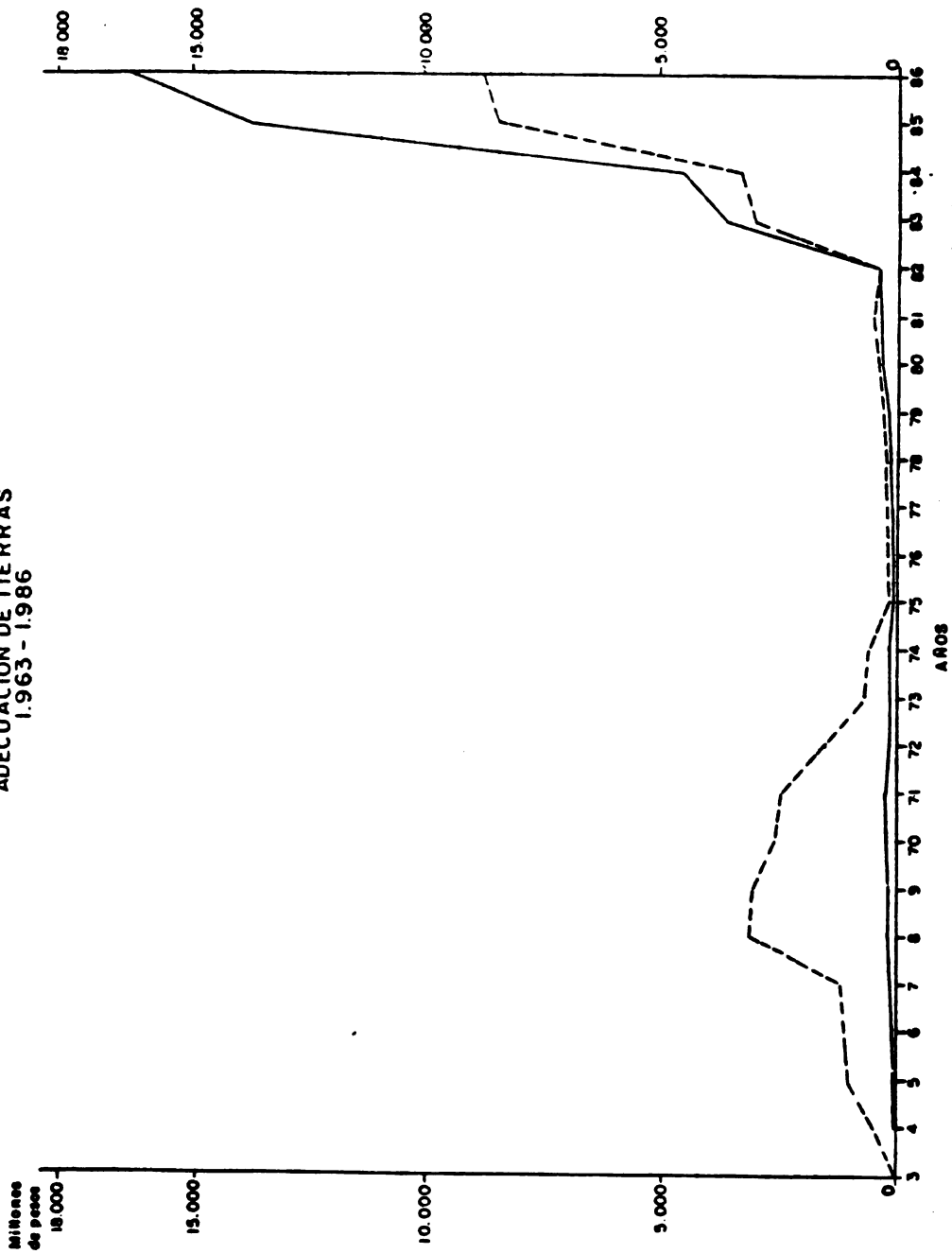
Región	Superficie Km <sup>2</sup>	Porcentaje sobre sup. del país	Volumenes anuales miles millo- nes M <sup>3</sup>	Porcentaje sobre volum. país 1/miles millones M <sup>3</sup>
Atlántico	364.767	32.0	367.5	33.5
Pacífico	77.358	6.8	91.7	8.4
Amazonía	335.759	29.4	315.4	28.8
Orinoquía	347.194	30.3	312.6	28.5
Cuenca Catatumbo	16.626	1.5	8.8	0.8
TOTAL	1.141.704	100.0	1.096.0	100.0

En el país se cuenta con 500 Estaciones Hidreométricas

Fuente : Zonificación de Colombia, HIMAT 1982.

1/ Calculado en base a los principales ríos.

**INVERSIONES REALIZADAS Y PROGRAMAS EN OBRAS DE  
ADECUACION DE TIERRAS  
1.963 - 1.986**



HIMAT	MINISTERIO DE AGRICULTURA INSTITUTO COLOMBIANO DE HORTICULTURA, METEOROLOGIA Y ADECUACION DE TIERRAS
OFICINA DE PLANEACION	
GRAFICA DE INVERSION	
Escala: Reducida	Dibujó: S. S. M.
Fecha: Nov. 1.983	Nº Archivo

## b) Ríos mas importantes

Región	Río	Vol. Promedio anual MMM3	Gasto Promedio diario anuales M3/seg.
Atlántico	Magdalena	223.9	7.100
	Sinú	12.6	400
	Atrato	131.0	4.155
Pacífico	San Juan	80.4	2.550
	Patía	11.3	357
Amazonía	Caquetá	315.4	10.000
Orinoquía	Inírida	50.5	1.600
	Arauca	8.3	262
	Meta	132.4	4.200
	Guaviare	121.4	3.050
Catatumbo	Catatumbo	3.8	278
<b>TOTAL</b>		<b>1.096.0</b>	

Fuente : Usos del agua División de Hidrología HIMAT Julio/81.

## c) Potencial estimado de Aguas Subterráneas

Región	Vertiente	Valle	Volumen almacenado miles de millones M3
Atlántico	Magdalena	Río Cauca	37.210
	San Juan del Cesar	Río Cesar	2.243
	Ariguan	Río Ariguan	55

Fuente : Plan Nacional de Aguas Subterráneas INGEOMINAS Informe borrador. Datos Parciales.

## d) Volumen actual de utilización Aguas Superficiales \*

<u>Consuntivos</u>	Riego Miles M3	Uso Doméstico Miles M3	Otros Miles M3	Total Miles M3
	901.400	16.710	86.540	1.004.650

\* Se refiere a Distritos del Sector Público.

## e) Embalses en Operación 1/

Nombre	Cuenca	Fuente de abastecimiento	Volumen Total	Millones M3 Disponible
Arroyo Grande	Atlántico	Arroyo grande y otros	98.3	95.8
Arroyo Matuya	Atlántico	Arroyo matuya y otros	96.6	90.9
Pondaje el Viento	Atlántico	Arroyo El Viento	10.0	8.0
El Juncal	Atlántico	Río Magdalena (bombeo)	1.1	1.1
El Guájaro	Atlántico	Canal del Dique y otros	350.0	300.0
La Playa	Atlántico	Río Chulo	60.0	5.0
Gachaneca	Atlántico	Río Gachaneca	3.0	2.9

1/ Utilizado para riego

Fuente : División Distritos de Riego HILMAT

## 1.3 Propiedades Agrícolas

Propiedades Agrícolas	1.176.811
Superficie (has.)	30.993.190
Promedio Nacional (has.)	26.34

Fuente : DANE - Censo Agropecuario 1970

#### 1.4 Población

a)	Total	%	Tasa Crec.
Total	27.189.786		27%
Urbana	17.875.830	65.7	43%
Rural	9.313.956	34.3	1.1%
b)			
P.E.A. Total País	9.777.447		36%
P.E.A. Agricultura	5.084.272		52%

Fuente : DANE Proyecciones sobre el Censo de 1973.

#### 1.5 Producto Interno Bruto ( P I B ) Millones de Pesos 1970

	P.I.B. Total Millones Pesos	P I B Agrícola	% del PIB Agrícola en el Total
1970	130.361	17.059	13.1
1975	175.226	21.908	16.2
1979	220.091	27.525	12.5
1980	229.294	28.137	12.3
1981 *	235.028	27.733	11.8

\* Estimado

Fuente : Cuentas Nacionales de Colombia 1970 - 1980  
Banco de la República

## 1.6 Area Total Cultivada y con Riego y/o Drenaje

CONCEPTO	1980			1981		
	Miles Has.	Millones US\$ <sup>1/</sup>	% <sup>2/</sup>	Miles Has.	Millones US\$ <sup>1/</sup>	% <sup>2/</sup>
Area total cultivada del país <sup>3/</sup>	3.180	3.736.8		3.152	3.591.7	
Area total cultivada con riego y drenaje <sup>4/</sup>	201.3	216.3	6%	267.2	194.1	5%
Area total cultivada exclusivamente con riego	120.1	187.5		102.8	105.8	
Area total cultivada exclusivamente con drenaje	81.2	28.8		164.4	106.2	
1982						
Area total cultivada País <sup>3/</sup>	3.101	3.070.9				
Area total cultivada con riego y drenaje <sup>4/</sup>	273.9	250.1	6%			
Area total cultivada exclusivamente con riego	106.2	210.1				
Area total cultivada exclusivamente con drenaje	172.7	40.0				

<sup>1/</sup> Precios constantes 1962. Dólar 63.50

<sup>2/</sup> Porcentaje del valor de la producción agrícola en áreas con riego, y/o drenaje sobre el valor de la producción nacional.

<sup>3/</sup> No incluye café

<sup>4/</sup> Area cultivada en distritos públicos.

1.7 CULTIVOS EN AREAS DE SECANO TEMPORAL

1970

CULTIVO	AREA Miles Ha.	REN'D. Ton/Ha.	VOLUMEN Miles Ton.	VALOR US \$ Miles	% 1/	% 2/	% 3/	% 4/
Maíz	661.4	1.3	876.8	221.2	26.6		1.66	
Plátano	320.1	4.3	1,382.8	178.4	12.9		1.34	
Algodón	289.9	1.4	366.4	226.0	10.9		1.09	
Yuca	244.0	8.0	1,956.0	293.1	9.8		2.21	
Papa	86.6	10.8	961.9	170.2	3.5		1.28	
Soya	66.3	2.0	131.9	65.8	2.7		0.49	
TOTAL	1,648.3		5,675.8	1,156.7	66.4		8.67	

1975

Maíz	572.7	1.3	722.6	193.1	20.5	24.9	6.2	6.5
Plátano	341.0	4.6	401.4	236.1	12.2	14.8	16.7	11.2
Algodón	281.0	4.3	1,614.0	380.4	10.1	12.2	12.1	12.6
Yuca	256.0	7.9	2,021.0	422.3	9.2	11.1	13.8	14.4
Frijol	120.7	0.7	89.9	109.7	4.3	5.3	3.5	3.6
Papa	110.0	12.0	1,320.0	351.1	3.9	4.8	11.2	11.7
TOTAL	1,681.4		6,168.9	1,804.9	60.3	73.2	57.5	60.0

1980

Maíz	614.4	1.4	853.6	267.2	20.6	21.3	8.7	9.1
Plátano	432.6	5.4	2,348.0	265.0	14.8	15.0	8.6	9.0
Algodón	220.6	1.6	220.6	239.4	7.4	7.7	8.4	8.8
Yuca	207.7	10.4	2,150.4	391.0	7.0	7.2	12.7	13.3
Soya	206.0	2.1	430.5	113.0	6.9	7.2	3.7	3.8
Cacaopastote)	179.0	4.9	587.8	301.8	6.7	6.9	9.8	10.3
TOTAL	1,880.3		6,990.9	1,397.4	63.2	65.3	51.9	54.3

1981

Maíz	629.0	1.4	880.0	240.5	21.1	21.8	6.9	7.2
Plátano	433.0	5.5	2,400.0	514.1	14.6	15.0	14.8	15.5
Soya	221.3	2.3	532.0	148.4	7.8	8.0	4.3	4.3
Algodón	221.0	1.66	366.3	221.8	7.4	7.7	6.4	6.7
Yuca	207.0	10.4	2,150.0	339.0	7.0	7.2	9.7	10.1
Cacaopastote)	187.0	4.3	532.0	404.5	6.3	6.5	11.7	12.2
TOTAL	1,908.3		6,860.3	1,866.3	64.2	66.1	53.8	56.1

1982

Maíz	636.0	1.4	898.5	240.5	21.7	22.6	7.8	8.2
Plátano	390.0	5.5	2,145.0	402.0	13.3	13.8	13.1	13.7
Soya	298.0	1.9	575.5	154.1	10.2	10.6	5.0	5.3
Yuca	207.0	9.7	2,000.0	293.2	7.1	7.3	9.5	10.0
Cacaopastote)	181.0	4.1	730.5	331.0	6.2	6.4	10.8	11.3
Papa	165.2	13.0	2,149.0	339.4	5.6	5.9	11.0	11.6
TOTAL	1,877.2		8,518.5	1,760.2	64.1	66.6	57.3	60.2

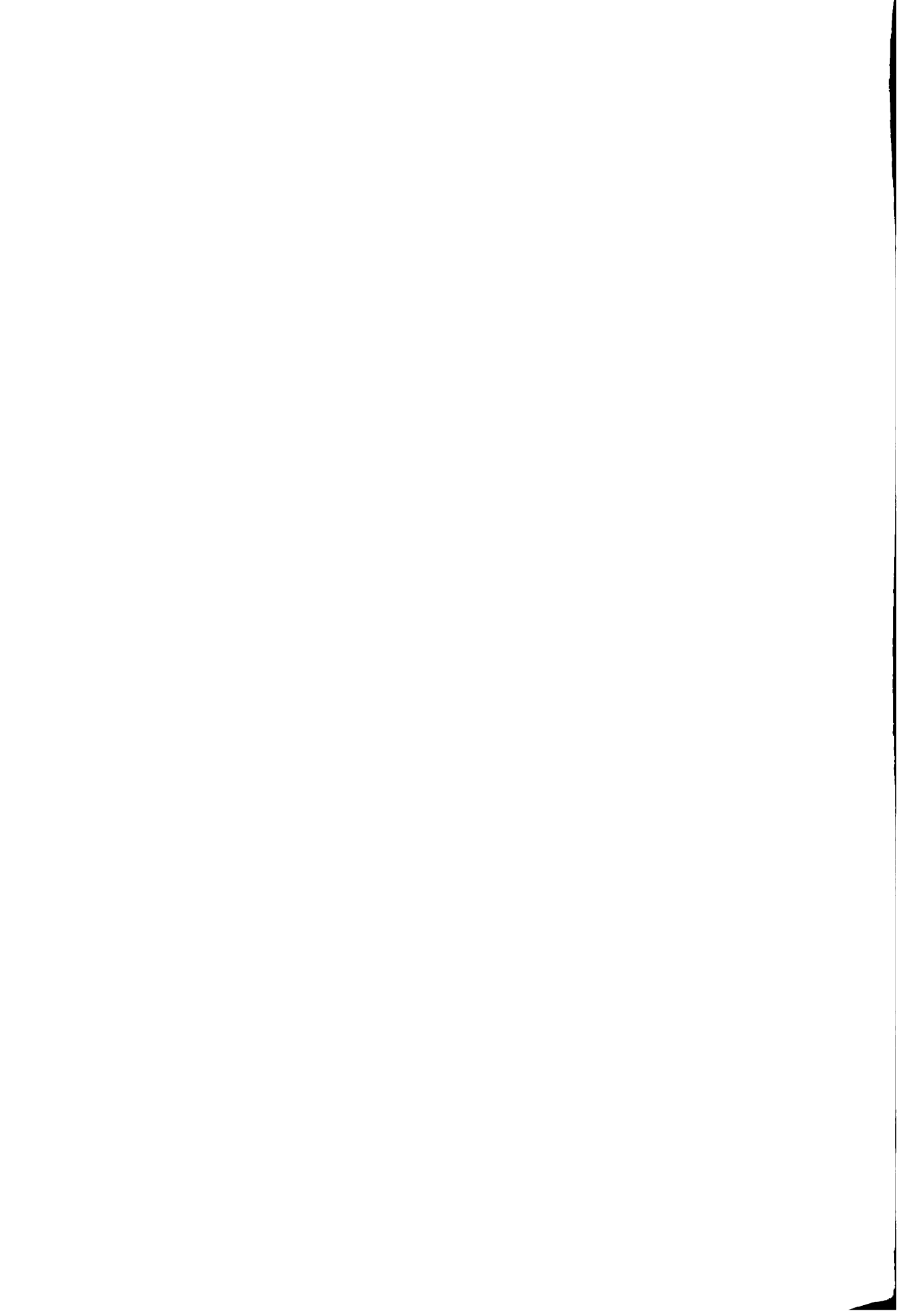
1/ Porcentaje del área dedicada al cultivo sobre el área total cultivada del país.

2/ Porcentaje del área dedicada al cultivo sobre el área total cultivada en secano.

3/ Porcentaje del valor de producción del cultivo sobre el valor total de la producción agrícola.

4/ Porcentaje del valor de la producción del cultivo sobre el valor total de la producción en áreas de secano temporal.

Fuente: OPSA





## 1.8 CULTIVOS EN AREAS CON RIEGO Y DRENAJE

1975

CULTIVO	AREA Has.	REND. Ton./ha.	VOLUMEN Ton. Miles	VALOR Millones US \$					VOLUMEN Agua F3/ha.
					1/ %	2/ %	3/ %	4/ %	
Arroz	69.332	6.1	426.1	109.7	2.21		3.48		14.808
Banano	4.000	14.0	56.0	9.7	0.13		0.31		17.100
Sorgo	2.833	2.8	8.0	1.9	0.08		0.06		2.200
Palma Africana	7.000	2.4	4.8	4.8	0.06		0.16		17.600
Algodón	1.441	1.7	2.4	2.3	0.04		0.07		1.700
Plátano	1.083	17.4	18.9	3.5	0.04		0.11		18.300
TOTAL	88.689		516.2	132.8	2.57		4.20		

1980

Arroz	78.100	6.1	467.1	107.2	2.44	27.3	3.46	49.68	14.600
Algodón	9.700	2.3	22.9	16.8	0.32	4.6	0.55	7.76	2.800
Sorgo	7.785	2.4	18.6	4.9	0.25	3.8	0.16	2.27	2.000
Soya	3.077	2.4	7.2	3.4	0.18	1.5	0.11	1.67	1.700
Palma Africana	2.041	2.4	4.9	4.2	0.06	1.0	0.14	1.94	6.000
Banano	1.243	12.0	15.4	2.1	0.04	0.7	0.07	0.07	7.633
TOTAL	98.946		526.9	138.6	3.22	43.2	4.50	64.18	

1991

Arroz	67.870	6.1	414.6	120.5	1.95	25.3	3.48	65.10	14.700
Algodón	6.857	2.1	14.7	19.1	0.23	3.8	0.29	5.20	1.400
Sorgo	5.246	1.6	8.6	2.4	0.15	2.8	0.07	1.24	1.200
Palma Africana	2.048	3.2	6.5	6.3	0.07	1.0	0.18	3.25	4.600
Cacao	1.204	1.8	2.3	2.5	0.04	0.5	0.07	1.20	3.200
Banano	634	7.0	4.8	0.9	0.02	0.3	0.03	0.46	1.400
TOTAL	85.819		465.5	162.7	2.67	32.1	4.12	73.62	

1992

Arroz	73.736	6.1	449.8	126.8	2.40	69.4	4.12	50.7	15.500
Sorgo	7.287	3.0	21.9	5.9	0.24	5.7	0.19	4.0	2.200
Palma Africana	3.753	3.2	12.0	8.6	0.12	1.5	0.26	3.4	4.800
Soya	3.160	2.0	6.3	3.0	0.10	3.0	0.10	1.2	1.200
Algodón	2.667	2.1	5.4	3.0	0.08	2.4	0.12	1.5	2.200
Banano	560	7.0	4.1	0.5	0.02	0.5	0.02	0.2	9.700
TOTAL	91.093		499.5	148.8	2.96	63.6	4.83	58.4	

1/ Porcentaje del área dedicada al cultivo sobre el área total cultivada en el país.

2/ Porcentaje del área dedicada al cultivo sobre el área total cultivada con riego y/o drenaje.

3/ Porcentaje del valor de la producción primaria del cultivo sobre el valor total de la producción agrícola primaria nacional.

4/ Porcentaje del valor de la producción del cultivo sobre el valor de la producción agrícola obtenida en las áreas con riego y drenaje.



1.9 Principales productos agrícolas de Exportación e Importación  
(Miles ton) \*

	Importación Miles (Ton.)			Exportación Miles (Ton.)	
1971	Maíz	47.3		Plátano-Banano	229.0
	Soya	13.8		Azúcar	138.6
	Fríjol	4.7		Algodón fibra	42.0
	Arroz	0.9		Tabaco	15.5
	Aceite	0.8		Fríjol	5.1
1975	Aceite	7.1	1975	Plátano- banano	371.7
	Maíz	4.1		Azúcar	180.8
	Fríjol	0.5		Algodón fibra	80.0
				Arroz	72.1
1980	Maíz	192.6		Fríjol	11.6
	Sorgo	176.9			
	Aceite	72.8	1980	Plátano-banano	742.2
				Azúcar	278.0
				Algodón fibra	49.6
1981	Aceite	97.5		Arroz	40.1
	Maíz	79.7		Tabaco	17.0
	Sorgo	11.0			
	Soya	16.1	1982	Plátano banano	658.8
				Azúcar	111.5

Importación Miles (Ton.)			Exportación Miles (Ton.)		
1982	Sorgo	132.9	1982	Algodón fibra	63.0
	Aceite	91.3		Arroz	22.7
	Soya	69.4		Tabaco	9.8
	Maíz	32.0			

\* No incluye café por ser producto que se cultiva sin riego.

Fuente : Min. Agricultura - C<sup>o</sup>SA- DANE - Anuario Comercio Exterior

### 1.10 Destino de la producción agrícola nacional.

	1970 %	1975 %	1980 %	1981 %	1982 %
Producción consumo interno	55.2	45.0	39.3	42.1	52.5
Producción destinada agroindustria	26.4	25.9	23.8	20.7	19.7
Producción destinada exportación	15.2	25.3	38.8	33.6	24.2

Fuente : DANE

## 2. AREAS CON RIEGO O DRENAJE

### 2.1 Areas comprendidas en los sistemas, Proyectos o Distritos de Riego

o drenaje, públicos o privados.

-	Area neta en Distritos de riego o drenaje (has.)	1982 310.000 Ha.
---	--	---------------------

	1982
- Área neta de riego y/o drenaje manejada por el sector privado (Has.)	365.000 Ha.
- Área neta de riego y/o drenaje manejada por el sector privado y público (mixta)	25.000 Ha.
- % del área pública de riego o drenaje comparada con el área de riego y drenaje del país	48%
- % del área privada con riego o drenaje comparada con el área pública.	52%

## 2.2 Sistemas, Proyectos o Distritos de Riego y/o Drenaje Público en Servicio.

Número total de sistemas o proyectos de riego públicos, en operación o servicio	20
Área bruta comprendida en dichos distritos	309.100 Ha.
Área neta total beneficiada con infraestructura de riego y drenaje	257.128 Ha.
Área neta total beneficiada exclusivamente con riego y drenaje.	110.199 Ha.
Área neta total beneficiada exclusivamente con drenaje	68.202 Ha.
Total capacidad máxima de captación	180 M3/seg.
Longitud total de la red de canales de riego (incluye principales, secundarios y terciarios)	158.6 Km.
Longitud total de la red de canales de drenaje (incluye principales, secundarios y terciarios)	2.322.4 Km.

Número total de propiedades agrícolas		36.070			
Número total de usuarios		15.679			
Número de funcionarios permanentes adscritos a los servicios de operación de los Distritos		263			
Número de funcionarios permanentes adscritos a los servicios de conservación en los Distritos		724			
Número de funcionarios permanentes adscritos a los servicios de Administración		127			
Tarifas (hoja adjunta)					
Valor promedio de tarifas					
Tarifa Fija		US\$60.00			
Tarifa Volumétrica por 1.000 M3		US\$ 1.50			
- Suma total de los montos (US\$ dólares) Presupuesto anual. Distritos (Operación, Conservación y Administración) 1982		7.637.000			
- Porcentaje de autoficiencia 1982		32%			
- Porcentaje de efectividad de cobranza 1982		65.7%			
- Area total (Has.) de los Distritos dedicada a cultivos anuales (1982)		112.029 Ha.			
- Area total (Has.) de los Distritos dedicada a cultivos permanentes		79.708 Ha.			
- Índice promedio de los últimos cinco (5) años de uso de la tierra.					
	1978	1979	1980	1981	1982
	1.10	1.10	1.10	1.25	1.20
Valor del total de la producción 1982		US\$257.197 Millones			

### 2.3 Sistemas, Proyectos o Distritos de riego y/o drenaje en proceso de construcción con fondos públicos.

NOTA : En este resumen se presentan los proyectos que actualmente el Gobierno a través del HIMAT está rehabilitando o complementando con recursos del BIRF y la construcción de un proyecto con presupuesto Nacional.

Número total de sistemas, proyectos o distritos de riego y/o drenaje en actual proceso de construcción con fondos públicos	9
Area bruta total de los proyectos	68.000 Has.
Area neta total o sea beneficiada con infraestructura de riego y drenaje	59.040 Has.
Area neta total o sea beneficiada exclusivamente con infraestructura de riego.	40.940 Has.
Area neta total o sea beneficiada exclusivamente con infraestructura de drenaje	18.100 Has.
Capacidad máxima de captación	64.8 M3/seg.
Longitud total de la red de drenaje	294.2 Km.
Número total de propiedades a beneficiar	12.342 predios
Número total de usuarios	5.385
Año previsto para la culminación de los proyectos	1988
Monto total de los presupuestos de construcción	US\$56.9 Millones 1/
Inversión total realizada en la construcción del total de proyectos 1982	US\$324.3 Millones 2/

Porcentaje promedio de la Inversión Pública realizada en el período 1977-1980 en construcción de infraestructura de riego y drenaje sobre el promedio de la inversión pública total realizada durante el mismo período

1%

Valor promedio de construcción por hectárea neta beneficiada en el total de los proyectos

US\$1.550 3/

Monto total de financiamiento externo previsto (1982) para la construcción del total del Proyecto.

US\$47.3 Millones

Valor incremental estimado de la producción agrícola del total de los proyectos al culminarse su construcción y desarrollo (1982)

US\$ 24 Millones

Porcentaje del valor incremental anual precedente sobre el valor de la producción sin los Proyectos

32%

1/ Dólar a \$85.00 agosto 1983

2/ Dólar a \$63.50 1982

3/ Precios constantes

2.4. Sistemas, Proyectos o Distritos de Riego y/o Drenaje que actualmente se encuentran a nivel de estudios de factibilidad y/o definitivos financiados con fondos públicos.

Número total de sistemas, proyectos o distritos de riego

y/o drenaje con Estudio de Factibilidad

5

Area total a ser beneficiada con infraestructura de

riego y/o drenaje

87.100 Has.

Capacidad máxima de captación (M<sup>3</sup>/seg.) pre-

vista para el total de los proyectos.

52.2 M<sup>3</sup>/seg.



Número de predios beneficiados	9.323
Número total de usuarios beneficiados	5.300 <u>2/</u>
Monto total de los presupuestos de construcción previstos	US\$230.7 Millones <u>1/</u>
Valor incremental anual estimado de la producción agrícola que se obtendrá al culminarse la construcción de los proyectos	US\$53.8 Millones <u>1/</u>
Porcentaje del valor incrementado anual precedente sobre el valor de la producción con los proyectos	382%
<u>1/</u> Dólar a \$85.00	
<u>2/</u> Estimado	

**2.5 Sistemas, proyectos o distritos de riego y/o drenaje que cuentan con estudios de menor nivel que el de Factibilidad financiados con fondos públicos.**

Número total de Proyectos	21
Area total estimada que beneficiará con infraestructura de riego y drenaje	404.400 Has.
Número total de usuarios que se beneficiarán	20,000 <u>2/</u>
Valor incrementado total de la producción agrícola que se estima se logrará en el total de los proyectos al culminarse la construcción	US\$250 Millones <u>1/</u>
Porcentaje del valor incremental anual precedente sobre la producción con los proyectos	350% <u>2/</u>
<u>1/</u> Dólar a \$85.00	
<u>2/</u> Estimado	

2.6 Método de Riego 1/2 15.

Gravedad 90%

Aspersión 9%

Goteo 1%

1/2 Sobre el área actual sobre riego manejado por el sector público

2.7 Metas previstas o estimadas para los años 1990 y 2000 referentes a áreas totales con facilidades de riego y/o drenaje.

Estimado de la superficie neta total (Has.) con facilidades de riego y/o drenaje con que contará el país comprendida en sistemas, proyectos o distritos de riego y/o drenaje construidos y manejados por el sector público 800.000 Ha.

Estimativo de la superficie neta total con facilidades de riego y/o drenaje que alcanzará el sector privado(has.) 700.000. Ha.

Porcentaje de incremento de las áreas previstas en el sector público 240%

Porcentaje de incremento de las áreas en el sector privado 190%

Total del área neta prevista para alcanzar en los años 1990 y 2000 1' 500.000 Ha.

Porcentaje de incremento con respecto al área actual 215%

### 3. LEYES Y REGLAMENTOS RELACIONADOS CON LA IRRIGACION

#### 3.1 Antecedentes

Los primeros años de este siglo por concesión de los gobiernos de esa época se estableció la UNITED FRUIT COMPANY, para aprovechar las aguas de los ríos que bajan de la Sierra Nevada de Santa Marta, con el fin de dotar de riego suplementario al cultivo de banano, que alcanzó un área máxima bajo riego de 40.000 Has.

En los años 30 el Ministerio de Economía a través de la Oficina de Aprovechamiento de Aguas construyó algunas obras para dotación de riego y control de inundaciones en Boyacá y Tolima.

En la década de los 50 la Caja de Crédito Agrario construye y opera los Distritos de Riego de los ríos Coello y Saldaña.

Mediante Ley 135 de 1961 se crea el Instituto Colombiano de la Reforma Agraria el cual es facultado para "promover y ejecutar directamente labores de recuperación de tierras, reforestación, avenamiento y regadío y se le anexan los sistemas de riego ya construídos para ser operados por el INCORA.

En complemento a lo dispuesto en la Ley, ese Instituto adelantó la construcción de obras de adecuación de tierras a partir del año de 1963 en los siguientes frentes :

ATLANTICO	Repelón, Santa Lucía, Manatí
BOLIVAR	María La Baja
CORDOBA	Montería y La Doctrina
HUILA	El Juncal, El Porvenir y San Alfonso
NORTE DE SANTANDER	Zulia y Abrego
PUTUMAYO	Sibundoy
SANTANDER	Lebrija

En 1963 por delegación de la Corporación del Valle del Cauca -CVC- el Distrito de Roldanillo - La Unión - Toro construido por esa Entidad pasó a ser administrado por INCORA.

### 3.2 Leyes Vigentes

Mediante Decreto 132 de Enero 26 de 1976 se transforma el Servicio Colombiano de Meteorología e Hidrología (SCMH) en el Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras (HIMAT) y entre las funciones que se le asignan, entre otras, se encuentran por delegación del INCORA :

- a. Ejecutar las obras de adecuación de tierras ordenadas por la Ley 135 de 1961.
- b. Concluir la construcción de los distritos de adecuación de tierras que hubiere iniciado el INCORA.

- c. Administrar los distritos de adecuación de tierras que se concluyan en desarrollo de lo previsto en los literales anteriores y los que en la actualidad posea el INCORA, todo de conformidad con las disposiciones vigentes.

El HIMAT administra, opera y conserva dieciocho distritos de riego ubicados a todo lo largo y ancho del territorio patrio, siete de ellos se encuentran en la Costa Norte, siete en el centro del país, tres al oriente y otro en el sur; algunos son de riego y drenaje, otros de riego y unos pocos de drenaje.

### 3.3 Aspectos Resaltantes de las Leyes Vigentes

Es prioritario en la operación de un distrito de riego proporcionar el agua necesaria en la oportunidad y cantidad requerida a los cultivos establecidos en el distrito, para la producción de las tierras bajo riego.

La actividad en los distritos del país, involucra conocimientos técnicos y administrativos, a fin de crear conciencia en los agricultores, del valor del agua de irrigación y hacerles comprender que el riego no es un lujo, sino un factor básico para la producción agrícola. A los usuarios se les cobra por administración, operación y conservación dos tarifas, una fija que es la suma que por hectárea como

susceptible de riego o drenaje en el Registro General de Usuarios, pagarán los Usuarios del Distrito, utilicen o no los servicios de riego y drenaje. Una tarifa volumétrica por servicio de riego, es el valor que, por el suministro de cada metro cúbico de agua en su toma, deberán pagar los Usuarios del Distrito. El monto del presupuesto ordinario de funcionamiento del Distrito será cubierto obligatoriamente por los Usuarios, con base en las tarifas fijadas en el Presupuesto de Ingresos. Para la preservación y conservación de las aguas y que los Usuarios aprovechen mejor el agua de riego que les corresponde, el Distrito podrá obligarlos a conservar sus acequias en condiciones de capacidad suficiente a todo lo largo de estas para conducir la totalidad de los caudales asignados.

### 3.4 Reglamentos Generales

Decreto No. 132 de Enero 26 de 1976 "Por el cual se transforma el Servicio Colombiano de Meteorología e Hidrología". A partir de la vigencia de este Decreto, el Servicio Colombiano de Meteorología e Hidrología se denominará Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras - HIMAT".

Decreto No. 2259 de 1976 -Octubre 22. "Por el cual se reglamenta parcialmente el Decreto 2811 de 1974 y el Decreto 132 de 1976.

En sus primeros tres Artículos dice :

Artículo 1o. Naturaleza. El Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras HIMAT, es un establecimiento público con personería jurídica, autonomía administrativa y patrimonio independiente, adscrito al Ministerio de Agricultura que se organiza de acuerdo con las normas establecidas por los Decretos 132 y 133 de 1976 y el presente Decreto.

Artículo 2o. Competencia. Sin perjuicio de lo dispuesto por el Artículo 15 del Decreto 132 de 1976, el Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras, HIMAT, ejercerá sus funciones en todo el territorio nacional; su sede es la ciudad de Bogotá, D.E. y puede, además, establecer dependencias regionales o seccionales en lugares distintos a la misma.

Artículo 3o. Objeto. El Instituto tiene como finalidad la ejecución de las actividades y la prestación de los servicios que en materia de hidrología y meteorología corresponden al Estado Colombiano y la adecuación de las tierras y aguas del territorio nacional, con el fin de asegurar su mayor productividad y mejor uso, bien sea directamente o en coordinación con otras Entidades.

### 3.5 Reglamentos Específicos

Acuerdo No. 16 de 1977 - 8 de marzo. "Por el cual se aprueba el Reglamento General para el funcionamiento de los Distritos de Adecuación de Tierras" (en vigencia).

La Junta Directiva del Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras, en uso de sus facultades legales y en especial, las que le confieren los Decretos 182 de 1968, el 132 de 1976 y el 2259 de 1976, ACUERDA :

Artículo Primero.- Apruébase el reglamento general que habrá de regir la ordenación básica para el funcionamiento de los Distritos de Adecuación de Tierras pertenecientes al Instituto (HIMAT).

#### 4. ASPECTOS INSTITUCIONALES

##### 4.1. Autoridad Nacional

El organismo que ostenta la máxima autoridad a nivel nacional en lo relacionado con la definición y supervisión de la política nacional de riego y drenaje y programas sobre la materia es el Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras-HIMAT-

##### 4.2 Autoridad de Aguas

La autoridad a nivel nacional en materia de legislación de aguas de uso público en Colombia es el Instituto de Desarrollo de los Recursos Naturales Renovables (INDERENA)



### 4.3 Otras Autoridades en Materia de Riego y Drenaje

Los planes nacionales de ordenamiento de los recursos hídricos lo mismo que la conservación y manejo de cuencas hidrográficas lo hace en el país, el Instituto de Desarrollo de los Recursos Naturales Renovables **INDERENA**.

La capacitación a diferentes niveles, incluyendo Usuarios de los sistemas, proyectos o distritos de riego y/o drenaje, lo hace exclusivamente el Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras - **HIMAT** -

El estudio, construcción, administración, operación, conservación y mejoramiento de sistemas, proyectos o distritos de riego y/o drenaje lo hace el **HIMAT** lo mismo que construye, opera y mantiene las redes de estaciones meteorológicas que permiten conocer el comportamiento de la atmósfera en los diferentes niveles; hace Hidrometría en el territorio nacional etc.

El registro y procesamiento de la información hidrometeorológica la realiza el **HIMAT**.

Los estudios de suelos en el país los realiza el Instituto Geográfico Agustín Codazzi **IGAC** y firmas particulares con la interventoría del **IGAC**.

#### 4.4 Coordinación Interinstitucional

Los Institutos que coordinan con el HIMAT a nivel nacional son el Instituto Colombiano de la Reforma Agraria, INCORA, el Instituto Colombiano Agropecuario ICA, el Instituto de Desarrollo de los Recursos Naturales INDERENA y el Instituto de Mercadeo Agropecuario IDEMA y Caja Agraria

La Corporación del Valle del Cauca C.V.C que se encarga de los estudios de riego, drenaje y suelos en el Valle del Cauca. La Corporación Autónoma Regional de los Valles de Ubaté y Chiquinquirá C.A.R. que administra y controla las aguas en este sector del país. Otras entidades departamentales como las Corporaciones del Tolima y del Sinú que se encargan de la conservación de los recursos Naturales en los respectivos departamentos.

#### 4.5 Recursos Humanos

El HIMAT para el desarrollo de sus actividades cuenta con la siguiente nómina de personal :

Personal profesional	330
Técnico medio	966
No Técnico	<u>304</u>
Total funcionarios	2.100

Este es el personal que trabaja en proyectos o distritos de riego y/o drenaje y en las oficinas centrales de Bogotá.

## 5. LINEAS PRIORITARIAS DE INVESTIGACION EN RIEGO Y DRENAJE

Las líneas de investigación principales en el actual desarrollo en los aspectos comprendidos en los procesos de riego y drenaje son :

Programa de incremento en el área productiva

Aumento en la intensidad del uso de la tierra

Disminución de consumos unitarios

Programa de diversificación de cultivos

Programa de construcción de estructuras de control y aforo

Programa de hidrometría

Programa de mejoramiento en la captación, distribución, aplicación y uso del agua.

Programa de empedradización de canales

Programa de lagos y riego en ladera

NOTA : Se va a establecer en el HIMAT una Subdirección de Estudios e Investigaciones en Hidrología, Meteorología, Regulación de Corrientes, Identificación de nuevos proyectos y programa de lagos y riego en ladera.

## 6. VOLUMENES DE AGUA ACTUALMENTE UTILIZADOS EN LAS AREAS BAJO RIEGO Y REQUERIMIENTOS ESTIMADOS PARA METAS PREVISTAS PARA LOS AÑOS 1990 Y 2.000.

Volumen actualmente utilizado para 120.000 Has. (fuente de abastecimiento)	1.872 Millones M3
Volumen total para satisfacer los requerimientos hídricos del área bajo riego años 1990 y 2.000 (área 1.500.000)	20.000 Millones M3 <sup>1/</sup>
Porcentaje de incremento	1.000%
<sup>1/</sup> Estimado	

#### 7. EFICIENCIA DE OPERACION EN LOS DISTRITOS DE RIEGO (%)

En los distritos públicos administrados por el Estado a través del HIMAT, en el año de 1982 se logró una eficiencia de 54.5%

En la actualidad la División de Distritos de Riego del HIMAT adelanta el Programa de "Optimización de Distritos" con el propósito de mejorar la operación de los sistemas de riego, previéndose alcanzar una eficiencia promedio no inferior al 65%.

#### 8. INFORMACION COMPLEMENTARIA

El HIMAT ha venido identificando una serie de problemas técnicos en los Distritos, para los cuales viene adelantando programas en busca de soluciones que garanticen un mejor uso del agua, entre otros se citan :

- Programa de construcción de estructuras y campañas de divulgación en técnicas de riego que permitan utilizar en una mejor forma el riego.

- Complementación de la red hidrométrica que permita la medición del caudal derivado, transportado y entregado, a fin de poner en práctica el manejo hidráulico de canales.
- Intensificación de estudios agroclimáticos que permitan determinar con mayor exactitud los usos consultivos.
- Mejoramiento en las comunicaciones con el fin de asegurar una mejor entrega de agua a los usuarios.
- Organización de los Comités Consultivos de los distritos, a fin de coordinar la mejor utilización del crédito, insumos, transporte, agroindustria etc.
- Reactivación de las Juntas de usuarios con el objeto de hacerlas más partícipes en las decisiones del distrito.

#### Políticas en materia de Adecuación de Tierras

- Rehabilitar y complementar los Distritos de adecuación instalados.
- Realizar los diseños y construcción de nuevos distritos, para ampliar las áreas de adecuación.
- Incrementar la acción privada para el desarrollo de pequeños distritos y la adecuación de los suelos agrícolas de ladera.
- Desarrollar los estudios de identificación de nuevos proyectos y de prefactibilidad para señalar la viabilidad económica de los mismos.
- Seleccionar y adelantar en forma dinámica los nuevos estudios de factibilidad para evitar el estancamiento del proceso de ampliación de la frontera agrícola aplicando los criterios de zonificación y prioridad regional propuestos por el HIMAT.

- Incrementar sensiblemente el porcentaje de inversión en adecuación de tierras, de tal manera que como mínimo el 1% del P.I.B. agropecuario se dedique para financiar los programas mencionados.

Bogotá, Noviembre de 1983

ECZ

RELACION DE TARIFAS DE SERVICIOS DE RIEGO Y DRENAJE 1982

(US\$) (1)

DISTRITO	TARIFA VOLUMETRICA 1.000 M <sup>3</sup>		TARIFA FIJA US\$/Ha.	
	N	D	N	D
REPELON	7.87 5.98	9.45 5.98	18.50	
SANTA LUCIA	3.78		18.50	
MANATI			5.67	
MARIA LA BAJA	2.36		18.50	7.87
ALTO CHICAMOCHA	12.60 4.72		9.45 20.47	
SAMACA	3.15 3.15	4.72	11.02	3.15 6.30
LA DOCTRINA	4.09	12.60	19.21	10.24
MONTERIA	4.09		19.21	10.24
EL JUNCAL	13.39	14.96	26.96	13.48 26.96
EL PORVENIR	6.30	11.02	32.76	11.02
SAN ALPONSO	4.72		22.05	11.03
PRADO SEVILLA	2.36		10.39	
ZULIA	1.89		18.90	12.28
ABREGO	2.05		15.50	
RIO RECIO	1.57		8.66	
LEBRIJA			6.30	4.72
R.U.T.	7.87		36.06	
COELLO	2.68		17.17	19.56 12.13
SALDAÑA	2.83		12.60	6.30

(1) : Dólar a \$63.50

N = Normal

(2) : El volúmen es por M<sup>3</sup>, pero para el cálculo se utilizó 1.000 M<sup>3</sup>

D = Diferencial







**VII SEMINARIO  
LATINOAMERICANO  
DE IRRIGACION**

**SANTIAGO DE CHILE, 28 DE NOVIEMBRE  
AL 2 DE DICIEMBRE DE 1983**

**DOCUMENTO B-5**

✓  
**INFORME NACIONAL DE COSTA RICA**

**Por: Ing. Carlos L. Corrales V. (\*)**

---

**(\*) Gerente Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento  
(SENARA)**



## INFORME NACIONAL DE COSTA RICA

### INTRODUCCION

A pesar de que Costa Rica, en gran parte de su territorio acusa altas precipitaciones pluviales, que van desde 2000 a más de 5000 milímetros anuales, existen zonas que, teniendo favorables condiciones de suelo y topografía, que podrían permitir el desarrollo de una eficiente agricultura mecanizada, presentan problemas de poca lluvia y mala distribución durante el año.

La región del Pacífico Seco es la que acusa los promedios más bajos de precipitación pluvial, acentuándose este bajo promedio en la zona que comprende principalmente los distritos de Bagaces, Cañas y Abangares, en donde se registran aproximadamente 1.500 mm anuales.

A pesar de esa condición seca; características de suelo y topografía, servicios y ubicación geográfica han permitido el desarrollo de una agricultura mecanizada, en donde su principal renglón lo constituyen los granos básicos (arroz, maíz, frijol y sorgo) y un incremento reciente del cultivo de caña de azúcar.

Ocurren con frecuencia pérdidas considerables debidas en algunas ocasiones a excesos de lluvia y en la mayoría de los casos a falta de ella. Esta incertidumbre sobre los rendimientos esperados obstaculizan un progreso sostenido en el desarrollo agrícola, ya que por lo general sólo se cuenta con las aguas de lluvia para el desarrollo de los diferentes cultivos, lo que únicamente permite, cuando las condiciones son favorables, una cosecha por año.

Las condiciones anteriormente apuntadas hacen que la mayoría de la superficie del Pacífico Seco se dedique a la ganadería extensiva y sólo un 5% aproximadamente esté bajo cultivos agrícolas.

En cuanto al desarrollo de la ganadería vacuna, ésta en su totalidad es extensiva y aunque recientemente los ganaderos han realizado algunas mejoras en su sistema de explotación, durante la época seca hay serias dificultades para sostener los hatos en condiciones medianamente aceptables. Algunos ganaderos progresistas han introducido nuevas variedades de pastos, incremento de apartados y henificación, con lo que mejoran el rendimiento de sus fincas, pero subsiste problema por la prolongada sequía que casi abarca la mitad del año (de Diciembre a Mayo).

Las características anteriormente indicadas, en especial los aspectos negativos de baja precipitación sobre condiciones favorables de grandes extensiones de suelos planos y de buena fertilidad hace que estamos ante una región en donde la rehabilitación de tierras bajo riego traerá los mayores beneficios al país.

Es lógico que las bondades del riego y su beneficio estarán condicionadas a que las inversiones a realizar oscilen dentro de los promedios de costos aceptables y al respecto se está ante una situación muy favorable al hacer uso de las aguas provenientes del proyecto Hidroeléctrico del Arenal, proyecto cuyas inversiones, aún considerando únicamente los beneficios de la producción eléctrica, están ampliamente justificadas.

## ANTECEDENTES

La actividad del riego en Costa Rica, hasta hace pocos años no tuvo gran importancia, por cuanto la demanda de productos agrícolas para el consumo nacional y la exportación, se satisfacía con las cosechas obtenidas a través de las explotaciones de secano. Conforme aumentó esa demanda se hizo necesaria la ampliación de la frontera agrícola, abarcando algunas regiones en donde la precipitación pluvial no era suficiente para la mayoría de los cultivos.

A nivel particular, principalmente en la Meseta Central, se realizaron algunos esfuerzos para dotar de riego pequeñas áreas, las que se dedicaban principalmente a cultivos intensivos, tales como hortalizas y frutales. Asimismo, con la promoción por parte de casas comerciales, se pusieron en operación equipos de riego por aspersión en explotaciones de lechería y plantaciones de café y caña.

El Gobierno, a través del Ministerio de Agricultura y Ganadería, colaboró en algunos proyectos de riego, concretándose principalmente a asesorar en la construcción de canales de conducción y algunas obras de drenaje.

Conforme aumenta la población aumenta la demanda de productos agrícolas básicos, ampliándose la frontera agrícola, buscándose además una mayor productividad, que en algunas regiones es difícil de obtener por limitaciones del régimen pluvial.

Una de las áreas de mayor incremento territorial de sus explotaciones agrícolas, lo constituye el Pacífico Norte o Pacífico Seco, la cual posee muy buenas condiciones de suelos y topografía y en los aspectos de clima, solamente limitado por un régimen de lluvias inadecuado, que en la mayoría de los casos es insuficiente para lograr una regular cosecha de año y en ocasiones provoca grandes inundaciones por concentración de la precipitación.

Ante este panorama y la necesidad creciente de una buena producción y productividad agrícola, la "Agricultura de Regadío", surge como única posibilidad de garantizar altos rendimientos y consecuentemente estabilidad al agricultor.

A partir de 1974, y ante la decisión del ICE de construir el Proyecto Hidroeléctrico de Arenal, se vió la gran oportunidad de poder utilizar esas aguas una vez turbinadas, en el desarrollo de un amplio programa de regadíos en la cuenca baja del río Tempisque. Con esta perspectiva se iniciaron estudios básicos para definir el programa de riego, sus posibles tierras a regar, costos, etc. Esta inquietud y estudios se conoció inicialmente como "Proyecto de Riego de Arenal" y luego como "Programa de Desarrollo Integral de la Cuenca Baja del Río Tempisque" (Distrito de Moracia). Estudios posteriores han permitido definir y cuantificar dicho programa mediante el cual es factible poner bajo riego una gran superficie que oscila entre 100.000 y 125.000 hectáreas.

Con estas alternativas para desarrollar agricultura de regadío en Costa Rica, se creó un Decreto Ejecutivo (# 217 del 6 de Diciembre de 1974) la Comisión de Desarrollo Integral de la Cuenca Baja del Río Tempisque (CODEINTE) y posteriormente por Decreto Ejecutivo # 7390-A del 20 de Septiembre de 1977, se crea la "Comisión Nacional de Riego" quién tiene a su cargo, además del riego en el Tempisque, la programación y definición de esta actividad a nivel nacional.

A través de las comisiones antes mencionadas se fueron visualizando los programas de riego en el Tempisque y se definieron los proyectos específicos a saber:

Sector Paso Hondo  
 Colonia Agrícola San Luis  
 Finca Wilson  
 Estación Experimental Enrique Jimenez Núñez  
 Sector Magdalena  
 Presa Derivadora Magdalena 1/  
 Canal del Sur 2/

- 1/ Estudios y Diseños se iniciaron en Febrero de 1978, y su construcción la realizó el ICE (Instituto Costarricense de Electricidad).
- 2/ El Gobierno de Costa Rica financió los Diseños Finales, para construcción de 10 Km de Canal hasta el Río Cañas con el préstamo BID A88/SF-CR.

## EL PROYECTO DE RIEGO DEL TEMPISQUE

### Résumé descriptivo

Como una de las soluciones principales en el mejoramiento de la producción agropecuaria, el Gobierno de la República impulsa las actividades de riego, a venamiento y control de inundaciones en todo el territorio nacional, siendo en la actualidad el Proyecto del Tempisque, el más importante por su extensión y estado de avance de sus obras. Para acelerar este avance el actual Gobierno creó una Comisión específica a nivel de la Presidencia de la República, previo a la creación del SENARA, que inicialmente atendió este proyecto.

Se pretende lograr la adecuada utilización de las aguas del Arenal y los recursos hídricos de la zona (superficiales y subterráneos), para desarrollar la agricultura de regadío de las mejores tierras de la cuenca baja del río Tempisque, con posibilidades de cobertura de unas 100.000 hectáreas. Esta modernización agrícola, procura modificar las estructuras de explotación, de extensiva y temporal a intensiva y permanente con base en el uso preferente del riego por gravedad, dada su economía de aplicación.

Este proyecto por su magnitud, se desarrollará en forma progresiva, según demanda del agro y posibilidad financiera del Estado, procurando que su cobertura total se alcance para finales del presente siglo, estimándose en 5.000 hectáreas anuales su incorporación al regadío, creando varios Distritos de Riego, según características físicas y técnico-administrativas.

Según disponibilidades de agua y tierra, se ha comenzado el desarrollo a partir del cantón de Cañas, por su disponibilidad actual de las aguas del Arenal, abriéndose en los canales (Sur y Oeste) para cubrir las tierras bajas de Abangares, Cañas y Bagaces, con una superficie regable total estimada en 40.000 hectáreas (entre río Abangares y río Salto). A corto plazo se desarrollará la margen derecha del Río Tempisque, con una superficie de 7.000 hectáreas, utilizando aguas subterráneas y superficiales, ampliándose luego, según disponibilidad de recursos hasta las 20.000 hectáreas que cubren toda la margen derecha. Posteriormente se cubrirá el área ubicada entre los ríos Salto y Tempisque, con los remanentes de las aguas de Arenal.

A través de este Proyecto, el Estado procurará las acciones necesarias para adquirir aquellas tierras de menor desarrollo relativo para que al menos un 50% del área se asigne a pequeños y medianos agricultores (según criterio del Banco Central) y crear entre 20.000 y 40.000 empleos directos, permanentes y como mínimo duplicar la actual productividad agrícola de la zona de influencia.

## Ubicación

El área de influencia del Proyecto de Riego del Tempisque (Arenal-Tempisque) se encuentra en la Provincia de Guanacaste (Pacífico Seco) y comprende los cantones de Abangares, Cañas, Bagaces, Liberia, Carrillo y Santa Cruz. Abarca una superficie total de 183.000 hectáreas de las cuales 100.000 hectáreas son regables.

El área está delimitada por una línea poligonal cerrada que, partiendo desde el puente del río Abangares sobre la carretera Interamericana discurre por ésta hasta el puente sobre el río Santa Ines, continuando por éste hasta el Colorado, Serranía de la Costa, río Bolsón, río Tempisque hasta la desembocadura del Abangares y río Abangares aguas arriba hasta el puente sobre la Interamericana.

## Objetivos

El Proyecto de Riego del Tempisque consiste en la puesta bajo riego, en un plazo aproximadamente de 25 años, de unas 100.000 hectáreas, aprovechando los siguientes recursos hidráulicos:

- 1.-El caudal del río Arenal, regulado y trasvasado hacia la vertiente del Pacífico por medio del proyecto hidroeléctrico del Arenal, con un desembalse de  $90 \text{ m}^3$  por segundo.
- 2.-Los caudales regulados en los embalses a construir en las distintas vías que discurren por la zona.
- 3.-Las aguas subterráneas existentes en el aluvial del río Tempisque.

Los objetivos primordiales a alcanzar con la transformación de la zona son:

- Mejor aprovechamiento de los recursos agua y tierras
- Mejora del nivel de vida rural.
- Aumento de la producción
- Aumento de la exportación de productos agrícolas.

## Beneficios

Entre los beneficios que se generarán con la puesta en riego, merecen destacarse los siguientes:

- Aumento de la productividad agrícola con rendimientos superiores a los actuales.
- Eliminación de los riesgos de pérdidas de cosecha por sequía.
- Posibilidad de obtención de 2 o 3 cosechas anuales.
- Incorporación a la explotación agrícola de grandes áreas actualmente incultas o con bajos rendimientos.
- Aumento de los índices de explotaciones agropecuarias.
- Reducir el desempleo, que actualmente, aún en época de zafra (caña), llega al 11.3%.
- Creación de puestos de trabajo (unos 40.000) por la mayor utilización de mano de obra en la agricultura de regadío y el establecimiento de nuevas agroindustrias.

- Eliminación de la migración del campesino a las zonas urbanas.
- Mejora del nivel de vida en función del efecto multiplicador en otros - sectores, tales como vivienda, salud, transporte, comercialización, etc.
- Contribución a la mejora de la balanza de pagos.

### Disponibilidad Financiera

El desarrollo de la zona se va a iniciar con al ejecución de un proyecto piloto que consiste en el suministro de riego para el desarrollo agrícola - de áreas demostrativas de la Cuenca del Rfo Tempisque.

Para financiar esta primera etapa del Programa de Riego, el Gobierno de la República obtuvo dos préstamos del Bando Interamericano de Desarrollo - (BID) según las siguientes características básicas:

- a. Préstamo 37360C-CR: por US\$ 4.700.000 al 8.25% de interés anual - 20 años plazo.
- b. Préstamo 617/SF-CR por US\$ 10.400 al 2% de interés anual y 35 años de - plazo.
- c. Costo total primera etapa US\$ 20.600.000 (US\$ 15.100.000 de préstamos - BID y US\$ 5.500.000 de aporte local)'

El prestatario es el Gobierno de la República y en Ente Ejecutor el SE-NARA. La totalidad de los fondos de contraparte local y gastos administrativos se obtienen del Gobierno Central y forma parte del presupuesto del - Ministerio de Agricultura y Ganadería (Programa 95, partida 664 - Transferencia a Instituciones Públicas).

Los contratos BID fueron ratificados por la Asamblea Legislativa y publicados en la Gaceta # 162 del 23 de Agosto de 1981 (Ley # 6590) con lo cual se dio inicio a la ejecución de las obras, que contempla lo siguiente:

a. Presa Magdalena	US\$ 1.240.000
b. Canal del Sur	2.377.000
c. Oficinas Regionales	50.000
d. Sub-Proyecto 1 *	6.474.000
e. Estudios 2da. Etapa	2.800.000
f. Cooperación Técnica	700.000
g. Estudios Pre-Inversión	1.305.000
h. Inspección, gastos financieros, imprevistos, etc.	<u>5.654.000</u>
<b>TOTAL</b>	<b>US\$ 20.600.000 **</b>

\* Paso Hondo  
San Luis  
Sector Magdalena  
Finca Wilson (Bagatzi)  
Estación experimental Enrique Jimenez Núñez

\*\* De este total el 76% corresponde al aporte de los préstamos BID 373/OC-CR y 617/SF-CR el 24% restante corresponde a aporte local.

### Obras Ejecutadas

- Las obras ejecutadas permiten el riego de:
- Finca Paso Hondo. Se domina aproximadamente 300 hectáreas de las cuales 250 están niveladas y bajo explotación de riego.
  - Colonia Agrícola San Luis. Red de drenaje que sanean 170 hectáreas y riego de 50 hectáreas.
  - Estación Experimental Enrique Jimenez Núñez. Drenes y caminos para una superficie de 150 hectáreas.
  - Presa derivadora Magdalena. Estructura fundamental que deriva las aguas del Arenal en los dos grandes canales, del Sur hacia el río Abangares y del Oeste hacia el río Tempisque. Costo ₡ 24.000.000 a precios de 1981.

### Obras en Ejecución

Canal del Sur: Con una primera etapa de 8.6 Km dotará el primer sub-distrito Cañas para 10.000 hectáreas de regadío, transporta 30 m<sup>3</sup>/s y su costo es de ₡ 41.000.000 (a precios de 1982). Luego continuará hasta el río Abangares, con 50 Km de longitud, para cubrir 21.000 hectáreas.

Estación Experimental Enrique Jimenez Núñez: Construcción y remodelación de canales para cubrir las 300 hectáreas para investigación y producción, a cargo del MAG. Costo ₡ 26.000.000 a precios de 1983 realizado por el ICE.

Paso Hondo: Obras ejecutadas en su primera etapa, con 250 hectáreas en riego, para completar las 550 hectáreas para beneficio de 43 agricultores. Costo segunda etapa ₡ 47.000.000 a precios de 1983, que incluye el Sector Magdalena con cobertura adicional de 600 hectáreas.

San Luis: Obras que comprende la construcción y el revestimiento de 13 Km de canales y la construcción de caminos de acceso a un costo de ₡ 43.000.000 a precios de 1983, habilitado alrededor de 700 Ha.

Proyecto Bagatzi (Finca Wilson): Desarrollo en riego de una primera etapa de 800 hectáreas, para 80 familias en los Bajos del Cortés, Tempisque y tomando aguas del río Piedras. Luego al contar con más aguas en este río, cuando se construya el Canal del Oeste, se ampliará ésta a 5.000 hectáreas para 500 familias campesinas.

Obras de drenaje y control de inundaciones: En tierras bajas del cantón de Carrillo con apoyo al Programa de Emergencia del Pacífico Seco, se realizaron dos obras de gran importancia para lograr progresivamente el control de inundaciones que con frecuencia afectaba una gran extensión de las tierras de ese rico cantón. Estas obras son:

1. Canalización del Río Tempisque: Un sector amplio de meandros y muy baja capacidad de evacuación de las aguas, fue cortado con un canal de 4 Km de largo y 50 mt. de ancho, que se espera acelere la salida de las aguas pues se recortó su recorrido de 14 a 4 Km. Esta obra tuvo un costo inicial de ₡ 30.000.000 - para 1984, habrá de invertir una suma parecida para completar en un 100% su sección.
2. Rectificación del Río Las Palmas: En una extensión de 24 Km entre el puente de la carretera a Filadelfia-Belén y desembocadura del Río Las Palmas, se actuó en la limpieza del cauce y rectificación de meandros -



para dar más rápida salida a las aguas que afectan esa zona. Para el año 1984 se pretende ampliar su cauce y continuar aguas arriba del Palmas para en forma progresiva resolver los problemas de drenaje y control de inundaciones en la margen derecha del Tempisque, que cubre una superficie total estimada en 20.000 hectáreas.

### Estudio de Factibilidad

Este estudio que ha sido encargado a una empresa consultora, comprende la realización de estudios y factibilidad y diseños finales para la 2da. e tapa del Proyecto de Riego del Tempisque. Estos son los siguientes:

1. Estudio de factibilidad del Embalse del Río Piedras.
2. Estudio Integral del Canal Oeste hacia el Río Piedras.
3. Diseño definitivo del Canal Oeste hasta el Río Piedras.
4. Diseño de la Transformación en regadío de 9.400 has. en el Sector Arenal.
5. Diseño definitivo de la Presa del Río Piedras, si procede.
6. Estudio de Aguas subterráneas en la Margen derecha del Río Tempisque.
7. Estudio sobre Inundaciones.
8. Estudio factibilidad de los embalses Sardinal y Brasilito.
9. Diseño definitivo de la defensa contra inundaciones en el Sector Tempisque
10. Diseño de la transformación en regadío de 6.700 has. en el Sector Tempisque
11. Diseño definitivo de las presas Sardinal y Brasilito., si procede.

### AREAS COMPRENDIDAS EN LOS SISTEMAS PROYECTOS O DISTRITOS DE RIEGO Y/O DRENAJE, PUBLICOS O PRIVADOS (1983)

SECTOR	AREA (Ha)	% SOBRE EL AREA NETA TOTAL CON RIEGO Y/O DRENAJE DEL PAIS .
<b>PUBLICO</b>		
Distrito Canal del Sur	7.500	
Distrito Itiquís	1.500	
<b>Subtotal</b>	<b>9.000</b>	<b>7,7</b>
<b>PRIVADO</b>		
Ingenio Taboga	2.500	
Hda. Pelón de la Bajura	800	
CATSA	2.500	
Ingenio El Palmar	500	
DAISA	100	
Juan Masís	200	
Arrocera Mójica	100	
Hda. La Flor	100	
Rancho Horizonte	650	
Hda. La Cueva	200	
CoopeBelén	50	
José Miguel Brenes	60	
Otros resto país (estimación)	100.000	
<b>Sub-Total</b>	<b>107.760</b>	<b>92,3</b>
<b>Total</b>	<b>116.760</b>	<b>100,0</b>

## ANALISIS SOCIOECONOMICO DE PEQUEÑAS EXPLOTACIONES BAJO RIEGO

De conformidad con las metas establecidas por el Instituto de Desarrollo Agrario (IDA), en cuanto a la relación hombre-tierra e ingreso mínimo por familia; en la región Chorotega y con agricultura de regadío es posible lograr esas metas con unidades de 10 has. y cultivos medianamente rentables, según la siguiente cédula: arroz 4 has (dos cosechas anuales); caña de azúcar 3 has; algodón 1.5 has; maíz 1.5 has ( en rotación con el algodón); frijol 1.5 has y sorgo 1.5 has (en rotación con el frijol).

Es así como, a precios de julio de 1983, con la cédula arriba detallada, se obtienen los siguientes resultados:

- La mano de obra necesaria en la explotación puede ser observada por dos miembros de la familia (2 jornales)
- Según las producciones medias de los distintos cultivos en regadío la producción bruta en esta unidad agrícola de 10 has. asciende a ₡ 878.691.
- El beneficio generado por la explotación es de ₡ 299.080.
- El producto neto disponible (suma del beneficio de la Empresa, retribución del trabajo familiar, interés del capital propio y renta de la tierra) asciende a ₡ 397.080.

Por lo anterior se deduce que: los ingresos familiares en una explotación de 10 has. en regadío en la zona Arenal-Tempisque, pueden superar los ingresos medios de una familia que labore en el Sector Industrial.

CUADRO # 1  
EXPLOTACION FAMILIAR TIPO 10 HECTAREAS  
PRODUCCION BRUTA

CULTIVO	SUPERFIC. (HA)	PRODUC. (KG/HA)	PRECIO (₡/KG)	INGRESO (₡/HA.)	INGRESO TOTAL (₡)
Arroz (1a. Cos)	4	4.500	11,25	50.625	202.500
Arroz (2a. Cos)	4	4.500	11,25	50.625	202.500
Caña	3	80.000	0,95	76.000	228.000
Algodón	1,5	675*	60,00	40.500	60.750
		1.075**	9,90	10.642,5	15.964
Maíz	1,5	3.000	11,09	33.270	49.905
Frijol	1,5	1.200	28,74	34.488	51.732
Sorgo	1,5	4.000	11,39	65.560	68.340
<b>TOTAL</b>					<b>₡ 878.691</b>

\* Algodón oro

\*\* Algodón semilla.

EXPLOTACION FAMILIAR TIPO: 10 HECTAREASDISTRIBUCION DE LA RPODUCCION BRUTA

Producción Bruta (en colones)	878.691
Insumos	202.829
Alquiler Maquinaria	81.443
Tarifas de riego	55.700
Conservación Red Terciaria	8.000
Interes (Capital Ajeno)	28.769
Amortización Red Terciaria	89.000
Renta de la Tierra	20.000
Retribución M.O. Familiar	78.000
Cargas sociales e impuestos	16.870
Beneficios	299.080

RESUMEN Y CONCLUSIONES

1. La agricultura de regadío en las regiones que acusen déficit periódico en la precipitación pluvial, (caso de la Meseta Central, la Vertiente - del Pacífico) es la única opción que existe para lograr ingresos seguros y crecientes en la producción, elementos básicos en la modernización agrícola.
2. Desde hace más de 30 años, al Empresa Privada, en la zona del Pacífico - Seco, ha llevado a la realidad algunos proyectos de riego, que les ha - permitido consolidar sus explotaciones, en donde predominan la producción de caña de azúcar y arroz. El Estado, desde 1950 ha hecho algunos inttos para desarrollar proyectos de riego, y no es sino a partir de 1974 - que se inician estudios serios para la cuenca Baja del río Tempisque; y recién se están consolidando, con la ejecución de las principales obras de cabecera y desarrollo de proyectos piloto que ya producen altos rendimientos y ratificar los beneficios económicos esperados.
3. La consolidación y modernización agrícola, basada en el riego y el drenaje (Vertiente del Pacífico), y el saneamiento y recuperación de tierras- (Vertiente Atlántica), será una realidad con la creación del SENARA, ente dedicado específicamente a estas actividades. Lo anterior, siempre - que se cuente, como a la fecha existe, con el adecuado apoyo político, - financiero del Poder Central.
4. Las inversiones que el Estado realiza, por hectárea regable, alcanzan cifras aproximadas a ₡ 45.000 (a precios de agosto de 1983), en lo que se refiere a obras de cabecera y conducción hasta "puerta de finca". Este costo, si se cobra la totalidad de la inversión, a 20 años plazo se amortizará con una suma de alrededor de ₡ 5.000 por año. A esta ha. debe agregarse unos ₡ 1.000 por Ha/año para los costos de operación y mantenimiento de la red de riego y drenaje. Por su parte el agricultor tendrá que hacer obras en 40.000. En suma, toda la inversión de riego demandará a 10-20 años, pagos anuales de ₡ 10.000 a ₡ 15.000/ha/año (amortiza - ción e intereses sobre todas las inversiones).
5. Los ingresos comprobados bajo riego, con la rotación de cultivos indicada en el capítulo III "Análisis Socioeconómicos de pequeñas exportaciones bajo riego", con cultivos de rentabilidad media, como es el caso de arroz caña, algodón, maíz, frijol y sorgo, permiten beneficios de alrededor de

¢ 30.000 ha/año. Estos beneficios, tal como lo presenta el cuadro "Explotación familiar tipo: 10 hectáreas-distribución de la producción bruta", son ingresos netos, luego de pagar todos los costos de cultivo, tierra y cuotas de riego.

Así, una familia con 10 hectáreas, podrá contar con unos ¢ 300.000 que satisfará todas sus necesidades y le permitirá tener el nivel de vida deseable para todo hombre de campo.

6. Con los cultivos que se han mencionado, por cada 10 has., se requieren por lo menos 2 jornales fijos, sólo en lo que se refiere a la dedicación directa de la finca. A ello ha de agregarse el efecto multiplicador de la producción, en cuanto a necesidad de servicios de transporte mecanización, procesos agroindustriales, etc. Esta demanda de mano de obra, con cultivos intensivos de hortalizas y frutales, serían de 5 a 10 veces mayor. Todo lo antes dicho, muy diferente a la tradicional ganadería extensiva, que demanda de 1 a 2 jornales por cada 100 Ha., - motivo de la migración histórica del Guanacasteco a otras regiones del país.
7. La agricultura bajo riego, elimina las pérdidas por sequía; aumenta la demanda de la mano de obra; permite, sin afectar intereses creados, una mejor distribución de la propiedad y asegura una mayor producción y productividad de la tierra.

Todas estas razones justifican el apoyo dado por el Gobierno de la República, ya que inversiones de este tipo, son de pronta recuperación, de gran beneficio socioeconómico.

ANEXO 1

LEYES Y DECRETOS RELACIONADOS CON LA IRRIGACION EN COSTA RICA

- Gaceta # 133 - 17 de Julio de 1973  
Decreto # 3078-P, Creación Comisión Coordinadora para estudios de Riego y Drenaje (COCOEDRA), aprovechando las aguas del Proyecto Hidroeléctrico de Arenal.  
Para el cumplimiento de las funciones, esta Comisión delega en el Servicio Nacional de Electricidad la administración, dirección, control del Proyecto (Etapas de Estudio Preliminar y Factibilidad).
- Decreto Ejecutivo # 217 - 6 de Diciembre de 1974  
Este Decreto deroga el # 3078 y crea a la Comisión Coordinadora para el Desarrollo Integral de la Cuenca Baja del Río Tempisque (CODEINTE)
- Decreto Ejecutivo # 7390-A - 20 de Septiembre de 1977  
Transforma CODEINTE en la Comisión Nacional de Riego (CONARIEGO)
- Decreto Ejecutivo # 10158 P.T. - 6 de Junio de 1979  
Crea el Departamento de Riego y Avenamiento en el Servicio Nacional de Electricidad, y elimina CONARIEGO, de esta forma el S.N.E. asume la responsabilidad del Riego en el territorio nacional.  
Anteriormente el S.N.E. participó en las diferentes comisiones que estudiaron las posibilidades de Riego, y estando la Institución facultada por Ley para asumir funciones de Riego el Gobierno Central, le asigna esta función hay que agregar a esto el techo institucional que exigía el BID para otorgar los préstamos solicitados (373/OC-CR y 617/SF-CR) y aprobados en la Asamblea Legislativa el 25 de Agosto de 1982.
- Ley # 6877, 18 de Julio de 1983  
Crea el Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento - (SENARA), ente encargado en lo sucesivo de administrar y ejecutar todo lo concerniente a la actividad de Regadío y Drenaje en el País.  
Esta Institución reúne el Departamento de Riego del SNE, el Servicio Nacional de Aguas Subterráneas y el Proyecto de Riego Itiquís.
- Ley # 276 - 27 de Agosto de 1942  
Ley de Aguas de Costa Rica - S.N.E.

## COSTA RICA

## SUPERFICIE CULTIVADA DE LOS PRINCIPALES PRODUCTOS AGRICOLAS

(MILES DE HECTAREAS)

PRODUCTOS	AÑOS							
	1973-74	1974-75	1975-76	1976-77	1977-78	1978-79	1979-80	1980-81
<u>Granos Básicos 1/</u>								
1. Arroz	71.6	79.5	87.1	80.2	71.0	73.7	81.2	84.6
2. Maíz	60.5	41.1	64.8	52.9	43.7	44.0	38.8	46.9
3. Frijol	7.2	35.5	35.5	27.6	24.2	21.9	24.9	23.7
4. Sorgo	n. d	7.2	10.7	18.8	25.0	23.8	18.1	20.7
<u>De Explotación</u>								
1. Café 2/	80.4	83.4	81.7	81.7	81.0	81.0	81.7	82.5
2. Banano 3/	26.9	27.2	27.4	25.3	25.2	25.3	25.8	n. d
3. Caña 2/	n. d	30.0	30.5	31.1	31.7	32.3	32.8	33.2
4. Cacao 2/	20.3	n. d	n. d	n. d	n. d	n. d	n. d	25.0
<u>Oleaginosas</u>								
1. Algodón 3/	1.0	1.0	0.3	2.9	13.9	11.1	7.4	2.2
<u>Estimulantes</u>								
1. Tabaco 3/	2.4	2.2	2.3	2.2	2.0	2.0	1.6	n. d

1/ Agosto-Julio

2/ Octubre-Septiembre

3/ Julio-Junio

## DISTRIBUCION DE LA POBLACION (RURAL Y URBANA)

CLASE	# HABITANTE *	%	TASA CRECIENTE ANUAL
Total	2.403.781	100	2.3 %
Rural	1.433.781	60	1.4 %
Urbana	970.000	40	0.9 %

\* 1ero. de Enero de 1983.

POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA (P.E.A.)

ARO	P.E.A. TOTAL	P.E.A. AGRICULTURA
1973	685.313	213.226
1983	769.210	284.607

USO POTENCIAL DE SUELOS

	SUPERFICIE HA.	PORCENTAJE %
A. Uso Intensivo	595.5	11.6
B. Uso Extensivo o selectivo	259.0	5.0
C. Cultivos permanentes o pastos intensivos	342.1	6.7
D. Cultivos permanentes o pastos extensivos	967.4	18.8
E. Uso forestal y cultivos permanentes	1.542,3	30.0
F. Areas inundadas o inundables	351.8	6.9
G. Areas de protección	1.077.3	21.0
H. Total	5.135.4	100.0

Fuente: SEPSA. Mapa de capacidad de uso de los suelos de Costa Rica 1976.

PARTICIPACION DEL SECTOR AGROPECUARIO EN EL PRODUCTO  
INTERNO BRUTO 1970 - 1980  
(MILLONES DE COLONES)

	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Importaciones totales	6.189.1	5.968.1	6.625.5	8.784.3	12.012.6	12012.6	13 138.1
Importaciones del sector	842.0	776.3	780.4	883.1	962.1	170.4	1438.1
1. Materias Primas	162.7	181.7	195.5	299.8	297.1	463.9	436.9
2. Bienes de capital	108.5	167.7	200.3	220.3	216.1	130.1	193.1
3. Productos Agrícolas	570.8	426.9	384.6	363.0	449.4	576.4	808.1
Porcentaje total	13.6	13.0	11.8	10.0	8.0	9.7	10.9

Fuente: Elaborado por SEPSA basado en información suministrada por la Dirección General de Estadística y Censos.

EVOLUCION DEL PRODUCTO NACIONAL BRUTO Y AGROPECUARIO

PER-CAPITA 1976-1980  
EN COLONES A PRECIOS CORRIENTES

PRODUCTO	AÑOS					Indice 1976 = 100				
	1976	1977	1978	1979	1980	1976	1977	1978	1979	1980
1. Nacional bruto per-cápita	9.935	12.400	13.780	15.191	17.640	100	125	139	153	171
2. Interno bruto per-cápita	10.246	12.176	14.205	15.775	18.496	100	124	139	154	181
3. Agropecuario per-cápita	2.088	2.783	2.900	2.918	3.087	100	133	139	140	144
4. Nacional por persona activa 1/	30.483	37.498	40.698	44.801	51.424	100	123	133	147	161
5. Interno bruto por persona activa 1/	31.436	38.456	41.953	46.521	53.920	100	122	133	148	171
6. Agropecuario por persona activa 1/	6.405	8.416	8.564	8.607	9.000	100	131	134	134	141

1/ Población a Julio de cada año

Fuente: Elaborado por SEPSA, con base en información suministrada por el Banco Central de Costa Rica y la Encuesta Nacional de Hogares, Empleo y Desem

INDICE DEL VALOR BRUTO DE LA PRODUCCION

AGROPECUARIA 1966 - 100

AÑO	ACTIVIDAD			
	AGRICOLAS	PECUARIA	FORESTAL	PESCA
1966	100.0	100.0	100.0	100.0
1967	107.9	104.2	108.8	101.9
1968	119.0	109.4	127.6	152.0
1969	130.4	122.9	138.4	196.6
1970	138.6	122.4	113.4	270.9
1971	149.2	127.3	101.5	315.0
1972	161.3	131.2	123.3	276.3
1973	173.1	135.9	126.5	379.3
1974	160.8	142.9	133.1	514.4
1975	170.2	145.2	158.1	535.2
1976	168.7	150.3	189.0	611.0
1977	171.5	159.8	170.1	621.1
1978	182.3	169.7	153.1	805.2
1979	181.1	169.9	153.1	948.8
1980	184.6	161.2	149.8	672.9

Fuente: Elaborado por SEPSA, con base en información suministrada por el Banco Central de Costa Rica.



PRODUCTOS

I. AGRICOLAS

A. Granos Básicos 1/ 116.8 126.7 195.6 149.7 158.6 195.8 236.8 243.6 a/

1. Arroz

2. Maíz 87.0 42.0 91.7 88.9 77.5 75.2 65.1 88.0 a/  
 3. Frijol 4.8 13.9 16.9 14.1 14.0 11.1 11.5 12.3 a/  
 4. Sorgo 16.4 14.1 19.8 30.8 41.0 52.6 33.6 41.7 a/

B. Exportación

1. Café fruta 2/ 512.8 453.0 425.0 422.9 506.2 574.6 492.5 650.4  
 2. Banano 3/ 964.6 987.1 973.5 957.7 955.2 965.3 887.5 n.d  
 3. Caña de Azúcar 3/ 1.817.9 1.951.0 1.974.1 2.201.9 2.261.2 2.307.0 2.199.0 n.d  
 4. Cacao 2/ 6.0 5.8 5.7 7.9 9.0 9.7 3.1a/ n.d

C. Oleaginosas

1. Algodón oro 4/ 0.5 0.7 0.2 1.8 7.8 2.8 1.1 0.4

D. Tubérculos y raíces

1. Papa 3/ 23.5 24.0 24.7 25.3 25.9 26.7 27.0a/ n.d  
 2. Yuca 3/ 11.0 11.5 13.4 14.1 13.8 14.5 18.0a/ n.d

E. Estimulantes

1. Tabaco 4/ 2.5 2.8 3.0 3.1 2.7 2.4 2.0 1.7

F. Plátano 3/

64.7 66.7 65.4 69.3 76.3 81.3 94.5a/ n.d

G. Cebolla 3/

2.6 2.8 3.6 3.6 2.7 3.4 4.2a/ n.d

II PECUARIO 3/

A. Carne Bovina 127.7 128.1 125.0 134.1 145.9 137.2 114.9a/ n.d  
 B. Carne Porcina 10.5 9.6 11.5 12.5 14.8 20.0 19.7a/ n.d  
 C. Carne de Aves n.d n.d n.d n.d 13.5 16.0 17.8 n.d  
 D. Leche (mil. litros) 240.9 250.7 271.7 290.3 300.8 306.1 308.2 n.d  
 E. Huevos (millo. doc) n.d n.d n.d 19.8 19.8 20.4 27.6 n.d

III PESCA 3/

15.7 16.3 16.1 16.1 20.9 19.8 n.d n.d

IV INDUSTRIALES 2/ (mil. m<sup>3</sup>)

564.9 671.4 802.0 721.8 649.6 649.6 635.7a/ n.d

NIVELES DE RENDIMIENTO DE LOS PRINCIPALES PRODUCTOS  
AGRICOLAS

PRODUCTOS	1973-74	1974-75	1975-76	1976-77	1977-78	1978-79	1979-80	1980-81
<b>Gramos Básicos</b>								
1. Arroz Granza	1.6	1.6	2.2	1.9	2.4	2.6	2.9	2.9
2. Maíz	1.4	1.0	1.4	1.7	1.8	1.7	1.7	1.9
3. Frijoles	0.7	0.4	0.5	0.5	0.6	0.1	0.5	0.5
4. Sorgo	n.d	1.9	1.8	1.6	1.6	2.2	1.8	2.0
<b>De Exportación</b>								
1. Café Fruta	6.4	5.4	5.2	5.2	6.2	7.1	6.0	8.0
2. Banano a/	35.9	36.3	35.5	37.8	37.9	38.1	34.3	34.3
3. Caña de Azúcar	n.d	65.0	65.7	68.2	71.3	72.3	67.0	n.d
<b>Fibras</b>								
1. Algodón Oro	0.5	0.7	0.7	0.6	0.6	0.2	0.1	0.2
<b>Estimulantes</b>								
1. Tabaco	1.0	1.3	1.3	1.4	1.4	1.2	1.3	n.d

a/ Dado en año calendario y corresponde al último año anotado

b/ Preliminar

n.d No disponible.

Fuente: Elaborado por SEPSA, basado en información suministrada por instituciones del Sector.

INGRESO BRUTO PROMEDIO POR HECTAREA DE LOS PRINCIPALES RUBROS AGRICOLAS

R U B R O			
<b>A. De Exportación</b>			
1. Café	21.307	22.860	n.d.
2. Caña	9.615	12.194	n.d
3. Banano (US\$)	5.733	6.177	n.d
<b>B. Granos Básicos</b>			
1. Arroz	4.857	5.870	8.819 a/
2. Maíz	3.031	3.454	5.105 a/
3. Frijol	2.455	2.771	4.217 a/
4. Sorgo	3.109	3.091	4.162 a/
<b>C. Otros</b>			
1. Algodón	2.609	2.283	n.d
2. Tabaco	16.080	21.463	n.d

a/ Estimado

Fuente: Elaborado por SEPSA con base en información suministrada por las instituciones del Sector.

PARTICIPACION DE LOS PRODUCTOS AGROPECUARIOS EN EL TOTAL DE  
LAS EXPORTACIONES. VALOR FOB. (MILLONES DE COLONES)

AÑO	TOTAL	AGROPECUARIO	PORCENTAJE
1974	3.760.5	2.626.1	69.8
1975	4.212.8	3.007.8	71.4
1976	5.063.7	3.534.7	69.8
1977	7.072.5	5.262.0	74.4
1978	7.386.3	5.405.3	73.2
1979	7.982.5	5.809.0	72.8
1980	8.539.0	5.371.9	62.9

Fuente: Dirección General de Estadística y Censos.

RIOS MAS IMPORTANTES DE COSTA RICA

	# CUENCA A QUE PERTENECE
1. Térraba	31
2. San Carlos	14
3. Reventazón	9
6. Srapiquí	12
5. Tárcoles	24
2. Tempisque	19
7. Chirripó	11
9. Parrita	26
8. Matina	6
10. Estrella	2

EMBALSES EN OPERACION

NOMBRE	PROPOSITO	CAPACIDAD UTIL DIS- PONIBLE.	RIO QUE ABASTECE
Embalse Arenal	Múltiple	1.900	Arenal
Embalse El Lano	Electricidad	0.46	Río Macho
Embalse Cachí	Electricidad	68.5	Reventazón
Embalse La Garita	Electricidad	0.523	Río Grande

CUENCAS HIDROGRAFICAS DE COSTA RICA

#	CUENCA HIDROGRAFICA	AREA (KM <sup>2</sup> )	% QUE REPRESENTA
1	Río Sixaola	2.330.9	5 %
2.	Río Estrella	1.002.1	2 %
3.	Río Banano	204.3	0.4 %
4.	Río Bananito o Otros	205.3	0.4 %
5.	Río Moín y Otros	361.6	0.7 %
6.	Río Matina	1.415.6	2.8 %
7.	Río Madre de Dios y Otros	243.1	0.5 %
8.	Río Pacuare	882.4	1.7 %
9.	Río Reventazón-Parisima	2.950.3	5.8 %
10.	Río Torugero y Otros	1.644.3	3.2 %
11.	Río Chirripó	1.635.1	3.2 %
12.	Río Sarapiquí	1.923.3	3.8 %
13.	Río Cureña	342.8	0.7 %
14.	Río San Carlos	2.646.3	5.2 %
15.	Río Poco Sol y Otros	1.641.1	3.2 %
16.	Río Frío	1.551.4	3.0 %
17.	Río Zapote y Otros	2.593.8	5.1 %
18.	Río Península de Nicoya y Costa Norte	4.202.0	8.2 %
19.	Río Tempisque	3.404.0	6.7 %
20.	Río Bebedero	2.049.5	4.0 %
21.	Río Abangares y Otros	1.362.5	2.7 %
22.	Río Barranca	504.5	1 %
23.	Río Jesús María	358.5	0.7 %
24.	Río Grande de Tárcoles	2.168.5	4.3 %
25.	Río Tusubres y Otros	830.1	1.6 %
26.	Río Parrita	1.272.5	2.5 %
27.	Río Damas y Otros	458.2	0.9 %
28.	Río Naranjo	1.332.2	2.4 %
29.	Río Saavegre	593.5	1.0 %
30.	Río Baní y Otros	561.6	1.0 %
31.	Río Grande de Térraba	5.078.8	9.2 %
32.	Río Península de Osa	1.827.6	3.6 %
33.	Río Esquinas y Otros	1.827.6	3.6 %
34.	Río Changuinola (parte de C.R.)	255.5	0.5 %
	TOTAL	50.900 Km <sup>2</sup>	100 %

\* Distribución según Instituto Costarricense de Electricidad.



**VII SEMINARIO  
LATINOAMERICANO  
DE IRRIGACION**

**SANTIAGO DE CHILE, 28 DE NOVIEMBRE  
AL 2 DE DICIEMBRE DE 1983**

**DOCUMENTO B-6**

✓  
**INFORME NACIONAL DE CHILE**

**"RIEGO Y DRENAJE EN CHILE"**

**Por: Ing. Civil Luis Lamarca S. (\*)**

---

**(\*) Director de Riego - Ministerio de Obras Públicas**



# RIEGO Y DRENAJE EN CHILE

## I. FISIOGRAFIA

### SITUACION Y EXTENSION

Chile Continental comprende una extensión de 741 767 km<sup>2</sup> entre los paralelos sur 17°30' y 56°, lo que implica una longitud territorial aproximada de 4 275 km. Queda comprendido entre los meridianos de Greenwich 67° y 75°L.O.; posee un ancho máximo de 390 km en la latitud de Antofagasta (23°L.S.) y un mínimo de 90 km en la latitud 31°30' de la hoya del río Choapa. Su ancho promedio es de alrededor de 175 km.

A partir de mediados de la década del 70, se originó en el país un proceso de regionalización que ha dividido administrativamente a Chile en 13 Regiones. A su vez, cada Región ha sido dividida en provincias que muchas veces coinciden con la hoya hidrográfica principal en el área.

### ZONIFICACION

Geográficamente, y en atención a factores orográficos, hidrográficos, de clima y otros se hace necesario agrupar las regiones en zonas en que dichos atributos mantienen cierta afinidad. Así, en una sucesión norte a sur, se reconoce una primera zona llamada Norte Grande; una Zona de Valles Transversales o Norte Chico; la Zona Central, y la Zona Austral o Patagonia Chilena. Se puede adelantar que el riego artificial se practica desde el extremo norte del país hasta aproximadamente la latitud de Temuco (paralelo 39°), en la hoya del río Imperial.

Más al sur, en latitudes de clima semiárido situadas en la ladera subandina oriental de la Patagonia Chilena, se practica riego artificial sólo en pequeñas áreas.

Zona Norte Grande. Comprende la Iª Región de Tarapacá y la IIª Región de Antofagasta, con un área aproximada a los 183 400 km<sup>2</sup>. La característica fundamental de esta zona es que impera en ella sin contornos de un trapezo uno de los desiertos más secos del mundo cual es el Desierto de Atacama.

Los valles más boreales con salida al mar son los ríos Lluta, Azapa, Codpa o Vitor, Camarones y Camiña, todos de curso de oriente a poniente. De éstos, sólo el río Lluta lleva caudal hasta el mar. Los otros cuatro ríos tienen escurrimientos efímeros que sólo lo alcanzan al mar cuando las lluvias estivales han sido intensas, y por tiempo limitado.

El río Loa es la principal arteria hidrográfica en la Segunda Región y su cauce es el más largo de Chile, con un recorrido de más de 400 km.

La calidad del agua en los ríos Lluta, Camarones y Loa es precaria debido al alto contenido de sales, lo cual es una limitante severa para la diversificación de cultivos y para el rendimiento de los que se practican.

En los valles de la Iª Región se cultiva en las terrazas riberañas bajas. Los cultivos más extensos se practican en Lluta y en Azapa.

El Loa fertiliza a su paso cuatro pequeños oasis, con una superficie total de 1 400 ha.

Zona de los Valles Transversales o Norte Chico. Esta zona se extiende desde el río Salado por el norte hasta la cuenca del río Aconcagua por el sur, entre aproximadamente los paralelos sur 26°15' y 33°. Comprende las IIIA, IVA y VA Regiones de Chile, con superficie total aproximada de 134 555 km<sup>2</sup>.

Fisiográficamente el Norte Chico queda caracterizado por un relieve montañoso irregular que forma un solo bloque donde se granan la Cordillera Andina con la de la Costa. Dicho bloque disminuye paulatinamente de elevación desde el cordón fronterizo, que sigue aquí la línea de más altas cumbres de los Andes, hacia el occidente.

En cuanto a la hidrografía, la zona es drenada por sistemas hidrográficos mayores que llegan con las aguas al mar y que aportan los recursos hídricos para el ejercicio de una agricultura basada en el riego artificial. En sucesión norte-sur son los ríos Copiapó, Huasco, Elquí, Limarí, Choapa, Petorca, La Ligua y Aconcagua, todos de regímenes mixtos y de escurrimientos permanentes.

Zona Central. Se extiende desde el cordón de Chacabuco por el norte, a una latitud aproximada a 33°L.S., hasta la costa del canal de Chacao y del Golfo de Reloncaví por el sur, coincidente con el paralelo 42°L.S. Comprende una longitud cercana a 1 000 km y una extensión de unos 161 000 km<sup>2</sup>.

La Cordillera de los Andes presenta su vertiente occidental muy abrupta en oposición a la vertiente oriental o atlántica que tiene pendiente más suave.

El Valle Central o Depresión Intermedia, también conocido con el nombre del Valle Longitudinal de Chile, es una faja más o menos plana que se inicia al pie sur del cordón Chacabuco y que tiene anchos variables, pero siempre apreciables, de 50 a 70 km hasta el Golfo de Reloncaví. Se prolonga hacia el sur en forma de un valle encajonado en los golfos y canales chilotos.

En él asientan numerosas ciudades y alberga al mayor número de habitantes del país.

El Valle Central posee una cubierta general de materiales aluviales aportados por los grandes ríos, sobre los cuales se ha creado una capa de suelo agrícola que proporciona los más extensos campos de cultivo del país.



La Cordillera de la Costa es un macizo montañoso ancho, semejante en edad geológica a la andina. Tiene un ancho variable de unos 40 a 60 km. Las mayores alturas las alcanza en el sector norte con cumbrones sobre 2 000 m frente a Santiago y Rancagua. A medida que se prosigue al sur, va disminuyendo en altura y es fácilmente franqueable.

Los grandes ríos con origen andino al norte del Bío-Bío, son el Maipo, el Rapel, el Mataquito, el Maule y el Itata. Tienen escurrimientos torrenciales y regímenes mixtos, con crecidas pluviales en invierno y nivales en verano.

Las cuencas andinas principales al sur del Bío-Bío, son las de los ríos Imperial, Toltén, Valdivia, Bueno, Maullín y Petrohué. Los ríos costeros hacia el sur también alcanzan caudales importantes: el Carampangue, Lebu, Paicaví, Queule, Llico, etc.

Entre las dos series de cuencas- las del sector norte y las del sector sur- se encuentra, el río Bío-Bío que posee una de las hoyas hidrográficas de mayor desarrollo del país, con 24 029 km<sup>2</sup> de superficie. Es un río de régimen preferentemente pluvial que con su curso superior drena de sur a norte el corazón de la cordillera andina.

Zona Austral. Comprende la parte chilena del cono del extremo austral de Sudamérica, desde una línea norte que sigue entre los paralelos 41° y 42° hasta el archipiélago de Cabo de Hornos por el sur (56°L.S.) Se pueden establecer en ella dos sectores longitudinales profundamente diferenciados. El sector occidental, vertebrado en torno a la Cordillera de los Andes, la que ha sido bisectada por ríos y glaciares, y penetrada por profundos fiordos labrados por los hielos de otra época.

El sector oriental, se caracteriza en cambio por ser una meseta de suave pendiente. Es en esta franja donde se hace necesario el riego artificial sea para cultivos o para empastadas.

## II. CLIMA Y PRECIPITACIONES

Chile Continental, con su gran extensión longitudinal, participa de variadas latitudes a las cuales corresponden distintos climas normales; pero además participa de condiciones circunstanciales que hace que dentro de su natural variación, tenga climas extremos.

La orografía orientada en fajas longitudinales de altura muy contrastada, es otra determinante de variaciones climáticas en sentido transversal.

Mientras el Norte Grande es un desierto absoluto, la Zona Austral goza de una de las más altas tasas de precipitaciones y se encuentran en ella grandes extensiones de hielos.

La división de Chile en zonas fisiográficas será útil para describir las variaciones del clima.

Norte Grande. El clima de esta zona se califica de "desértico normal en sus partes bajas, en atención a su extrema sequedad, y de "estepa río de altura" en el área altiplánica o puneña. Entre ambas existe una franja de transición que se manifiesta en el crecimiento paulatino de la vegetación natural a medida que se asciende por la falda andina debido al aumento de la precipitación.

En la pampa y en la costa las precipitaciones son prácticamente nulas. En el altiplano, sobre los 3 800 a 4 000 m o más las precipitaciones estivales, concentradas en los meses de diciembre a marzo, alcanzan a unos 300 mm anuales, aunque esta cifra sufre alguna disminución a medida que aumenta la latitud, y ya al interior de Antofagasta llueve menos. Estas lluvias proporcionan los recursos hídricos a los ríos y recarga a los acuíferos.

Las temperaturas del litoral son suaves, con valores muy uniformes debido a la influencia marítima.

En la Pampa, a elevación de 1 000 m.s.m, suelen presentarse continuadas heladas en las noches de invierno, y en el día sube la temperatura a la sombra a 30° o 40°C.

Zona de los Valles Transversales. La subárea norte de esta zona, entre el Salado y el Valle de Elquí participa aún de las características del clima desértico normal, aunque marginal, ya que las precipitaciones anuales a partir de Copiapó hacia el sur empiezan a cobrar algún significado a medida que la latitud aumenta.

En cuanto a las temperaturas, en la costa son frescas y parejas para lo cual la influencia marítima es decisiva.

En el interior de los valles de Copiapó, Huasco y Elquí a unos 60 km de la línea de costa, la radiación solar es muy intensa y las temperaturas son altas en el día, particularmente en el verano lo que condiciona un clima apto para cultivos intensivos.

A partir del Valle de Elquí hacia el sur, en la zona de los Valles Transversales, los factores climáticos determinan un clima estepárico, con variaciones en un perfil transversal. En la costa presenta homogeneidad térmica, es húmedo y neblinoso. La pluviosidad va en aumento desde La Serena a Valparaíso. Así, mientras en la primera estación la lluvia normal es de 127 mm, en Puerto Oscuro es de 192 mm y en Valparaíso llega a 444 mm.

La dispersión de la lluvia en el Norte Chico es muy alta y suelen presentarse prolongados períodos de sequía. De allí la necesidad de construir obras importantes de regulación.

Zona Central. La Zona Central de Chile participa, en atención principalmente a la cantidad de agua caída y a sus temperaturas, de dos tipos de clima. Al norte del río Bío-Bío impera un clima de tipo mediterráneo de estación seca prolongada. Presenta lluvias de invierno y un verano prolongado prácticamente carente de precipitación. La lluvia se concentra en más de un 80% en los meses de junio, julio y Agosto.

En cuanto a las temperaturas, se advierte un decrecimiento general de norte a sur. En la costa, sin embargo, son bastante parejas con medias anuales de 14,4°C en Valparaíso y 12,1°C en la Península de Tumbes. En el Valle Central las oscilaciones térmicas en las estaciones del año son más contrastadas, especialmente entre el invierno y el verano; los estíos son en general calurosos y secos y los inviernos, fríos y lluviosos. En Santiago, por ejemplo, la temperatura media de enero es de 20,7°C en tanto que en julio, que es el mes más frío, la media desciende a 7,9°C.

En las IXª y Xª Regiones, al sur del Bío-Bío, el clima se torna templado pero lluvioso. Las temperaturas son más bien bajas y uniformes. Así, en Temuco la media es de 12°C y en Puerto Montt, de 11,1°C. Las precipitaciones anuales aumentan considerablemente. Para Temuco (38°45' L.S.), la normal es de 1 190 mm; en Valdivia (39°48' L.S.), que es sin duda la localidad de la zona con más alta tasa de pluviosidad, alcanza a 2 490 mm; y en Puerto Montt (41°28' L.S.), es de 1 996 mm; algo menor que en la costa Pacífica de la misma latitud, tipificada por la estación de Punta Corona (41°47' L.S.) donde la normal llega a 2 148 mm. La lluvia se reparte mejor a lo largo del año, y siempre se cuenta con precipitaciones estivales, aunque también la mayor concentración se da en el invierno.

Zona Austral o Patagonia Chilena. En la Patagonia Chilena impera un clima frío y muy lluvioso, donde por ese motivo prospera una vegetación exuberante. La Patagonia Argentina, en cambio, goza de un clima semi-árido con precipitaciones escasas y temperaturas bajas. Entre ambos sectores se intercala una franja longitudinal de condiciones climáticas semejantes a la del desierto patagónico donde se requiere del riego artificial para mejorar el rendimiento de las praderas y permitir el desarrollo de cultivos en algunas áreas. Un buen ejemplo de lo primero sería el riego de zonas aledañas a Punta Arenas y en el norte a la Isla Grande de Tierra del Fuego.

Las temperaturas en Patagonia son bajas a lo largo de todo el año. En Puerto Aisén, situado en Patagonia Central, la temperatura media anual es de 9°C. En el mes más frío, en pleno invierno, la media es de 4,5°C, y en febrero la media del mes alcanza a 13,5°C. En Punta Arenas, la media anual es de sólo 6,7°C; en el mes de julio la media es de 2,2°C y en enero, el mes más caluroso, la media sube a 11,2°C.

### III. POBLACION Y TAMAÑO DE LA PROPIEDAD AGRICOLA

#### POBLACION

El último Censo nacional de población se realizó en 1970. Los resultados generales de dicho Censo arrojaron un número de habitantes ascendente a 9 368 558, de los cuales 4 628 783 eran varones y 4 739 775 mujeres.

El 32% de esa población habitaba en áreas rurales y 68% en áreas urbanas.

A partir de esas informaciones obtenidas por encuestas directas, el Instituto Nacional de Estadísticas ha hecho proyección para los años siguientes (1980). Dicha predicción arroja la cifra de 11 260 000 habitantes con una tasa anual de crecimiento cercana al 2%. Esta tasa ha disminuido en la década recién pasada con respecto a la década 1950-60 en que era de 2,7%.

Por otra parte, la población económicamente activa ascendía a 2 943 632 habitantes, de los cuales el 28% se dedicaba a agricultura, la silvicultura, la caza y la pesca.

ODEPLAN, la Oficina de Planificación Nacional, hizo en 1975 una proyección demográfica para el año 2 000, la que arroja una cifra de 15 850 000 habitantes.

### TAMAÑO DE LA PROPIEDAD AGRICOLA

El total de las explotaciones agropecuarias, según el Censo Agropecuario 1975-76, alcanzaba 309 270 unidades. En el cuadro siguiente se han agrupado según el tamaño de la explotación, indicando el número total y porcentaje de explotaciones en los distintos rangos.

### TAMAÑO DE LAS EXPLOTACIONES AGROPECUARIAS

Tamaño (ha)	Nº de propiedades	%
0,5 a 1,0	48 705	16
1,0 a 5,0	101 073	33
5,0 a 50	115 577	37
50 a 200	28 690	9
200 a 1.000	11 802	4
1000 y más....	3 423	1
<b>TOTALES :</b>	<b>309 270</b>	<b>100</b>

Estas cifras han sufrido cambios en los últimos años debido a la consolidación del proceso de la Reforma Agraria. En efecto, de los antiguos asentamientos que correspondían a los últimos tramos de la división, se asignaron 37 511 Unidades Agrícolas Familiares que habrían pasado a integrar el tramo tercero del cuadro anterior. Este área constituiría el 40% de la superficie bajo riego del país.

#### IV. USOS DEL SUELO

Respecto al destino de los suelos del país, se proporcionan dos tipos de informaciones extraídas del Censo Agropecuario de 1975-76, que se refieren a la distribución general y a la distribución específica de la tierra de labranza.

#### USO DEL SUELO SILVOAGROPECUARIO

A continuación se presenta la distribución del uso del suelo en la superficie silvoagropecuaria total del país. Se advierte el bajo porcentaje de la superficie arable en comparación con las de las praderas naturales y de las áreas boscosas.

#### USO DEL SUELO SILVOAGROPECUARIO

Explotación	Superficie (ha)	%
Tierras arables	3 332 929	12
Praderas naturales	10 859 099	38
Praderas mejoradas	1 312 134	5
Explotación forestal	2 017 566	7
Bosques y montes no explotados	10 641 164	38
<b>TOTALES :</b>	<b>28 162 892</b>	<b>100</b>

#### TIERRAS EN CULTIVO O LABRANZA

La superficie de las tierras ocupadas en cultivo o labranza en la temporada agrícola 1975-76 era de 3 332 927 ha. Los usos de estos suelos se presentan en el cuadro siguiente, según el tipo y estado del cultivo.

#### USO DE LAS TIERRAS DE CULTIVO

Tipo de uso	Superficie (ha)	%
Cultivos anuales	1 214 919	36
Cultivos permanentes	201 984	6
Praderas artificiales	620 303	19
Tierras de barbecho	348 413	11
Tierras de descanso	947 308	28
<b>TOTALES :</b>	<b>3 332 927</b>	<b>100</b>

La superficie total regada ese mismo año agrícola fue de 1 055 349 ha. La agricultura de riego proporciona actualmente el 56% de la producción agropecuaria nacional, a pesar que ocupa menos de un 7 % de la superficie destinada a dicha producción.

## V. RECURSOS DE AGUA

### AGUAS SUPERFICIALES

Las corrientes de superficie tienen su alimentación directamente de la lluvia o en el derritimiento de las nieves de cordillera; otros formativos se generan en vertientes y vegas.

En el Norte Grande sólo llegan con escurrimientos permanentes hasta el mar los ríos Lluta y Loa. El resto de esos ríos tienen escurrimientos intermitentes y corren hasta el mar sólo cuando ocurren grandes lluvias en la cordillera andina. En Azapa, por ejemplo, que es en esa zona el valle agrícola más importante, el escurrimiento propio normalmente llega en forma superficial hasta unos 50 km de la línea de costa y en seguida desaparece en los sedimentos.

Los ríos altiplánicos que poseen escurrimientos permanentes, prácticamente no tienen gran aprovechamiento en la agricultura. Hace excepción el río Lauca que es captado en su nacimiento y trasladado al Valle de Azapa.

En los ríos del Norte Grande, la mayor parte de la hoya no contribuye al caudal del río y sólo la cuenca alta es aportante. En el Loa, por ejemplo, sólo el 20% de la hoya es aportante.

En el Norte Chico, los ríos con cabeceras en la alta cordillera andina tienen escurrimientos permanentes aunque con gran variación de sus caudales. Sufren prolongados estiajes y poseen régimen mixto. Sus recursos normales de primavera y verano son prácticamente agotados en el regadío.

Los caudales medios anuales de los ríos del Norte Chico son muy variables de un año a otro y la dispersión alrededor de esos promedios es también muy alta. Un buen ejemplo lo proporciona el río Elquí en la estación fluviométrica de Algarrobal. El módulo de valor promedio en un período de 24 años de observación fue de 6,55 m<sup>3</sup>/seg; el promedio de los gastos máximos para el mismo período fue de 21,7 m<sup>3</sup>/seg, y el promedio de los mínimos de 2,13 m<sup>3</sup>/seg.

En la Zona Central, en el área de riego artificial, los ríos son más caudalosos, aunque también sometidos a fluctuaciones estacionales y anuales trascendentes. Sus regímenes son mixtos, con crecidas pluviales de invierno y nivales de primavera y comienzos de verano. Las características de las hoyas hidrográficas comprometidas en el riego artificial se anotan a continuación:

HOYAS PRINCIPALES DE LA ZONA CENTRAL  
COMPROMETIDAS EN EL RIEGO ARTIFICIAL

Hoya	Caudal medio anual m <sup>3</sup> /seg
Maipo	92,3
Rapel	162
Mataquito	532
Maule	912
Itata	52
Bío-Bío	1 000
Imperial	600

A sur del río Imperial los recursos hídricos son relativamente cuantiosos, aunque de escaso aprovechamiento en la agricultura.

AGUAS SUBTERRANEAS

El hundimiento tectónico de extensos bloques ocurrido en Chile en el Cuaternario dio origen a bien desarrolladas fosas que posteriormente y paulatinamente fueron rellenas con sedimentos coluviales de espesores considerables.

La Pampa del Tamarugal fue históricamente una de las primeras cuencas explotadas en su potencialidad como embalse subterráneo. Las primeras perforaciones profundas en ellas se realizaron en la segunda y tercera década del presente siglo. Aunque se instalaron algunas colonias agrícolas, la mayor parte del agua que se extrae tiene destino doméstico para la ciudad de Iquique y otras poblaciones.

En el Valle de Casablanca se iniciaron sondajes con fines de riego en la década de los años 50, siendo los resultados muy exitosos, ya que los pozos profundos daban un gasto de 60 a 80 l/seg cada uno con altura de elevación aceptable.

En el Valle Central de Chile, en sus principales cuencas al norte de Temuco, la explotación de agua subterránea ha ido en aumento en los últimos 20 años, pero el agua bombeada se ha destinado principalmente a la bebida de poblaciones y a la industria. Este último uso es particularmente intenso en la cuenca de Santiago donde el embalse subterráneo en relación al cono aluvial del Maipo es de consideración.

A fin de dar idea global del estado en que se encuentra en el país la explotación de las reservas de aguas subterráneas, el catastro de pozos profundos de la Corporación de Fomento de la Producción del año 1978 indicaba que el número de éstos ascendía a unas 2 500 unidades desde las cuales se bombeaba un gasto de 54 m<sup>3</sup>/seg. La longitud de sondajes alcanzaba a una cifra algo superior a 137 000 m.

De ese total de pozos el 30% aproximadamente era utilizado en riego, con una notoria concentración entre los valles de Aconcagua a Rapel.

### AGUAS NO CONVENCIONALES

El desarrollo de fuentes de recursos hídricos no convencionales se encuentra en estado experimental y de planes pilotos. Así, se ha recurrido en muy pequeña escala al tratamiento de aguas servidas, a desalinizar aguas contaminadas químicamente y a producir precipitaciones artificiales.

### VI. BREVE HISTORIA DEL RIEGO Y DEL DRENAJE

En el desarrollo del sistema general del riego en Chile cabe distinguir tres períodos históricos: uno prehispánico o indígena; el de iniciativa privada de tiempo colonial y del primer siglo de la República; y, el período de iniciativa estatal del presente siglo.

Período prehispánico. En los valles del Norte Grande de Chile, en los oasis de precordillera y en las orillas del Salar de Atacama, se encuentran en plena vigencia las prácticas agrícolas basadas en el riego artificial, a lo menos desde el comienzo de la Era Cristiana. Se cultiva el maíz, la calabaza, la yuca, el frejól, el camote, el ají, etc.

Hacia los años 1 000 al 1 300 D.C., coincidentes con los desarrollos culturales regionales, en el Norte Grande aparentemente se produce un aumento de la pluviosidad en la precordillera y con ello una activación de numerosas vertientes de agua dulce suspendidas en las paredes de los valles. A este incremento de los recursos hídricos responde la instalación de numerosos poblados estructurados de economía agrícola que sacan partido de las terrazas más altas.

En el Norte Chico, las primeras prácticas agrícolas, sobre la base de riego artificial en pequeña escala, son ejercitadas a partir de los primeros siglos de la era. Aparentemente se regaban pequeñas áreas en los conos aluviales de las quebradas laterales, derivando agua de estos cauces y no del río principal.

Período de iniciativa privada. Durante el período colonial, la actividad agrícola se incrementa paulatina y constantemente, y junto con ello crece el área regada.

En este período se inicia la construcción del Canal San Carlos, en la cuenca del Maipo, por parte del Gobierno Colonial. Esta obra de gran esfuerzo, se comenzó a construir a fines del siglo XVII cuando se produjo el agotamiento del río Mapocho y se ideó el trasvase de aguas del Maipo a su tributario, con una canalización que seguía el piedemonte cordillerano. La obra fue terminada finalmente en 1829.



Pero indudablemente que es en la República, a partir sobre todo de la segunda mitad del siglo XIX y la primera década del presente, cuando la iniciativa privada construye un vasto sistema de canales de regadío, especialmente en la zona centro-norte del país. En efecto, buena parte de las fortunas que se ganaban en los centros mineros del Norte Chico, en la época del auge de la plata y también del cobre de alta ley, se invertía en la habilitación de tierras regables y en la construcción de canales de cierta envergadura, entre los cuales se destacan los siguientes:

- Canal Mallarauco, del río Mapocho, para conducir un caudal de 10 m<sup>3</sup>/s con un túnel de 3 600 m de largo, el más largo del mundo al momento de construirse. Comprende un canal matriz y tres derivados principales cuyas longitudes suman 93 km.
- Canal Las Mercedes, también del río Mapocho, para un caudal de 15 m<sup>3</sup>/seg y con una longitud total de 95 km. Riega 11 140 ha.
- Canal Colicheo o Zañartu, del río Laja, con capacidad para 30 m<sup>3</sup>/seg.
- Canal Waddington, del río Aconcagua, con capacidad para 4 m<sup>3</sup>/seg.
- Canal Buzeta, del río Choapa, de 5 m<sup>3</sup>/seg de capacidad.
- Canal Bellavista, del río Elquí.

En este mismo período se inicia la construcción de embalses de regulación. Uno de los primeros es el embalse Catapilco, a 14 km al sur de La Ligua, en la Vª Región, cuyos estudios se iniciaron en 1853.

El proyecto con que se inició la construcción comprendía un muro de tierra de 14 m de altura y 500 m de largo, con dos pretilos adicionales de 3,5 m y 5 m de altura, con capacidad de 8 millones de m<sup>3</sup>. La obra actualmente existente tiene una capacidad de 4,5 millones de m<sup>3</sup>, para el regadío de unas 200 ha.

Entre 1890 y 1914 se construyeron otras represas particulares para riego, entre las cuales se destacan las siguientes:

- Embalse San Alfonso, en el mismo primitivo fundo de Catapilco donde se construyó el embalse ya mencionado. Esta nueva represa de tierra, tiene una altura de 22 m y almacena 2 millones de m<sup>3</sup>.
- Embalse Las Palmas, en Limache, con un muro de 10 m de altura y 1000 m de largo, para almacenar 1 300 000 m<sup>3</sup>.
- Embalse La Palma, en Melipilla, de 15 m de altura y 68 m de largo, que almacena 2 millones de m<sup>3</sup>.
- Embalse Alicahue, en la cordillera de Alicahue, a la salida de la laguna de El Chepical, tiene 9 m de altura y 60 m de largo, almacena 3,7 millones de m<sup>3</sup> para mejorar el riego de 2 200 ha.

Desafortunadamente el individualismo con que se enfocó la construcción de las obras básicas determinó una proliferación innecesaria de bocatomas y de canales. Esto es particularmente cierto en los valles del Norte Chico. Aparte de ello, en este período no se pudieron abordar las obras mayores de regulación de los ríos debido a su alto costo y a la escasa tecnología imperante.

Predominio de la iniciativa estatal. La iniciativa privada pierde su empuje inicial ante las dificultades técnicas y el elevado costo de las obras que había que abordar. Las más evidentes habían sido ya construidas.

La primera intervención del Estado se manifiesta al dictarse en 1898, la Ley N° 1033 que autorizó al Presidente de la República para hacer el peralte de dos lagunas de la cabecera del río Maipo. Es esta, en consecuencia, la primera obra de riego construida con fondos fiscales.

Sin embargo, el interés del Estado por construir obras de riego sólo se hace verdaderamente efectivo con posterioridad al año 1914, año en que se promulgó la Ley N° 2953 que autorizaba al Fisco para construir cuatro grandes canales de regadío, y poco tiempo después en 1915, se creó la Inspección General de Regadío, Oficina que se encargaría del estudio y de la construcción de las obras recién autorizadas. Así se pusieron en marcha los canales Maipo, Maule, Melado y Laja, y posteriormente los canales Perquilauquén y Tipaume. También se inició el embalse Laguna del Planchón. Hasta 1928 se habían incorporado unas 114 000 ha a la agricultura de riego con estas obras.

En 1928 entró en vigencia la Ley General de Regadío y con ella la creación del Departamento de Riego del Ministerio de Obras Públicas que sustituyó a la antigua Inspección. Con esta creación se inicia un período en el cual el Estado da un fuerte impulso a las grandes obras de regulación y conducción de los recursos hídricos. Primeramente se echan las bases para la construcción de los embalses Recoleta y Cogotí en la cuenca del Limarí, Lautaro en Copiapó; la Laguna en el valle del Elqui; Caritaya sobre el río Camarones; el canal Chacabuco, destinado a trasvasar excedentes del río Aconcagua a la cabecera del Valle Central; cinco embalses medianos en el Valle de Casablanca, etc. Más tarde se construyen nuevas grandes presas y se estudian otras: el embalse del Yeso, en la cuenca del Maipo; el embalse Palomares en el río Limarí; los embalses Laguna del Maule, Bullileo y Digua, en la hoya del Maule, etc.

Se construyen canales de gran envergadura como el Bío-Bío Sur, el Bío-Bío Negrete y otros. En la última década, sin embargo, la tendencia ha sido más bien de consolidar las obras construidas, avanzar con los proyectos de obras nuevas y traspasar los canales fiscales, o sólo administración, a los usuarios.

### MÉTODOS DE RIEGO

Los métodos de riego empleados actualmente en Chile son variados y el uso de uno u otro depende de la zona del país, de los recursos hídricos disponibles y en gran medida de las tradiciones de los agricultores. Los métodos más usados son por inundación de "era" y

el Norte Grande, por tendido y por surco en la zona de los Valles Transversales y en la Zona Central. Más recientes en su empleo y en mucho menor escala, se están usando métodos tecnificados, como el riego por goteo y el riego por aspersión.

El empleo del riego por goteo, de reciente introducción en el país, va en aumento en las zonas de recursos hídricos restringidos. En el año 1979, la superficie regada por goteo alcanzaba a unas 500 ha plantadas de frutales y de viñas, cifra que ha cambiado a unas 4 000 ha en los últimos años. El riego por aspersión se ha usado en pequeña escala debido a su alto costo inicial.

## EL DRENAJE

Sobre la acción privada en materia de drenaje, se carece prácticamente de información. La iniciativa estatal en este aspecto ha actuado en dos direcciones. Una, al saneamiento de cauces, y la otra, al drenaje de vegas.

Saneamiento de cauces. En la década 1950-60 el ex-Departamento de Riego transformado en la actual Dirección de Riego del Ministerio de Obras Públicas, se dio a la tarea de recuperar terrenos riberaños a esteros o ríos pequeños inundados por agua o con el nivel freático excesivamente alto, limpiando y rebajando el cauce. Ejemplos de estas realizaciones fueron entre otros, el saneamiento de las vegas de Lumaco, en la provincia de Malleco; un área vecina a Lastarria, en la provincia de Cautín; y el estero Paine en la cuenca del Maipo. A pesar de que se consigieron buenos resultados, a la larga la situación casi ha regresado a la original debido a la ninguna preocupación por parte de los beneficiarios de estas obras por conservarlas.

Drenaje de vegas. El drenaje de vegas o de terrenos con el nivel freático alto mediante los sistemas tradicionales en uso, ha tenido escasa aplicación en Chile.

Entre los años 1945 a 1952 la Dirección de Riego llevó a cabo el proyecto de Desecación de las vegas de La Serena, como una parte importante del plan de reconstrucción de la ciudad y desarrollo de sus áreas aledañas. Esta superficie alcanzó a 800 ha. Trabajos similares se ejecutaron al norte de La Serena, casi en 10 km hasta Punta de Teatinos. Aquí se recuperó para la agricultura una superficie de 1 800 ha.

En lo que respecta a este tipo de obras es conveniente recordar que en Chile hay algunas extensiones de suelos húmedos que requieren drenaje y que afectan mayormente a la novena y a la décima regiones. Aún a las puertas de Santiago, hacia el norte de la ciudad, se encuentra una extensa área de vegas que se podría recuperar para la agricultura a través de un sistema de drenaje y de riego artificial.

## VII. ESTADISTICAS RELATIVAS AL RIEGO Y AL DRENAJE

De acuerdo con el Censo Nacional Agropecuario 1975-76 el cuadro siguiente refleja la situación actual de la superficie arable por región, y de la superficie regada. La última columna da el porcentaje del riego.

	SUPERFICIE (Miles de ha)		%
	Arable	Regada	
I - III	36,3	23,4	64
IV	125,2	71,8	57
V	156,1	77,8	50
R.M	171,3	155,8	91
VI	324,0	205,8	63
VII	523,7	301,8	58
VIII	733,3	184,6	25
IX	725,9	28,3	4
X - XII	537,2	5,9	1
<b>TOTAL :</b>	<b>3.332,9</b>	<b>1.055,3</b>	<b>32</b>

A la superficie total regada de 1.055 300 ha con seguridad aceptable, habría que agregar unas 400 mil ha de riego eventual. CORFO en 1968 daba por su parte para la superficie regada la cifra de 1.400.000 ha, que no difiere mayormente de las cantidades antes anotadas.

No debe olvidarse que el censo agropecuario obtuvo las cifras a través de una encuesta directa hecha en un momento determinado y corresponden a la superficie que en ese año el agricultor de alguna manera había regado, de modo que deben tomarse como un indicador y no como una verdad absoluta.

La información estadística respecto a las áreas arables y, sobre todo a las áreas regadas en sus variaciones temporales es incompleta y carente de sistematización. Desde 1929 se han realizado en el país cinco censos. Los dos primeros establecen cifras algo mayores para la superficie regada que las de los tres censos correspondientes a las tres últimas décadas. No son valores confiables. Establecen situaciones un tanto irreales por cuanto no consideraban lo que realmente se regaba sino más bien la superficie baj canal, ni se tomaba en cuenta la seguridad efectiva del riego. Cuando la Dirección de Riego comenzó a evaluar los proyectos y a determinar el costo de la hectárea regada, se puso en boga el concepto de "hectárea equivalente" que es la superficie que bajo un sistema de riego con cierta seguridad prefijada, generalmente elegida entre el 80% al 85%.

Costo del riego por hectárea. Para estos efectos se debe considerar situaciones de riego nuevo y de mejoramiento y si se precisan o no obras de regulación. Según cálculos de obras estudiadas recientemente, el costo por ha de riego nuevo fluctúa entre 1 500 a 3 500 dólares y para riego mejorado entre 800 y 1 500 dólares, dependiendo del grado de mejoramiento.

El cuadro siguiente, compara valores de dos obras., Pencahue y Convento Viejo considerando en ambos regadíos, puesta en riego, desarrollo agrícola, además del valor de las obras de infraestructura.

I T E M	REGADIO PENCAHUE US\$	CONVENTO VIEJO US\$
Embalse	-	760
Canales	1 200	1 500
Puesta en riego	720	630
Asistencia técnica	120	470
Desarrollo agrícola	770	420
Valor por hectárea	US\$ 2 810	US\$ 3 780

Costo de la superficie drenada. Un análisis reciente del costo de reposición del sistema de drenaje en la ex-Colonia Julio Fuenzalida Ríveros, del valle bajo del río Lluta, ha llegado a la conclusión que el costo de inversión de recuperación de una hectárea, por concepto de obras básicas, asciende a unos US\$ 900. Por otra parte, el mismo estudio llega a un costo de mantención por ha drenada de unos US\$ 125.

#### VIII. ULTIMAS OBRAS DE RIEGO TERMINADAS Y PLANES FUTUROS

Entre 1970 y 1977 se dio término a varias obras hidráulicas de cierta envergadura y posteriormente se han puesto en operación otras. Algunas, como el embalse Convento Viejo, se encuentran en etapa de construcción. Finalmente, proyectos nuevos se encuentran en estudio o en proceso de evaluación económica; tal sucede con el regadío del Valle de Aconcagua, el regadío de parte de la llanura del Maule, el regadío Victoria-Traiguén-Lautaro, canal Laja Diguillín, obras de regulación del Maipo y otras. Un esfuerzo importante se ha hecho en estos últimos años en consolidar obras de vital importancia cuales son el embalse Páloma en la cuenca del río Limarí y el embalse del río Yebo en la cuenca del río Maipo.

A la primera categoría de obras, o sea las últimas terminadas, pertenecen el embalse Conchi, emplazado en el río Loa Superior, el Regadío de Rengo, en la VI Región, el Sistema del embalse Digua, hacia el límite sur de la VIII Región; y, el embalse Coihueco en la VIII Región.

Las principales características de estas obras son:

Embalse Conchi. Constituye la obra de ingeniería fundamental del Proyecto de Regadío Antofagasta, que consiste en una serie de obras destinadas al óptimo aprovechamiento de los recursos hídricos de la hoya del río Loa Superior. De estos recursos se abastecen de agua potable las principales ciudades de la II Región, la gran minería del cobre y del salitre y se riegan los oasis de Lasana, Chiu-Chiu, Calama y Quillagua, el conjunto de los cuales reúne unas 1.400 hectáreas de cultivo.

La capacidad de proyecto del embalse es de 22 millones de m<sup>3</sup>. que se consigue con un muro rockfill de 66 m. de altura máxima. El lago inunda una superficie de 143 ha con una longitud efectiva de 5 Km. La obra se construyó entre los años 1969-1973.

Regadío de Rengo. El Proyecto Río Claro de Rengo se desarrolla en el valle Central de Chile, a unos 110 Km al sur de la ciudad de Santiago. Los terrenos agrícolas comprenden una parte de dicho valle longitudinal y un valle transversal de la precordillera andina.

Las obras civiles se componen de un embalse en la Laguna Los Cristales de 8,5 millones de m<sup>3</sup> de capacidad con un muro de 31 m de altura máxima; del camino de acceso a dicha laguna; y, de la red de 20 pozos profundos debidamente habilitados con sus respectivas bombas e instalaciones anexas.

El área cubierta por el proyecto es de alrededor de 8.000 ha dedicadas a cereales, empastadas en rotación larga y pastos naturales; pero también una parte importante está destinada a practicar una agricultura intensiva de chacras, hortalizas, viñedos y frutales.

Sistema Embalse Digua. El Proyecto Digua se planificó para servir el riego de una extensa zona de secano y de riego deficiente con una capacidad de m<sup>3</sup>/m de 50.000 ha situadas al sud-oriente y al poniente de la ciudad de Parral, en la VII Región. Utiliza recursos combinados de tres fuentes de agua que son los ríos Longaví, Cato y Perquilauquén, todos subtributarios del río Maule. La obra mayor de este proyecto es el embalse Digua sobre el río Cato de una capacidad de 220 millones de m<sup>3</sup>.

Complementan al Proyecto Digua numerosas otras obras de diferente envergadura entre las cuales cabe anotar una red de distribución primaria de 180 Km de canales con numerosas obras de arte y un canal alimentador para llevar sobrantes desde el río Longaví al embalse Digua.

Embalse Coihueco. El embalse Coihueco está situado en la provincia de Ñuble, en la VIII Región de Chile, a unos 30 Km al oriente de la ciudad de Chillán. La estructura principal está constituida por un muro de tierra zonificado, de 1.060 m de longitud y 30 m de altura máxima, emplazado sobre el estero Pullamí, de la hoya del río Itata.

Los recursos de agua del embalse provienen de los aportes propios de la pequeña cuenca del estero Pullamí, y, principalmente

te, de los sobrantes de invierno y de primavera del río Niblinto. Esos son conducidos al embalse mediante un canal alimentador de 5 m<sup>3</sup>/seg. de capacidad. La capacidad de almacenamiento del embalse asciende a 29 millones de m<sup>3</sup>.

El embalse Coihueco está destinado a servir una superficie nueva de 3,500 ha, que se incorpora al riego artificial, y al mejoramiento de la seguridad de riego de 3.000 ha, insuficientemente servidas por el río Niblinto en los meses de mayores demandas.

### OBRAS EN PROYECTO.

Según un estudio de la Comisión de Utilización de Recursos de Agua, del Instituto de Ingenieros de Chile, publicado en Diciembre de 1970, la superficie regada del país, con 85% de seguridad, necesaria para cubrir la demanda interna de productos agropecuarios, se calcula en no menos de 2.550.000 ha en el año 2.000, incluso su poniendo un aumento de la productividad agrícola de 1% anual acumulativo.

Si actualmente se regaran con seguridad 85% alrededor de 1.300.000 ha, la mayor demanda de alimentos nacionales exigiría una incorporación a lo menos de unas 50.000 ha de riego anuales hasta el año 2.000; tarea imposible a la cadencia tradicional del desarrollo del riego en el país. El desafío obligará entonces a actuar en cuatro frentes: mayor acción estatal, reanudación de la acción particular, créditos externos e internos y tecnificación del riego; sin perjuicio de mantener el 1% de aumento acumulativo anual supuesto para la productividad agrícola.

La Dirección de Riego tiene identificados, con estudios avanzados y algunos con las obras iniciadas, varios proyectos importantes de obras de regadío que podrían ejecutarse en los próximos 10 años. Los más notables, de norte a sur son:

1) Regadío Aconcagua-Ligua-Petorca.- El sistema de riego para esta área está basado en un embalse ubicado en el estero Los Angeles, afluente del río La Ligua, el que almacenaría unos 220 millones de m<sup>3</sup>. Esta obra mejoraría el riego de unas 70.000 ha y regaría 16.600 ha nuevas. Costo estimativo en US\$ 60 millones.

2) Regadío Maipo.- Las obras de regulación consultadas podrían regar, adicionalmente a las 110.000 ha de la primera sección del río Maipo, unas 95.000 ha nuevas en los valles de Curacaví-Casablanca, Yali y Alhué y mejorar el riego de 75.000 ha en los sectores inferiores del río Maipo y Mapocho, alcanzando así los beneficios del proyecto a unas 280.000 ha. El costo de la presa y obras anexas se estima en US\$ 120 millones.

3) Embalse Convento Viejo.- Situados en el estero Chimbarongo, con alimentación desde el río Teno, de 500 millones de m<sup>3</sup> de capacidad y gran red de canales de 600 Km de longitud total. De las 100.000 ha netas que se encuentran bajo canal en la zona, hoy día se riegan en forma estable unas 75.000 ha. Con este proyecto se dará riego per

manente a 150.000 ha. El incremento de superficie regada se avalúa así en 75.000 ha de riego nuevo equivalente. El costo estimativo es US\$ 140 millones.

4) Canal Linares.- Aprovecha la regulación del río Maule por las presas Colbún y Machicura. Permitirá mejorar la seguridad de riego de unas 60.000 ha y regar alrededor de 80.000 ha, hoy de secano. El costo se estima en US\$ 85 millones.

5) Canal Laja-Diguillín.- Este canal, de 75 Km de longitud más algunos derivados, y 52 m<sup>3</sup>/seg. de capacidad, riega unas 26.000 ha nuevas en la zona de Diguillín, 8.000 ha en Pemuco y 1.000 ha en Yungay, además de mejorar el riego de 28.000 ha regadas deficientemente en la zona. Se complementa así, una superficie total de 63.000 ha que corresponden a unas 50.000 ha nuevas equivalentes. El costo estimado es de unos US\$ 36 millones de dólares.

6) Regadío Victoria-Traiguén-Lautaro.- Este canal capta sus aguas del río Cautín en la IX Región, regará 62.000 ha nuevas y mejorará el riego de 16.000 ha. El costo estimado del proyecto en US\$ 3 millones de dólares.

7) Regadío de Pencahue.- En el año 1977 se hizo el estudio de factibilidad para regar el valle del estero Los Puercos o valle de Pencahue, que tiene en la actualidad agricultura enteramente de secano. Las obras permitirán regar una superficie nueva del orden de 12.000 ha. El costo se calcula en unos US\$ 10 millones.

Estos proyectos, más otros menores, regarían alrededor de 360.000 ha nuevas y mejorarían el riego de unas 390.000 ha, equivalentes a 550.000 ha nuevas totales. Si las actividades particulares y regionales incrementaran por su parte el riego en 100.000 ha en el período (5.000 anuales c/u) se llegaría a una cifra del orden de 1.950.000 ha regadas en el país en 1993. Bastaría entonces con obtener además una economía de 10% en la tasa media de agua consumida por ha en el país, para cubrir el déficit con respecto a las necesidades de agua previstas en dicho estudio para ese mismo año.

Para los años siguientes a 1993 el programa se va estrechando, ya que se estima que no habrían en el país más de 2.500.000 ha regables en forma económica. Al ritmo esbozado de 50.000 ha anuales, la Meta se cumpliría un poco más allá del año 2.000. En todo lo expuesto no se ha considerado la posibilidad de regar la región de Magallanes, cuyos 4 millones de hectáreas agrícolas pueden dar un desarrollo insospechado a la ganadería, a base de empastadas.

En todo caso, según estudios preliminares de la Dirección de Riego, los recursos de aguas y suelos aptos no permitirían regar más de 600.000 ha. en esa zona.

## IX. CALIDAD DE LAS AGUAS.

Las aguas de los ríos del Norte Grande que llevan currimientos con mayor frecuencia, como ocurre con el Lluta, el r



**Camarones, el Loa; las de la mayoría de los ríos del Norte Chico; y, algunos de los ríos de la zona Centro Norte presentan problemas de contaminación por iones indeseables. Unos con mayor severidad que otros.**

**En los ríos del Norte Grande y en los del Norte Chico se acusa una marcada tendencia al deterioro del agua desde las cabeceras de los valles a medida que avanza hacia el mar.**

**En el caso de los ríos Maipo ( más específicamente su tributario principal el río Mapocho ) y Cachapoal de la cuenca del Rapel, la contaminación tiene relación con la existencia de grandes minerales de cobre en la cuenca de sus formativos de cordillera, y en las faenas de explotación que ellos originan.**

**Al sur aproximadamente de la latitud 35° L.S. los ríos no presentan problemas de contaminación de sus aguas; el PH es prácticamente neutro y la conductividad eléctrica fluctúa entre 50 y 300 micromhos, siendo muy bajo el índice SAR.**

**Los índices más severos los exhiben los ríos Lluta, Camarones, Quebrada de Tarapacá y Copiapó con alta conductividad total y elevado índice SAR, pero también el Maipo y el Cachapoal presentan iones de Cu en cantidades altas.**

#### **X. PROBLEMAS EN RELACION AL RIEGO.**

**En relación al desarrollo del riego, Chile debe enfrentar varios serios problemas, unos más difíciles de superar que otros. A continuación se intenta hacer una síntesis de los principales de ellos.**

**Obras costosas. La situación geográfica de Chile, su fisiografía y variedad de clima, que anteriormente se han descrito, aparte de algunas circunstancias tan especiales como es la que llueve en sus zonas más fértiles en invierno, cuando la demanda del riego es baja o nula, y que en el período vegetativo de las plantas no se produzcan prácticamente precipitaciones, obliga a recurrir en la mayor parte de su territorio útil a la agricultura al riego artificial. Para ello se requiere acumular los excedentes de recursos hídricos en grandes obras de regulación de una estación a otra, o donde la lluvia es más dispersa en el tiempo, de un período de años a otro. Esto significa distraer enormes inversiones en obras hidráulicas, especialmente en embalses.**

**Por otra parte, mientras el desarrollo del riego alcanza niveles más altos, más difíciles y caras son las obras de ingeniería involucradas. Las corrientes naturales en todas las áreas donde el riego es necesario se encuentran prácticamente agotadas y se requiere de obras de regulación para atrapar los excedentes de crecidas a fin de distribuirlos en la época de riego.**

**Los canales en Chile, debido a una topografía sumamente accidentada, deben ser dotados de grandes y costosas obras de arre**

te tales como sifones, túneles, caídas para compensar las fuertes pendientes, revestimientos, etc. Las angosturas para el emplazamiento de embalses tampoco son económicas puesto que la mayoría de los valles de Chile, en las zonas donde el riego artificial es requerido presentan pendientes bastante fuertes, del orden de 1% o más, de modo que la relación volumen de agua almacenado a volumen de muro es por lo general baja y poco económica.

Recursos de suelo limitados. Otro problema que debe enfrentar Chile es la limitación de los recursos de suelo agrícola. En efecto, fuentes autorizadas estiman que la máxima superficie regable en forma económica, con la tecnología actual, no excede de 2,5 millones de ha.

En lo que respecta a las deficiencias del riego en la actualidad se pueden mencionar los siguientes aspectos :

Puesta en riego. La puesta en riego de los terrenos cubiertos por las grandes obras de iniciativa estatal ha sufrido un desfase con respecto a la terminación de ellas. En efecto, la preparación de los terrenos de secano y todas las obras a nivel predial han quedado rezagadas o su desarrollo ha ido demasiado lento, con evidente perjuicio para el agro.

Baja eficiencia del riego. Ha sido y es muy difícil cambiar las prácticas tradicionales de riego en las zonas en que más se le emplea. El manejo mismo del agua lo ejercitan personas que no tienen conciencia del valor del recurso que derrochan, pero tampoco el agricultor tradicional, ha logrado convencerse de la necesidad de adoptar nuevos métodos tendientes al ahorro del agua. Resulta que salvo honrras excepciones, la eficiencia actual del riego en Chile es muy baja.

En un estudio realizado en el área regada de Pirque vecina a Santiago, se determinó que la eficiencia de la hoyo es del 24%, y la eficiencia de aplicación al predio no supera el 59%. Se sabe además, que el 64% de las pérdidas de agua se producen en las horas en que no se riega, y que las pérdidas por sobreescorrentamiento superficial y percolación profunda significaban un 12%.

Efectos erosivos. Ya se explicó antes que el riego por tendido es preferentemente usado en la zona Central de Chile, aplicado a suelos que de suyo tienen por lo general una fuerte pendiente. Provoca como es natural una excesiva erosión y pérdida del terreno agrícola. Prácticas que aún son frecuentes como la de regar a favor de la pendiente, aplicación de volúmenes altos de agua, la de regar muy seguido o dejar puesta el agua por un tiempo muy prolongado en el mismo lugar, son causales de una erosión acelerada del suelo.

Carencia de información hidrológica oportuna. La carencia en el pasado de estadística fluviométrica en la primera mitad del siglo condujo muchas veces a dimensionamientos erróneos de las obras de ingeniería hidráulica. La Dirección de Riego del Ministerio de Obras Públicas hacia fines de la década próxima siguiente intensificó la instalación de secciones de control de los principales ríos que podían estar involucrados en planes de desarrollo de riego, al mismo tiempo que la Empresa Nacional de Electricidad hacía esfuerzos similares para

ra formular un plan de desarrollo hidroeléctrico nacional. Pero fue realmente a partir del año 1960, con ocasión de la puesta en marcha del Proyecto Hidrometeorológico de Chile, el que contó con el apoyo de las Naciones Unidas, cuando se creó una red racionalizada de estaciones meteorológicas y fluviométricas a lo largo de Chile. Entre la Dirección General de Aguas y ENDESA, controlan hoy efectivamente 482 estaciones fluviométricas.

## XI. INSTITUCIONALIDAD DEL RIEGO ESTATAL.

Los principales organismos públicos encargados del desarrollo del riego y del drenaje en Chile, de la planificación de obras y evaluación económica de ellas y racionalización del uso de los recursos hídricos son la Dirección de Riego, la Comisión Nacional de Riego y la Dirección General de Aguas. La primera y la última son directamente dependientes del Ministerio de Obras Públicas, en tanto que la segunda del Ministerio de Economía.

Dirección de Riego. Es la institución estatal más antigua encargada del desarrollo del riego en Chile, al mismo tiempo que de los sistemas de drenaje. De hecho es la que ha construido las grandes obras de regadío actualmente en operación de iniciativa estatal: los grandes canales y los grandes embalses. Fue creada inicialmente en 1915 como la Inspección de Regadío para la administración de la construcción de determinadas obras, y en 1928 se le dio carácter más general y rector en la planificación y construcción de las obras de riego con el nombre de Departamento de Riego del Ministerio de Fomento (de Obras Públicas). Específicamente sus funciones son las de planificar, estudiar, construir y explotar, por un período transitorio, las obras de riego y drenaje de terrenos potencialmente aptos para la agricultura que se ejecuten con fondos estatales.

Comisión Nacional de Riego. Se trata de una institución nueva, creada solamente en 1976 bajo la dependencia del Ministerio de Economía. Su labor básica es estudiar y planificar el desarrollo integral del riego en valles completos o áreas mayores, haciendo la evaluación económica de todo el desarrollo. Además, supervigila, coordina y complementa la acción de los diferentes organismos, públicos y privados, que intervienen en la construcción y explotación de obras de riego.

Dirección General de Aguas. Fue creada en 1967 dependiente del Ministerio de Obras Públicas con el objeto de velar por el cumplimiento del Código de Aguas vigente; de la aplicación de una política racional de uso del agua; y, de llevar el control y medida de todos los recursos hídricos del país, además de investigar la calidad del agua y sus fuentes de contaminación. Concorre a organizar a los usuarios del recurso y a la policía que vela por el buen uso a través de las juntas de vigilancia. En resumen, la labor de la Dirección General de Aguas se puede sintetizar en tres funciones bien definidas: planificación, investigación y administración del recurso hídrico en un sentido global, de uso múltiple.

## CODIGO DE AGUAS

El Código de Aguas fue dictado en el año 1951, mediante Ley N° 9.909. Fué modificado por Ley N° 16.640 de 1967 y nuevamente por el D.F.L. N° 1122 de 1981, que fijó su nuevo texto, vigente actualmente.

Este cuerpo legal se preocupa de reglamentar el derecho de aprovechamiento, su adquisición, ejercicio y pérdida; el manejo de las aguas entre los usuarios, y las Organizaciones de Usuarios. Estas últimas son las Juntas de Vigilancia en cauces Naturales y las Asociaciones de Canalistas y Comunidades de Aguas en cauces artificiales.

Asimismo considera la institucionalidad, en lo que se refiere a la Dirección General de Aguas, organismo encargado de la planificación, investigación, administración y policía y vigilancia del agua.

Respecto al dominio de las aguas, ellas son bienes nacionales de uso público. Sin embargo el derecho de aprovechamiento que se otorga a los particulares sobre ellos, es del dominio de éstos, con carácter patrimonial y puede ser objeto de libre comerciabilidad.

## ACUERDOS Y TRATADOS INTERNACIONALES SOBRE EL AGUA.

En materia de tratados internacionales sobre el uso del agua, cuando están comprometidas cuencas de recursos hídricos internacionales compartidos, se han logrado varios acuerdos con los países limítrofes, que no han sido finalmente ratificados por los respectivos gobiernos como para alcanzar el status de tratado internacional. Valgan como ejemplos los acuerdos de Montevideo de 1933 sobre el aprovechamiento de los recursos de cuencas compartidas internacionalmente, y la declaración conjunta firmada el 26 de junio de 1971 entre los ministros de Relaciones Exteriores de Chile y Argentina sobre recursos hidrológicos compartidos; en esta declaración se establecen reglas fundamentales para la utilización equitativa y razonable de esos recursos.

## LEY SOBRE EJECUCION DE OBRAS DE RIEGO POR EL ESTADO.

Para iniciar una obra de riego por el Estado, deben cumplirse las siguientes condiciones previas :

- a) Que haya sido evaluada y aprobada por la Comisión Nacional de Riego.
- b) Que la Dirección de Riego haya efectuado un anteproyecto con determinación del costo aproximado de ella, y lo haya sometido a consideración de los interesados.
- c) Que el 33% de los futuros usuarios de los derechos de aprovechamiento de la obra hayan manifestado por escrito que aceptan el anteproyecto.

- d) Que el precio de los terrenos por regar, más el costo de las obras, no sea superior al valor comercial de terrenos regados similares de la misma región.
- e) Que cumplido lo anterior, la Dirección de Riego haya confeccionado el proyecto definitivo de la obra.
- f) Que, sometido el proyecto definitivo a la consideración de los interesados, los que representan a lo menos el 50% de las nuevas disponibilidades de agua, hayan aceptado la ejecución de la obra y el reembolso de su costo en la forma y condiciones establecidas en el reglamento (aún no dictado).
- g) Que la Dirección de Riego solicite el otorgamiento de los correspondientes derechos de aprovechamiento.

La Ley dispone como excepción, si razones de interés público lo aconsejan, que por decreto supremo fundado se puede confeccionar el proyecto definitivo y ordenar la ejecución de obras sin cumplirse las condiciones c) y d), en cuyo caso, será de cargo del Fisco el mayor valor que resultare de la condición c).

Enseguida la Ley se refiere a:

- Licitación por el Estado al término de las obras, de los derechos no comprometidos.
- Explotación provisional de las obras por el Estado durante el plazo que fije la Dirección de Riego, con un máximo de 4 años y con cargo a los regantes.
- Fijación por decreto supremo del Ministerio de Obras Públicas, al término de la explotación provisional, de la zona beneficiada, la capacidad efectiva de la obra, los derechos que les corresponden a los usuarios, el costo efectivo total de los trabajos y el monto de la deuda que cada usuario debe reembolsar al Fisco.
- Transferencia a los usuarios, por el mismo decreto anterior, del dominio de las obras y de los terrenos que ellas ocupen y otorgamiento por la Dirección de Riego de las escrituras correspondientes.

Aquí nuevamente la Ley dispone como excepción, por razones de interés público, que el Presidente de la República podrá decretar que las obras se conserven en el patrimonio del Estado y que éste continúe con su explotación. En este caso, los beneficiados estarán obligados a pagar una cuota anual por concepto de uso de las obras y de gastos de explotación, que fijará el Ministro de Obras Públicas.

Las disposiciones finales se refieren a:

- Expropiaciones de acuerdo con el D.L. N° 2 186, de 1978.
- Los créditos derivados de los reembolsos de los usuarios, de la explotación provisional y de la cuota anual por uso de obra fiscal, se cobrarán y percibirán por la Tesorería General de la República, conjuntamente con la contribución de bienes raíces.

- Las modificaciones de proyecto durante la construcción de una obra para aumentar su rentabilidad o sus beneficios sociales, no implicarán aumento de los reembolsos pactados.
- El Presidente de la República, previo informe de la Dirección General de Aguas, podrá cambiar la fuente de abastecimiento, el cauce o el lugar de entrega de las aguas objeto de cualquier derecho, con la sola limitación de no disminuir su dotación, menoscabar derechos de los usuarios ni causar perjuicios a terceros.

Esta disposición permite en algunos casos traspasar el derecho de agua que pudiera tener un sector regado dentro de una área de nuevo riego, hacia sectores más altos de secano, reemplazando ese derecho anterior por otro de la nueva obra.

La Ley referida fue publicada hace poco menos de dos años por lo tanto sólo se ha aplicado a una obra recientemente terminada.

SANTIAGO, Noviembre de 1983



**VII SEMINARIO  
LATINOAMERICANO  
DE IRRIGACION**

**SANTIAGO DE CHILE, 28 DE NOVIEMBRE  
AL 2 DE DICIEMBRE DE 1983**

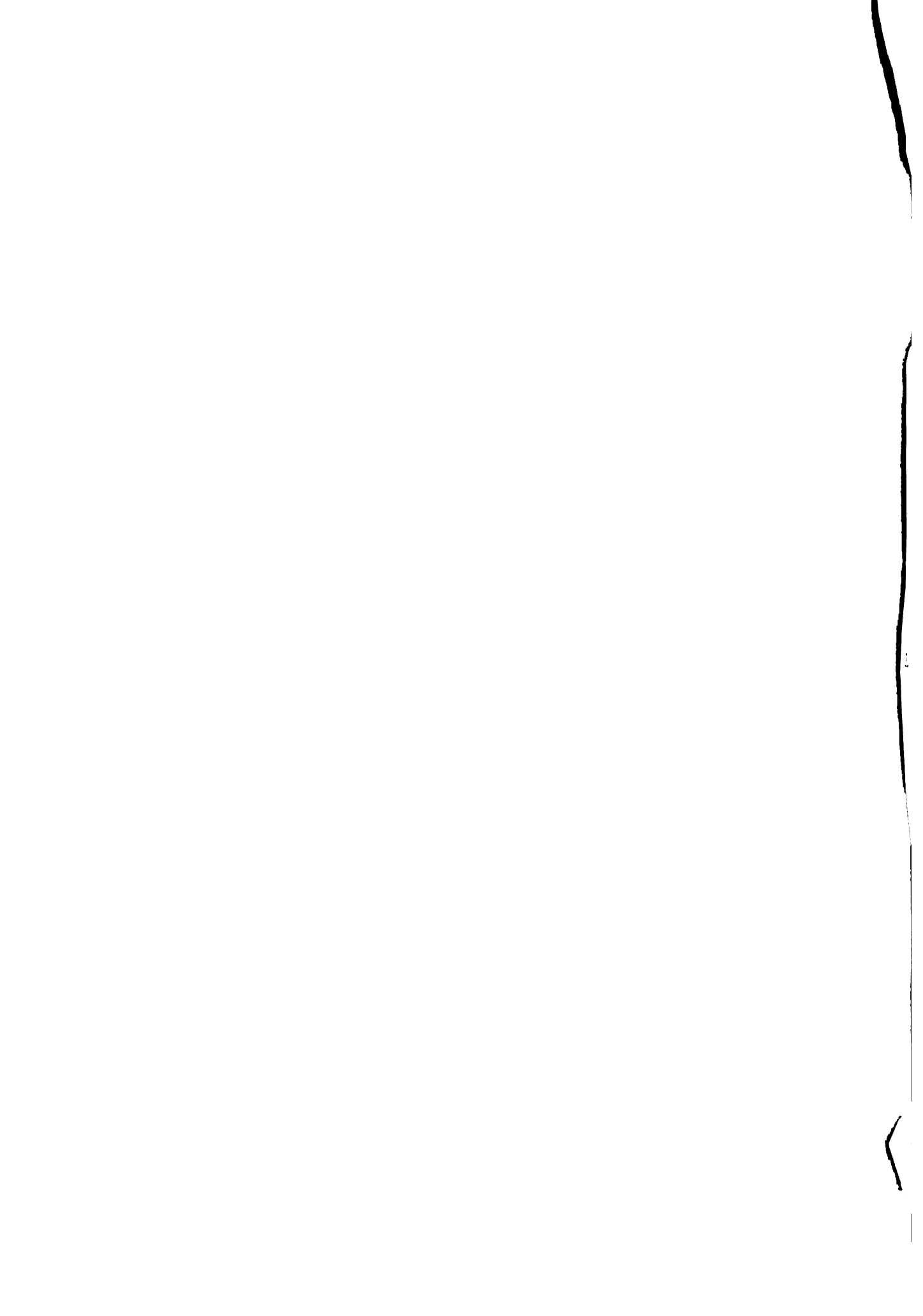
**DOCUMENTO B-7**

✓  
**INFORME NACIONAL DEL ECUADOR**  
**" EL RIEGO EN EL ECUADOR "**

**Por: Ing.Civil Patricio Vega Dávila(\*)**

---

**(\*)Director Técnico - Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos (INERHI)**





## I. EL RIEGO EN EL ECUADOR

### 1. INTRODUCCION

En el Ecuador, los recursos hidráulicos son abundantes, pero están mal distribuidos temporal y espacialmente, es decir, no están disponibles en el sitio en que se los necesita ni en el momento oportuno, razón por la cual existen sequías e inundaciones.

El país cuenta con aproximadamente 28'000.000 de hectáreas, de las cuales, poco más del 80% corresponden a selvas y otras tierras no aptas para el desarrollo agropecuario. Geográficamente se divide en tres regiones que son: Costa, Sierra y Oriente; la región costera drena sus aguas hacia el Océano Pacífico en un caudal aproximado de 3.630 m<sup>3</sup>/s. que incluye parte de las aguas de la sierra, que a su vez drena también hacia el Océano Atlántico, a través de la región oriental un caudal de alrededor de 6.740 m<sup>3</sup>/s..

Del caudal total generado por todas sus cuencas hidrográficas, el Ecuador aprovecha consuntivamente para riego y uso doméstico apenas un 3.0%.

### 2. ANTECEDENTES HISTORICOS

La importancia del Riego en el Ecuador, desde tiempos inmemoriales, se ha manifestado en las obras que todavía existen como restos de una civilización, que consideró el recurso agua como de origen divino. El asentamiento de poblaciones buscaba como condición indispensable, disponer de elementos necesarios para la vida humana y animal, así como para el desarrollo de la agricultura.

La agricultura, la caza y la pesca eran las ocupaciones primordiales de las tribus aborígenes precolombinas y buscaban el agua de ríos, lagos o embalses como elemento primordial para formar sus poblaciones.

Los pueblos que conformaban el Reino de Quito y más tarde los Incas, sus conquistadores, dejaron huellas de sistemas agrícolas muy avanzados, con uso intensivo de abonos, de cultivos rotativos y de complejos sistemas de riego y aprovisionamiento del recurso para uso humano y animal.

De las exploraciones arqueológicas realizadas en época reciente, se desprende que los antepasados aborígenes utilizaron el agua para riego en forma adecuada y correcta, procurando no desperdiciar el recurso, con obras que recuerdan las realizadas en épocas remotas por las culturas orientales de China, Oriente Medio y Romanas.

Las obras hidráulicas de ese entonces fueron deteriorándose, arruinándose, y con la venida de los conquistadores españoles se implantaron en el país

sistemas de tipo romano, como: los acueductos, canales de aducción de riego.

Las principales obras de ese aspecto datan de la colonia, que estableció nuevos sistemas de cultivos y distribución del agua.

En la época republicana se intensificaron los sistemas de construcción de obras hidráulicas de aprovechamiento del agua para riego. Estas obras las realizaron principalmente particulares-terratenientes con suficientes disponibilidades económicas que mantuvieron el derecho de propiedad del agua y su arrendamiento, aspecto que contribuyó en algunos casos para implantar y consolidar el sistema de trabajo denominado concertaje y la forma de tenencia de la tierra en aparcería, en evidente explotación del agricultor.

Con esta forma de tenencia de la tierra y del agua, la producción agrícola fué tradicional, casera y consuntiva, sin mayor estímulo para aumentar la producción.

El Estado con el fin de regular la situación del uso del agua para riego, en el año de 1936 expide la Ley de Aguas, la misma que durante su vigencia (1936-1943) no prestó el servicio deseado.

Por otro lado, la administración de los recursos hidráulicos en el Ecuador estaba compartida por cuatro tipos de organismos: el Gobierno Nacional, Agencias Regionales, Agencias Municipales y Organismos Particulares. Con esta forma de administración se podía observar que la mayor proporción de la actividad administrativa de los recursos hidráulicos estaba fuera de control del Gobierno Nacional.

#### LA CAJA NACIONAL DE RIEGO

Ante la inoperancia que surgía por la falta de control y coordinación, el Estado con el fin de sistematizar su acción, en el año de 1944, expide la Ley de Riego y Saneamiento del Suelo y crea en el mismo año la Caja Nacional de Riego.

La Caja Nacional de Riego fué constituida como una Entidad Autónoma, con personería jurídica y con sujeción a la Ley de Riego y Saneamiento del Suelo.

La finalidad de su creación fué la de estudiar, construir y explotar sistemas de riego a nivel nacional, tomando en cuenta la importancia del sector agropecuario como base de la economía nacional, procurando mayores posibilidades para acelerar el crecimiento económico y mejorar en parte las desigualdades sociales del sector con un aumento en la producción de las áreas cultivadas y la incorporación de diferentes zonas a la producción.

Sin embargo, la Caja Nacional de Riego no pasó de ser Entidad constructora

de obras de riego y las atribuciones para planificar, regular y orientar la política de riego y drenaje fueron muy limitadas; ésto se debió principalmente a que tuvo presiones de tipo político y de organismos externos a ella, de modo que no pudo actuar con iniciativa propia.

En el tiempo de su funcionamiento se enfrentó con dificultades de índole financiera, mientras en la Ley se le asignaba el 2% anual del presupuesto nacional, el Gobierno le entregaba la cantidad no mayor del 0.7%, fondos que fueron insuficientes para satisfacer las necesidades institucionales, la ejecución de las obras en forma continua y la capacitación técnica de sus funcionarios.

La Caja Nacional de Riego, pese a su situación conflictiva, realizó una labor muy importante al dejar en explotación parcial, entre otros, proyectos como el Pisque, Tumbaco, Riobamba (Chambo), Manuel J. Calle, Portoviejo, Milagro, Arenillas y Caluguro; varios proyectos quedaron en construcción y otros en estudio 1/.

Por otra parte, la Caja Nacional de Riego, dejó latente la inquietud de que con una buena política y administración, el uso del agua para riego representaría una contribución significativa al desarrollo de la economía agropecuaria y nacional.

#### EL INSTITUTO ECUATORIANO DE RECURSOS HIDRAULICOS "INERHI"

La experiencia y las necesidades detectadas urgieron al Gobierno a estudiar la conveniencia de contar con una Entidad que realmente lo represente y sirva de coordinadora de las actividades que para el desarrollo del riego llevaban a cabo varias instituciones.

El Gobierno en 1966, decretó la creación del Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos, asignándole la finalidad fundamental de "propender al mejor aprovechamiento y protección de los recursos hidráulicos del país como condición esencial para el desarrollo económico de éste".

Para la formación del INERHI se unieron la Caja Nacional de Riego y la Dirección General de Recursos Hidráulicos del Ministerio de Agricultura y Ganadería. Su actividad comienza el 10 de Noviembre de 1966. La Ley de Creación del INERHI la declara como una Institución de Derecho Público, con personería jurídica y adscrita al Ministerio de Agricultura y Ganadería.

---

1/ Los tres primeros proyectos están en la región de la Sierra y riegan 8400 has y las restantes en la región de la Costa riegan 24700 has.

Al INERHI se le encarga la administración de aguas y formulación y permanente actualización del Plan Nacional de Riego, Drenaje y Control de Inundaciones. Entre las diferentes funciones del INERHI, también están las de proyectar, estudiar, construir y explotar sistemas de riego; mantener y desarrollar las cuencas hidrográficas con colaboración de otras entidades, estudiar y determinar las necesidades del agua para riego y otros usos, conocer y tramitar las solicitudes de concesión para uso del agua, mantener un registro de las concesiones de agua otorgadas por el Estado, prestar asistencia técnica a entidades públicas, privadas o personas particulares, etc..

El INERHI para cumplir con todos sus fines cuenta adicionalmente con una base legal que es la Nueva Ley de Aguas, expedida el 18 de Mayo de 1972; ésta orienta y dirige el mejor y mayor uso del agua, a la vez que presenta agilidad y técnica para su aprovechamiento.

### 3. ORGANISMOS EJECUTORES DE PROYECTOS DE RIEGO EN EL PAIS

Al igual que el INERHI existen entidades regionales que directa o indirectamente manejan el Recurso Agua, como el C.R.M., CEDEGE, CREA y PREDESUR. Entre otras funciones tienen la de planificar y ejecutar el desarrollo integral de la región a que cada una pertenece; sus respectivas actividades se llevan a cabo en coordinación con los organismos públicos, particulares, provinciales y locales.

Una breve descripción de sus actividades es la siguiente:

- El Centro de Rehabilitación de Manabí (C.R.M.) fue creado por Decreto Legislativo el 7 de Noviembre de 1962, en momentos en que la Provincia de Manabí afrontaba graves problemas por la sequía que asolaba la región.

Las actividades del C.R.M. están destinadas a cubrir las necesidades de urbanización y pavimentación, canalización de aguas lluvias y aguas servidas, además inició la obra más importante que por efectos de la sequía vino a ser fundamental: la de riego para los campos manabitas.

En la actualidad el C.R.M. tiene a su cargo importantes proyectos de riego como Poza Honda y Carrizal-Chone.

- La Comisión de Estudios para el Desarrollo de la Cuenca del Río Guayas (CEDEGE) fue creada en el año de 1965, a fin de emprender estudios, obras y ejecutar programas necesarios para el desarrollo de la cuenca del Río Guayas y la Península de Santa Elena.

CEDEGE entre sus actividades realiza estudios para permitir la regulación del caudal de los ríos de la cuenca e irrigar extensas zonas agrícolas, actualmente lleva a cabo el Proyecto Babahoyo, la Presa Daulle Peripa y proyectos para dotar con el servicio de riego a varias zonas de la Península de Santa Elena.

El propósito de CEDEGE al contar con amplias disponibilidades de recursos hídricos y de suelos, es el de lograr un desarrollo agro-industrial y la integración del campesino, a la producción y desarrollo.

- El Centro de Reconversión Económica del Azuay, Cañar y Morona Santiago (CREA) fue creado mediante Decreto Legislativo del 7 de Noviembre de 1965, como una entidad adscrita al Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Entre las atribuciones del CREA están el estudio, planificación, coordinación y ejecución de Programas Regionales, con el fin de recuperar económicamente a la región.

Uno de los programas del CREA es el llamado de infraestructura, programa en el cual se realizan estudios y ejecución de obras de riego.

- PREDESUR tiene a su cargo el desarrollo socio-económico integrado de la región sur formada por las Provincias de El Oro, Loja y Zamora Chinchipe. En cuanto a riego, tiene al momento como tarea fundamental el proyecto binacional Puyango-Tumbes.

También algunos Municipios tanto en la Costa como en la Sierra y demostrando un interés por el desarrollo agropecuario han realizado estudios para determinar condiciones generales de riego y han construido pequeñas obras.

Entre los Consejos Provinciales, los de El Oro y Loja son los que han dado mayor importancia a la ejecución de Programas de Riego. Uno de los objetivos fundamentales del regadío ha sido el incremento de la extensión de las superficies cultivables, y por otra parte ha servido como instrumento fundamental para el aumento de la producción agropecuaria, repercutiendo en el bienestar social y en el incremento de la productividad por persona. En definitiva es un factor determinante para el cambio de la vida social de las poblaciones rurales.

#### 4. CARACTERISTICAS DEL REGADIO ECUATORIANO

Las obras de riego que se han emprendido en el país, no han respondido hasta el momento a una planificación nacional, sino más bien a necesidades concretas sin una concepción integral, razón por la que las soluciones adoptadas no han sido las mejores en lo técnico y económico.

EL INENHI está tratando de solucionar este problema a través de la ejecución de los Planes Nacionales Hidráulico y de Riego, para lo cual se crearon en años recientes, dos Departamentos con tal finalidad. Antes de esto, ninguna institución estatal o dependencia destinada a atender aspectos de riego fue creada con miras a ejecutar planes de riego preconcebidos; por

otro lado, y pese al cambio positivo de los últimos años, la atención del Estado a este sector requiere de incremento. En todo caso, durante los últimos años, el Estado está dando mayor atención y recursos para obras de riego a cargo de los varios organismos mencionados anteriormente, lo que da un nuevo panorama en cuanto a que el país afronta varias obras de gran envergadura, en relación a las condiciones generales del país.

Hasta principios de la década de los años 70, los factores predominantes en el desarrollo del riego en el Ecuador fueron entre otros:

- Falta de un plan de largo alcance, como meta estatal, hasta 1966 por no existir entidad responsable;
- Iniciación de obras con escasos recursos económicos y dispersión de programas a través de entidades sin capacidad técnica adecuada, con tendencia a actuar independientemente;
- Decisiones subjetivas, o por presiones políticas, para efectuar obras sin respaldo de estudios serios;
- Falta de leyes adecuadas, hasta 1972, que faciliten la acción del riego;
- Estructura inadecuada de tenencia de la tierra;
- Falta de educación, asistencia técnica y crédito para crear condiciones aptas para el desarrollo del riego.
- Nociva estructura de comercialización de productos agropecuarios, etc.

A partir de 1970 se nota una tendencia a corregir algunos factores negativos anotados, especialmente en los siguientes aspectos: considerar las obras de riego sólo como uno de los medios para lograr un desarrollo agrícola integral, especialmente en proyectos que se han presentado para financiamiento de organismos internacionales; incremento de los recursos económicos para el sector a través de varios organismos y tendencia a mantener y cumplir compromisos a mediano y largo plazo; preparar, por parte del INERHI Planes Nacionales de Riego e Hidráulicos; construir obras con grandes embalses para aprovechar mejor el recurso y regular su uso; incentivar y obtener respuesta favorable del país en cuanto a concientización de la importancia del riego y la necesidad de apoyo general.

## 5. FINANCIAMIENTO DEL RIEGO

Se puede distinguir tres períodos: antes de 1944, entre 1944 y 1972; y de 1972 en adelante. El primer período se caracteriza por una inversión casi

tal del sector privado; el segundo por la incipiente ayuda estatal; y el tercero que se inicia con la "era petrolera" en que las asignaciones para riego comienzan a crecer a buen ritmo, porque el Estado dispone de mayores recursos, porque se generaliza en el país la importancia del riego, y porque el crecimiento poblacional y demanda de alimentos presionan para ampliar zonas de cultivo y mejorar los rendimientos de producción.

Puede asumirse que antes de 1944 el Estado prácticamente no hizo ninguna inversión de importancia.

En el período de 1944-1972 el Sector Público hizo una inversión de 405 millones de sucres a través de la Caja Nacional de Riego, en INERHI en su mayor parte, y, de los Consejos Provinciales y Municipales. Adicionalmente se obtuvo financiamiento externo en condiciones favorables por una suma aproximada de 13 millones de dólares, para obras realizadas por INERHI y CEDEGE. Este financiamiento provino del BID, USAID, y pequeños aportes de los Gobiernos de Alemania y Canadá.

A partir de 1972, la inversión crece a tasas importantes. Analizando los tres últimos años de datos disponibles se obtiene el siguiente cuadro sobre el financiamiento del sector público para riego, aclarando que el sector privado es muy poco lo que está haciendo.

El financiamiento externo proviene principalmente del BID y del Banco Mundial; los créditos internos son del BEDE (Banco Ecuatoriano de Desarrollo) del FONAPRE (Fondo Nacional de Preinversión). En la cifra de recursos internos se incluyen pequeños préstamos bilaterales por convenios, y aportes de la OEA, FAO, PNUD y otros organismos.

Se nota un rápido crecimiento de las inversiones en las Entidades de Desarrollo Regional, tendencia que se acentuará en el futuro por la dimensión de costo de los proyectos a su cargo, en relación a los del INERHI, que siendo en mayor número no son de la magnitud de los otros.

#### EVOLUCION DEL RIEGO EN EL ECUADOR

Anteriormente a la creación del INERHI, los aspectos inherentes al riego, eran funciones exclusivas del Estado, por lo que éste a través de Leyes y acciones administrativas dió atribuciones para realizar obras de riego a Municipios, Consejos Provinciales y Entidades Regionales creadas para desarrollar zonas específicas.

El siguiente cuadro da una idea del proceso histórico del riego total en Ecuador.

**FINANCIAMIENTO DEL SECTOR RIEGO EN EL SECTOR PUBLICO ECUATORIANO**

(millones de sucres)

AÑO	I N E R H I		C R E A, C E D E G E, C R M, P R E D E S U R			
	Recursos Internos		Recursos Internos			
	Fisco	Créditos	Recursos Externos	Fisco	Crédito	
1979	356.7	93.2	29.5	743.6	499.4	112.7
1980	801.6	14.7	41.8	1.061.4	243.4	146.9
1981	1.030.2	15.9	37.1	1.942.0	120.0	161.9

**TOTAL:** 2.420.7

**5.031.3.**



AÑO	AREA TOTAL EN LABOREO AGRICOLA	AREA TOTAL REGADA
1900	500.000	40.000
1954	2'080.000	112.000
1971	3'800.000	117.500
1981	5'820.000	426.850

### EL RIEGO EN LA DECADA DE LOS 70

En el cuadro anterior se puede observar que el área dedicada a labores agrícolas en 1971 era de 3'800.000; el área bajo riego ascendía a 117.500 hectáreas de las cuales más de las tres cuartas partes correspondían a sistemas de riego producto de iniciativas de particulares. En ese año el Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos "INERHI" tenía bajo diferente grado de desarrollo los proyectos Montúfar, Pisque, Tumbaco, Milagro, Manuel J. Calle, Chambo, Portoviejo, Arenillas y Caluguro, etc.. que hoy están en operación y explotación.

De ese año a esta parte, y por las razones previamente anotadas el riego ha sido objeto de un mejor desarrollo, lo que se puede apreciar en los siguientes cuadros resumen de los proyectos que se enfrentan actualmente:

#### 7. EL RIEGO AL AÑO 2000

En el horizonte de planificación situado al año 2000, se toma en cuenta, mediante la comparación entre oferta y demanda alimenticia, las diferencias en producción que deberán complementarse con un incremento de la frontera agrícola y nuevas áreas de regadío.

La demanda se ha establecido tomando un índice de crecimiento poblacional proyectado al año 2000. Con la población a fines de siglo y mediante la dieta alimentaria fijada por el Instituto Nacional de Nutrición se ha determinado el volumen total de alimentos a ser producidos para esa fecha. En cuanto a comercio exterior y otros usos de productos agropecuarios, se ha utilizado una proyección efectuada por la FAO al año 1985 la que se ha dejado sin variación hasta el año 2000.

La oferta provendrá de zonas en secano y zonas bajo riego, tanto estatal como particular, que deberá cubrir el déficit de producción calculado en base al balance de oferta y demanda al año 2000. Un análisis de la producción actual y de las necesidades al futuro arroja como resultado que se

debe incrementar 650.000 hectáreas bajo riego y 1'000.000 en **secano**.

Las áreas a poner bajo riego serán responsabilidad del INERHI, Entidades Regionales y Aporte de Particulares, de acuerdo al siguiente detalle:

INERHI	360.000 has	Varios Proyectos
CEDEGE	100.000 "	Daule-Peripa y Santa Elena
PREDESUR	80.000 "	Puyango-Túmbes
C.R.M.	24.000 "	Carrizal-Chone y otros
CREA	6.000 "	Varios proyectos
PARTICULARES	80.000 "	
	<hr/>	
	650.000	

INERHI deberá terminar de estudiar, construir y desarrollar los siguientes proyectos:

PROYECTO	AREA	ESTUDIOS Y CONSTRUCCION
AMBATO-HUACHI	8.200	1977-1988
PILLARO	8.300	1977-1995
LATACUNGA-SALCEDO	8.400	1977-1985
TABACUNDO	13.000	1984-1994
CUENCA BAJA DEL GUAYAS	60.000	1988-2000
JUBONES	55.000	1985-1996
REHABILITACION ACEQUIAS	55.000	1984-2000
MEJORAS EN PROYECTOS ACTUALES	32.000	1983-1990
OTROS PROYECTOS PEQUEÑOS	130.100	1983-2000

Este programa implica un salto enorme en la actividad; el sector público en aproximadamente 20 años deberá poner bajo riego más de 5 veces lo que anterior a 1982 habría logrado. Sin embargo, esto parece posible considerando las tendencias anteriores y el apoyo creciente que se viene dando al sector por parte del Estado.

PROYECTOS DE RIEGO A CARGO DEL INERHI

PROVINCIA	TOTAL		ESTUDIO		CONSTRUCCION		OPERACION	
	Nº	Has.	Nº	Has.	Nº	Has.	Nº	Has.
Carchi	5	12.510	1	8.000	2	1.400	2	3.110
Imbabura	6	17.810	4	14.970	-	-	2	2.840
Pichincha	5	27.500	2	4.500	1	13.000	2	10.000
Cotopaxi	7	14.130	2	3.000	3	2.330	2	8.800
Tungurahua	9	27.700	4	9.200	3	16.900	2	1.600
Chimborazo	9	25.340	4	13.700	3	4.040	2	7.600
Bolívar	4	1.500	-	-	4	1.500	-	-
Azuay	7	12.270	5	6.470	1	1.800	1	4.000
Cañar	4	18.210	3	17.350	1	860	-	-
Loja	22	20.400	6	9.200	11	6.600	5	4.600
Guayas-Los Ríos	11	80.800	5	46.200	3	4.700	3	29.900
El Oro	5	64.400	2	59.500	2	4.200	1	700
<b>TOTAL:</b>	<b>94</b>	<b>322.570</b>	<b>38</b>	<b>192.090</b>	<b>34</b>	<b>57.330</b>	<b>22</b>	<b>73.150</b>

## PROYECTOS DE RIEGO A CARGO DE OTRAS ENTIDADES PUBLICAS

PROVINCIA	TOTAL		ESTUDIO		CONSTRUCC.		OPERACION	
	Nº	Has.	Nº	Has.	Nº	Has.	Nº	Has.
Manabí (C.R.M.)	4	26.500	-	-	1	14.000	3	12.500
Guayas (CEDEGE)	3	111.500	1	50.000	1	50.000	1	11.500
MAG.	1	1.000	-	-	-	-	1	1.000
Cañar (CREA)	1	1.500	-	-	-	-	1	1.500
El Oro (Mmic.Machala)	1	1.400	-	-	-	-	1	1.400
(Consejo Provin cial).	1	12.000	-	-	-	-	1	12.000
(PREDESUR)	1	80.000	1	80.000	1	-	-	-
Azuay (CREA)	4	3.100	-	-	-	-	4	3.100
Cotopaxi (Mmic. La- tacunga.)	1	1.200	-	-	-	-	1	1.200
(Mmic.Sal- cedo.)	1	1.000	-	-	-	-	1	1.000
<b>TOTAL:</b>	<b>18</b>	<b>239.200</b>	<b>1</b>	<b>130.000</b>	<b>3</b>	<b>64.000</b>	<b>14</b>	<b>45.200</b>

Se estima que actualmente el riego particular es de alrededor de 340.000 ha.



**VII SEMINARIO  
LATINOAMERICANO  
DE IRRIGACION**

**SANTIAGO DE CHILE, 28 DE NOVIEMBRE  
AL 2 DE DICIEMBRE DE 1983**

**DOCUMENTO B-8**

✓  
**INFORME NACIONAL DE ESPAÑA**

**"LA AGRICULTURA BAJO RIEGO EN ESPAÑA"**

**Por: Dr. Ing.Agr. Antonio Vázquez Guzmán(\*)**

---

(\*)Jefe Provincial del Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario (IRYDA) en Sevilla.



## LA AGRICULTURA BAJO RIEGO EN ESPAÑA

Se pretende en esta exposición dar una información general, dentro de la brevedad de la misma, sobre el desarrollo del regadío en España que tiene una tradición de siglos así como de sus características desde los puntos de vista legal, socio-económico y técnico.

No es preciso esforzarse para destacar la importancia que en los países de clima seco tiene el agua como factor de producción. Por ello el fomento e impulsión de los regadíos constituye la política agraria más segura para resolver los problemas que se plantean de orden agrícola, económico y social en nuestro país.

### 1- ANTECEDENTES HISTORICOS

Desde los principios de la humanidad las primitivas civilizaciones se ubicaron a orillas de los grandes ríos y así las civilizaciones euroasiáticas se situaron en la primitiva Mesopotamia a caballo de los ríos Tigris y Eufrates, las orientales sobre los ríos Azul y Amarillo, la egipcia sobre el Nilo, la hindú sobre el río Indo, etc... y por analogía los ríos Ebro y Guadalquivir fueron los cauces que asentaron las civilizaciones que en su emigración trataron de colonizar España.

Históricamente no aparecen relatos sobre los primeros regadíos españoles hasta la época de la dominación romana. Efectivamente los romanos se situaron en la costa y en los valles de los grandes ríos españoles, Ebro, Guadánalquivir buscando el agua y ya Columena en su obra "re Rústica" señala que en la Bética (actual Andalucía) es necesario suplementar el agua de lluvia para obtener buenas cosechas.

A la época de la dominación árabe en España (siglos VIII al XIII) se atribuye la iniciación y desarrollo de los viejos regadíos españoles. Ejemplo de ello es la existencia de antiguas redes de acequia árabes en los regadíos actuales de la región levantina y de la provincia de Granada en Andalucía.

El gran impulso del regadío vino por tanto con los árabes al unir la gran tradición de la población ibero-romana con los conocimientos sobre la aplicación del agua traídos por los caudillos musulmanes procedentes de Egipto, Libia y Arabia, ya que los que vinieron de Marruecos y Mauritania desconocían estas técnicas.

Así se tienen noticias de que en el siglo X Abderraman III (912-961) mandó construir en Ecija, provincia de Sevilla, acequias para riego, derivadas del río Genil y su hijo Alhaken II (961-976) ordenó la ejecución de varias obras de riego en la vega de Granada, obra que amplió a mediados del siglo XIII, Ben Alhamar.

Durante la dominación musulmana los califas consideraban los ríos como dominio de la Monarquía por lo que sólo a ellos correspondía el derecho a realizar acequias, depósitos y algibes, que unas veces se construían con fondos del Estado y otras por concesiones de particulares.

Hay que señalar, que a pesar de este gran impulso musulmán, al preocuparse más por el uso del agua para su recreo en jardines o confort en los baños, el regadío se realizó extensivamente y sólo de forma circunstancial, es decir, en años de extrema sequía. Prueba de ello es que durante la dominación musulmana no se construyó ningún embalse.

Conquistada Valencia por Jaime I, son impulsados los riegos en el Levante español, obras que posteriormente se extienden al Ebro.

Los ejemplos del Canal de Tauste en Aragón iniciado en 1252 con autorización del Rey Teobaldo I de Navarra, el del Canal Imperial, empezado a construir en la época de Carlos V (siglo XVI) y terminado en 1786, nos indican la preocupación que desde siempre se ha tenido en España por la política de regadíos.

Los Reyes Católicos, la Casa de Austria y los primeros reyes Borbones apoyan estas obras de regadío, pero su desarrollo es lento, como lo prueba que en la primera estadística de riego un poco fiable, que es la publicada en 1895, la superficie de riego en España era de 900.000 Ha.

En 1902 es cuando la idea de aprovechar el agua de los cauces públicos para el riego toma cuerpo, fundamentalmente bajo la dirección del entonces Ministro de Fomento D. Rafael Gasset, quién recogiendo las ideas vertidas por D. Joaquín Costa en la Asamblea Agraria de Barbastro (Huesca) de 8 de Septiembre de 1902, prepara y aprueba el 1er Plan de Obras Hidráulicas, iniciando una gran labor de mentalización nacional que permite la promulgación de la Legislación necesaria.

Es a partir de 1911, con la Ley de Auxilios a la política hidráulica cuando se inicia con paso firme una política nacional de aprovechamiento del agua y con base en el Plan Gasset, en el año 1933 se redacta el Plan Lorenzo Pardo siendo Ministro de Obras Públicas D. Indalecio Prieto, Plan que puede considerarse como la primera catalogación de posibilidades del regadío en España.

Dicho Plan no llegó a entrar en vigor pues fué reformado en 1939 por el ingeniero de caminos y Ministro de Obras Públicas D. Alfonso Peña Bafalluy incluyendo la concepción integral del regadío, idea que ya había tenido un primer planteamiento con la Ley O.P.E.R. en 1932, pero que sólo con la promulgación de la Ley de Grandes Zonas regables en 1939 se consigue la concepción moderna del regadío como medio de las reformas de las estructuras agrarias, ya que en dicha Ley se integra la función reguladora encomendada a los Servicios Hidráulicos del M.O.P.U. con la aplicación de los recursos hidráulicos al suelo, tomando como base la función socio-económica del agua, encomendada al Ministerio de Agricultura a través del entonces I.N.C. hoy IRYDA.



Pero estas ideas las ampliaremos al tratar de los aspectos legales del regadío en España.

Como datos que marcan esta evolución de los riegos en España con aguas reguladas, en el Cuadro N<sup>o</sup> 1 se señalan con datos de los Servicios Hidráulicos del M.O.P.U. y del Anuario Estadístico del MAPA, si bien hacemos la observación que hasta el año 1918 no se conocía con exactitud la superficie - de regadío existente, gracias a la memoria realizada por la Junta Consultiva Agronómica del Ministerio de Agricultura.

CUADRO N<sup>o</sup> 1

Superficies regadas

<u>AÑO</u>	<u>Superficie productiva:</u> <u>(Miles de Ha.)</u>	<u>Incremento medio-anual</u> <u>Ha.</u>
1.850	850	-
1.900	1.000	3.000
1.918	1.366	2.300
1.940	1.476	5.000
1.960	1.800	16.000
1.970	2.379	57.900
1.976	2.854	79.000
1.977	2.893	39.000
1.978	2.943	50.000
1.979	2.997	54.000
1.980	3.029	32.000
1.981	3.059	30.000

De la superficie total puede estimarse que unas 1.700.000 Has. es la superficie afectada por obras del Estado.

La superficie total cultivable en España era en 1.981 de 50.471,2 miles de Ha.

Vemos en el cuadro anterior que en los últimos 20 años la media anual es de 34.000 Has. es decir, se observa un aumento notable en esta serie - pues en los años 50 el aumento del regadío iba al ritmo de 16.000 Has. anuales.

Hay siempre una diferencia entre la superficie que entra en riego por primera vez y lo realmente regado que se incluyen en las estadísticas como "barbechos y otros terrenos no ocupados" (un 3,2% en 1980), pero este hecho requiere una explicación, ya que no se trata forzosamente de una mala ocupación del terreno, sino que obedece a otras causas y no se debe hablar de és to o de que estas superficies son una potencial reserva productiva encubierta de los regadíos españoles.

Una de las causas es el desfase entre las superficies equipadas, principalmente en planes estatales, y la entrada real y efectiva en riego de dichas superficies, ya que la propia Ley de Reforma y Desarrollo Agrario del IRYDA da un plazo de 5 años, a partir de la declaración oficial de puesta en riego de un Sector hidráulico, para alcanzar los índices de intensidad de cultivo previstos en los Planes Generales de Transformación de dichas zonas.

Otros casos típicos de desocupación de terrenos puestos en riego son:

- a) Dejar descansar el terreno cuando éste no es de buena calidad lo que se prevé en la alternativa de cultivos.
- b) Imposibilidad de riego por falta de agua en embalse o agotamiento de pozos, debido a épocas de sequía. Es el caso de lo ocurrido - en el año 1982 y en el presente año en Extremadura y Andalucía.
- c) La necesidad de dejar pasar algunos años sin cultivar terrenos salinos que han sido drenados y saneados, caso típico en los estuarios del Ebro y Guadalquivir.
- d) Esta misma necesidad en los terrenos que han sido regados con aguas salinas y que es preciso lavar con aguas pluviales por no disponerse de aguas dulces. Caso de los riegos "itinerantes" del Levante - español en zonas de riego con acuíferos sobreexplotados y por tanto salinizados.

Finalmente indicar que pese a su enorme incidencia en la formación del - PIB agrario, superficialmente el regadío es poco importante, como lo demuestra el catorce por ciento de la superficie productiva agrícola y el seis por ciento del territorio nacional.

### 3- ASPECTOS TECNICOS Y AGRONOMICOS DEL REGADIO

La distribución regional del regadío es bastante homogénea, si se exceptúa Galicia, el Norte y el País Vasco, donde la práctica del riego es casi in necesaria por razones climáticas, pero por el contrario la distribución general por provincias es muy desigual, lo que indica que, independiente del clima y del suelo, allí donde hay recursos hidráulicos están explotados.

Como hemos visto la superficie de riego aumenta de forma progresiva pero lo hace a costa de perder "intensidad" pasando cada vez en su conjunto a ser más "extensivos".

En cuanto a la distribución de cultivos según los datos del año 1981 es:

CUADRO N° 2

Distribución por grupos de cultivos en 1.981. (Fuente A.E.A. 1.983)

<u>CULTIVO</u>	<u>SUPERFICIE MILES</u>	<u>% DEL TOTAL</u>
	<u>Ha.</u>	
Herbáceos .....	2.238	73
Leñosos .....	615	20
Prados Naturales ..	<u>206</u>	<u>7</u>
Total ...:	3 059	100

Así como los cultivos leñosos y prados naturales tienen una gran rigidez y nula predisposición al cambio, los cultivos herbáceos, con el 73 por ciento de la superficie cultivada, disponen de un elevado grado de acomodación a cambios de cultivos y de adaptación a nuevas condiciones del mercado de productos agrarios sin más limitaciones que las climáticas de cada zona.

Por grandes grupos de cultivo, la distribución nacional es la que se muestra en el Cuadro N° 3.

Vemos que ocupa el primer lugar los cereales grano con cerca del 28 por ciento de la superficie, lo que evidentemente dice bien poco en favor de la intensidad media alcanzada en España en el cultivo en riego, máxime si se tiene en cuenta que los cereales de invierno, que prácticamente apenas se riegan no son típicos del riego y ocupan 522.000 Has. es decir, más del 60 por 100 del cereal.

Ocupa el segundo lugar el cultivo de forrajeras que junto con prados permanentes y el grupo de los cereales alcanzan el 50,8 por 100, lo que da el carácter "extensivo" al riego español.

El sector hortofrutícola ocupa un importante lugar en la distribución de cultivos y además de constituir un fuerte componente del sector exportador tradicional está recibiendo un gran impulso con las modernas técnicas de riego y

por su fuerte competencia en los mercados europeos constituye uno de los mayores obstáculos que algunas naciones ponen para nuestro ingreso en el Mercado Común europeo.

Es posible por tanto, con adecuadas medidas políticas como puede ser la fijación de la Ley de Fincas Manifiestamente Mejorables, transferir parte de las superficies más extensivas como el cereal invierno a otros sectores con el fin de mejorar el conjunto productivo nacional.

En cuanto al índice de intensidad de cultivo está alrededor del 1,05 y el de ocupación en 0,98 y aunque son aceptables, distan de ser altos y no alcanzan los teóricos obtenidos en los estudios de viabilidad de 82 planes nuevos de zonas regables sobre una superficie de 1.124.539 Ha.

Referente al tamaño de las explotaciones los datos que poseemos son del Censo Agrario de España de 1.972 ya que al realizarse cada diez años los censos agrarios, el del año 1.982 todavía no está disponible.

Salvando la aridez de los datos de los que se han sacado las conclusiones, podemos decir, que para el decenio considerado 1962-1972, el aumento de la superficie regada ha sido del 21% y que existe una gran parcelación pues de 1.251.356 explotaciones sólo 129.995 superan las 20 Ha. y de más de 100 - Ha. sólo hay 20.300 explotaciones de riego.

#### 4- DEMANDA DE AGUA

La magnitud de la demanda de agua para el riego es muy variable pues depende no solo del método de riego sino de la práctica del mismo, ya que la forma de cultivar, el tipo de suelo, clima, etc., varían substancialmente de un lugar a otro.

En general, el rendimiento en el riego es bastante bajo. Es práctica normal derivada de la experiencia considerar para los nuevos proyectos por gravedad un rendimiento del 60% respecto a las necesidades de evapotranspiración real de los cultivos.

En España, a efectos de planificación, se ha determinado por cuencas hidrográficas, las necesidades hídricas de los cultivos en los planes de riego. Los resultados obtenidos arrojan una media de unos 9.000 m<sup>3</sup>./Ha./año para riegos con aguas superficiales, con variaciones desde 8.200 en la cuenca del Segura a 11.000 en la del Guadalquivir.

Estos elevados consumos son debidos principalmente a las grandes pérdidas que se producen al no regar de noche y ocasionadas también por la fijación de tarifas de riego en ptas./Ha y están siendo muy reducidas en los riegos por aspersión, tanto en sus variantes tradicionales como en el sistema pivot, en que los consumos se reducen a 5 a 6.000 m<sup>3</sup>./Ha./año y bajarán aún más en los modernos riegos que se están instalando en Andalucía y Levante de riego a la demanda con tarifación por pts/m<sup>3</sup>. consumido. Y no digamos con los riegos por goteo en que los consumos están entre 2.800 y 3.000 m<sup>3</sup>./Ha/año.

## 5- FUTURO DEL REGADIO

### Recursos hídricos españoles.

España, en su conjunto, no puede considerarse como un país seco dentro del concierto mundial. La escorrentía media total (superficial y subterránea) es de unos 110.000 Hm<sup>3</sup>/año para una superficie de 500.000 Km<sup>2</sup>. lo que arroja una escorrentía específica de unos 220 mm. por año, cifra próxima a la media mundial (249 mm.) y a la europea (319 mm.).

Estos datos se refieren a la España peninsular porque en la España insular la situación es peor pues la mayor parte de los recursos hídricos son subterráneos.

Si bien considerada como unidad geográfica sus recursos naturales se estiman suficientes, sin embargo para poder disponer de ellos es necesario corregir dos graves irregularidades: en el tiempo y en espacio. El régimen de lluvias es muy desigual tanto a lo largo del año como en los ciclos. Ello ha obligado a construir un considerable número de embalses reguladores.

Esta irregularidad divide a España en dos regiones: la seca, correspondiente al Sur y la húmeda al Norte.

La política hidráulica española ha venido impuesta por lo tanto por estos dos condicionantes:

- a) La irregularidad en el tiempo que se combate con la construcción de embalses reguladores, realizados con carácter masivo en los últimos treinta años.
- b) La irregularidad en el espacio afrontada mediante los trasvases entre cuencas peninsulares, iniciada en el último decenio.

La evaluación de la superficie regable futura dependerá de tres factores.

- a) Año horizonte que se considere.
- b) Velocidad de puesta en riego.
- c) Potencial de riegos que se estime factible.

En países cuyo desarrollo económico no se planifica las superficies que se estiman se pondrán en riego no se consideran como objetivos para el desarrollo, sino que se deducen de las tendencias observadas modificadas por las expectativas de disponibilidades de agua, pero a veces se prescinde del horizonte de planificación y se supone que en algún momento todas las tierras agrícolas aptas estarían en producción gracias al riego.

Esto es lo que se hizo en los Planes de Desarrollo españoles en que se evaluó el potencial de riegos factibles considerándolo como demanda futura del sector, lo que permitió facilitar teóricamente la distribución del agua a lo largo de la geografía española, mediante los trasvases hidrográficos utilizando caudales sobrantes que no perjudiquen los usos potenciales de la cuenda cadente.

En cuanto a la velocidad de puesta en riego, cuando existe planificación económica se fija en función de la demanda de productos agropecuarios que crece en función del aumento de población, el nivel y la mejora en la distribución de la riqueza. Hay que considerar también que, con las actuales tendencias, el déficit de alimentos crecerá en casi todos los países en vías de desarrollo de forma que las importaciones alcanzarán un volumen enorme, sin posibilidad de ser financiado por los países desarrollados.

En España hay que destacar por un lado la importancia del sector agrario en el comercio exterior y por otro su situación deficitaria respecto a ciertos productos agrarios (maíz, cebada, soja, etc.) que obliga a realizar fuertes importaciones.

Por ello, en el último Plan de Desarrollo, que no ha llegado a ser puesto en práctica, se llegó a la conclusión de que era necesario una puesta en riego anual del orden de las 100.000 Has. durante los próximos diez años, para llegar a un cierto grado de autoabastecimiento en los productos deficitarios.

De acuerdo con los recursos disponibles y deducidos los que se dedican a usos industriales y domésticos, el regadío potencial se estima en 5.000.000 Has. de las que se encuentran ya explotadas unos tres millones, es decir, el 60%. Si se mantiene el ritmo previsto este techo se proyecta alcanzar para el año 2 000.

## 6. EL REGADÍO COMO SOLUCIÓN DE LOS PROBLEMAS SOCIALES DEL CAMPO

Los problemas sociales planteados en el campo, cada vez con mayor intensidad, como consecuencia de la escasez de tierras y el sobrante de mano de obra tienen en parte solución con la implantación de nuevos regadíos.

La mejora del nivel social del campesino lleva inherente el de su nivel de vida y esto sólo puede conseguirse con la mejora económica que la transformación en regadío lleva consigo.

El factor humano es decisivo en la transformación en regadío y la experiencia española demuestra que sólo se han transformado a un ritmo normal aquellas zonas en que existía este factor en cantidad y calidad.

Por ello, estimamos indispensable para el establecimiento de cualquier plan de riegos, el estudio de la mano de obra disponible para la transformación y el de los problemas sociales planteados, ya que la transformación de grandes zonas de regadío exige el desplazamiento de masas de población con los problemas que ello conlleva ya que hay que dotar a la población trasladada de nuevas viviendas y ayudas en forma de capitales de explotación.

Finalmente hay que considerar que en los regadíos lo más interesante no son las obras sino la acción, sobre el hombre, es decir, los aspectos humanos de los nuevos regadíos. En las tierras expropiadas por el Estado en las gran

des zonas regables se instalan familias, cuya selección se hace mediante juntas en las que intervienen, junto con técnicos del IRYDA, las autoridades locales y las centrales patronales y sindicales.

Dicha selección se hace fijando el lugar de procedencia de los colonos, teniendo en cuenta los problemas sociales de los pueblos y las disposiciones legales existentes, y considerando que normalmente son agricultores de secano que desconocen las técnicas de riego es necesario darles ayuda y asistencia técnicas mediante cursillos de preparación con los técnicos del IRYDA en una asistencia continuada hasta que se les entregan los títulos de propiedad.

Todas las disposiciones jurídicas que se dictan para el desarrollo de una zona regable, los medios financieros que se conceden, los problemas de habitabilidad que se plantean, los capitales que hay que anticipar para la puesta en marcha de las nuevas explotaciones, etc., no son más que un conjunto de medidas encaminadas a un fin: el hombre.

En este aspecto es curioso observar como adaptándose a él ha variado la habitabilidad en las grandes zonas regables del Estado. Al principio de los años 40 y teniendo en cuenta la poca motorización existente, el entonces Instituto Nacional de Colonización construyó la vivienda y dependencias agríco - las para los colonos en la misma parcela o lote que tenía que cultivar.

Más adelante y para atender las necesidades sociales de convivencia, escolares, sanitarias, de religión, etc. construyó pueblos del orden de 500 a - 1.000 habitantes separados 5 Km. entre sí, en los que existían todos los servicios; iglesia, ayuntamiento, grupos escolares, dispensario médico, artesana - rías, cine, bar, etc... Estos pueblos adaptados a la arquitectura local de cada zona son una nota de color y de belleza en los regadíos españoles.

Posteriormente, en nuestros días, el IRYDA para atender las inquietudes y necesidades de más relaciones sociales entre los concesionarios, está construyendo nuevas barrfadas en los pueblos antiguos, a los que potencia al mejorar sus servicios ejecutando en ellos parques. polideportivos, depuradoras de aguas, etc.. es decir, realiza una verdadera labor de mejora del medio rural.

## 7- EL REGADIO DESDE EL PUNTO DE VISTA LEGAL

La legislación española sobre las aguas ha tomado siempre un papel preminente y se conservan antecedentes muy remotos ya que el primer ordenamiento escrito de las aguas se remonta al siglo XII.

El Código de las Aguas del Rey D. Jaime I El Conquistador que data del siglo XIII, regulaba el riego de las tierras valencianas conquistadas a los árabes y establecía ya los tres principios básicos que han permanecido invariables hasta nuestro tiempo.

- a) El agua no puede ser propiedad privada, pertenece a la tierra que riega, transmitiéndose simultáneamente con ella.

- b) Su administración compete a los regantes y los órganos encargados de esta administración se forman por elección popular.
- c) El derecho al agua ha de estar condicionado a las exigencias de todos dentro de una tradición democrática pura.

Desde hace más de mil años un Tribunal de Aguas, compuesto por los regantes elegidos como jueces por los usuarios de cada acequia del río Turia, se reúnen todos los jueves al dar las doce del mediodía en la puerta de la Catedral de Valencia para dirimir los litigios y disputas que en materia de riego surgen en esta vega tradicional y sentenciar las infracciones según las ordenanzas vigentes desde su creación; la sentencia es firme y nunca se ha producido caso de rebeldía ni de apelación.

En todas las zonas regables existen Comunidades de Regantes que, mediante sus Sindicatos y Jurados de Riego elegidos democráticamente, administran el uso de sus aguas desde hace cientos de años.

La Ley de Aguas vigente, promulgada en 1879 recoge estos principios básicos tradicionales y debe su vigencia durante tan largo período al legalizar un derecho consuetudinario arraigado en la conciencia nacional.

Esta Ley de Aguas se apoya en los siguientes conceptos:

- a) Son públicas todas las aguas superficiales, y las subalveas. Son privadas las subterráneas y las pluviales que caen en los predios.
- b) El otorgamiento de una concesión por el Estado se decide en orden a una prioridad de uso establecida en la Ley.
- c) El Estado conserva el control y vigilancia de los aprovechamientos concedidos.
- d) Los usuarios de un aprovechamiento derivado de la misma toma de un cauce público obligatoriamente se agrupan en Comunidades que por delegación del Estado administran el agua.

A causa del desarrollo de la hidrología y de la aparición de modernas técnicas de aprovechamiento la Ley vigente ha quedado muy anticuada y sobre todo no tiene en cuenta la moderna concepción de la unidad del ciclo hidrológico y la dependencia que hay entre las aguas superficiales y privadas. Por ello, el actual Gobierno está redactando un nuevo texto de la Ley de Aguas que será remitido en el próximo año a las Cortes.

La primera ley fundamental de auxilios al pequeño regadío (menor de 200 Ha.) es de 7 de Julio de 1905 y consistían en subvenciones no teniendo aplicación hoy día debido a la escasa cuantía de éstas (350 ptas/Ha.),

En la Ley de 7 de Julio de 1911 se contemplan tres formas de ejecución de obras de regadío:

- 1º) Por el Estado con el auxilio de las entidades interesadas.
- 2º) Por asociaciones o empresas con auxilio del Estado.



3<sup>a</sup>) Por cuenta exclusiva del Estado.

Actualmente sólo se emplean las formas 1<sup>a</sup> y 3<sup>a</sup> ya que las 2<sup>a</sup> al limitar se la ayuda del Estado a la cantidad máxima de 400 pts./Ha. es inoperante.

En la primera modalidad la subvención máxima es del 50% con una aportación mínima de los beneficiarios del 10% durante la ejecución de las obras.- El anticipo deberá reintegrarse en 25 años a partir de 1 a 5 años de la terminación de las obras al interés anual del 1,5%.

En la tercera, el Estado aporta la totalidad de la inversión necesaria. Las obras correspondientes al Ministerio de Obras Públicas y Urbanización - que son las que regulan esta Ley, se reintegran mediante tarifas progresivas a partir de los dos años de la entrada en servicio del regadío. Las correspondientes a las realizadas por el IRYDA reguladas por su propia Ley se reintegran en cinco años para los propietarios y en 20 años para los colonos, to dos a partir del 5<sup>a</sup> año de la declaración en puesta en riego de la zona.

A partir del año 1939 con la creación del Instituto Nacional de Colonización el 10-10-1939 los nuevos regadíos reciben un gran impulso. Su labor se apoyó principalmente en la Ley de Bases de 26 de Diciembre de 1939 sobre Colonización de Grandes Zonas y la Ley de 21 de Abril de 1949 sobre colonización y distribución de la propiedad de las zonas regables, complementadas - con otras 17 leyes. La creación por Ley 35/1971 de 21 de Julio del Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario de 12-1-73, texto que refunde 31 disposiciones con rango de ley que regulaban la acción del Instituto Nacional de Colonización. Esta Ley es una de las normas más importantes que rigen en nuestro país y constituye uno de los instrumentos jurídicos más eficaces pues tos al servicio de la agricultura y de la reforma de sus estructuras.

La Ley de Bases del año 39 estableció unos principios que se conservan inalterados en la nueva ley y que es prueba evidente del acierto y sentido - realista de ella. Estos son:

- Delimitación administrativa de un gran área geográfica.
- Transformación integral de la zona delimitada con señalamiento de - las obras a realizar.
- Obligación del Instituto a realizar las obras de interés general.
- Facultad de expropiación a favor del Instituto de las tierras preci - sas para cumplir su fin social, previa valoración contradictoria y - pago del justiprecio en moneda de curso legal.
- Creación de explotaciones familiares.
- Fijación de cultivos y producciones a obtener en la zona.

La Ley de Reforma y Desarrollo Agrario persigue una pluralidad de objeti vos. Colonización de Grandes Zonas de Regadíos, adquisición de fincas para - su distribución, auxilios de Colonización de interés social, Concentración - Parcelaria, Ordenación Rural, etc ., todo ello como base para una reforma agraria cuyo objetivo final es la empresa, individuales o asociativas y el hombre.

Por referirse al tema que tratamos comentaremos brevemente el Libro III de dicha Ley que regula las actuaciones del IRYDA en las grandes zonas de regadío.

Las características de la actuación del Instituto en estas grandes Zonas son las siguientes:

- 1<sup>a</sup> Que dicha actuación sea declarada de interés nacional por el Gobierno
- 2<sup>a</sup> Que se realice en dichas Zonas una profunda transformación económico-social o sea, cambio del sistema productivo de la tierra y redistribución de la misma creando nuevas explotaciones.
- 3<sup>a</sup> Que las transformación exija obras de gran importancia que superen la capacidad privada.

Las obras se clasifican en la Ley de interés general, de interés común, de interés agrícola privado y obras complementarias.

Las de interés general se realizan por el Estado y son totalmente subvencionadas. Las de interés común son también realizadas por el Instituto, subvencionadas en su 40%. Las de interés agrícola privado son realizadas por los propietarios con auxilios económicos del Instituto, salvo las correspondientes a los colonos que se realizan por el Estado. Las obras complementarias se ejecutan a petición de estos concesionarios por el Instituto.

Finalmente indicaremos que la política de regadíos española se lleva a través de Organismos autónomos: las Confederaciones Hidrográficas de las diferentes cuencas de los ríos, dependientes del MOPU y el Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario (IRYDA) perteneciente al MAPA.

Las Confederaciones y el IRYDA, mediante Planes Coordinados conjuntos desarrollan y ejecutan las obras de riego de las grandes zonas regables, pero además el IRYDA desarrolla una gran labor de auxilio a los regadíos privados mediante la adecuada legislación. En ella se subvencionan las obras con el 20% del importe del presupuesto y se conceden préstamos hasta el 70% de éste al 11% de interés, reintegrables en 10 años.

Como demostración de esta labor de ayuda a la iniciativa privada, en los cuadros N<sup>o</sup> 4 y 5 se reflejan las superficies auxiliadas desde la creación del Instituto Nacional de Colonización, que totalizan 574.991 Has. en los nuevos regadíos mejorados.

CUADRO N.º. 5  
(Fuente IRYDA)

Regadíos mejorados por la iniciativa privada con ayuda del IRYDA (Ha.

<u>Años .</u>	<u>Líneas ordina rias. (Sólo préstamo)</u>	<u>R. Decreto - 2499/76 (Subvención)</u>	<u>R. Decreto - 1616/78 y -- 1200/81.</u>	<u>Total.</u>
1968	3.127	-	-	3.127
1969	4.881	-	-	4.881
1970	3.995	-	-	3.995
1971	4.562	-	-	4.562
1972	4.623	-	-	4.623
1973	14.071	-	-	14.071
1974	17.276	-	-	17.276
1975	17.426	-	-	17.426
1976	17.014	-	-	17.014
1977	12.121	38.956	-	51.077
1978	8.663	36.335	-	44.998
1979	9.784	6.909	46.294	62.987
1980	15.933	-	18.894	34.827
1981	14.800	-	16.200	31.000
<b>TOTAL:</b>	<b>148.276</b>	<b>82.200</b>	<b>81.388</b>	<b>311.864</b>

CUADRO Nº. 4  
(Fuente IRYDA).

Superficie transformada en regadío por la iniciativa privada con ayuda del IRYDA (Ha.)

<u>Año.</u>	<u>Líneas ordinarias (sólo préstamos)</u>	<u>R. Decreto -- 2499/76 (con subvención) .</u>	<u>R. Decretos -- 1616/78 y -- 1200/81 .</u>	<u>T o t a l</u>
Hasta 1968	283.025	-	-	283.025
1969	15.172	-	-	15.172
1970	15.994	-	-	15.994
1971	18.284	-	-	18.284
1972	18.309	-	-	18.309
1973	14.920	-	-	14.920
1974	15.236	-	-	15.236
1975	16.912	-	-	16.912
1976	17.519	-	-	17.519
1977	15.390	20.956	-	36.346
1978	9.286	40.472	-	49.758
1979	6.080	9.296	17.065	32.441
1980	9.227	105	25.128	34.460
1981	5.054	-	1.561	6.615
<b>TOTAL:</b>	<b>460.408</b>	<b>70.829</b>	<b>43.754</b>	<b>574.991</b>

ABREVIATURAS UTILIZADAS

O.P.E.R.	Obras puestas en riego.
M.O.P.U.	Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo
I.N.C.	Instituto Nacional de Colonización
I.R.Y.D.A.	Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario.
M.A.P.A.	Ministerio de Agricultura , Pesca y Alimentación.
P.I.B.	Producto Interior Bruto.
A.E.A.	Anuario Estadístico de Agricultura.

BIBLIOGRAFIA

- Anales del 1<sup>er</sup> Congreso Nacional de Ingeniería Agronómica. Madrid Mayo de 1950.
- La lucha por el agua en Aragón. Francisco de los Ríos Romero. Ministerio Agricultura IRYDA.
- Comentarios a la Ley de Reforma y Desarrollo Agrario. Ministerio de Agricultura. IRYDA. Madrid 1975.
- Estructura económica de Andalucía. Infraestructura de regadío. Ricardo Grande Covián. Sevilla, Febrero 1979.
- Panorama actual de los regadíos andaluces y su futuro. Ricardo Grande Covián. Sevilla, Febrero 1979.
- El agua en España. Centro de Estudios Hidrográficos del MOPU. Madrid, Noviembre de 1977.
- Presente y Futuro del regadío en España. Juan Manuel Pazos Gil. Agricultura y Sociedad N<sup>o</sup> 22.
- Manual de estadística Agraria 1983. M.A.P.A.





**VII SEMINARIO  
LATINOAMERICANO  
DE IRRIGACION**

**SANTIAGO DE CHILE, 28 DE NOVIEMBRE  
AL 2 DE DICIEMBRE DE 1983**

**DOCUMENTO B-9**

✓  
**INFORME NACIONAL DE GUATEMALA**

**Por: Ing. Carlos de León Prera(\*)**

---

**(\*) Director General de Servicios Agrícolas - Ministerio de Agricultura ,  
Ganadería y Alimentación.**





## INTRODUCCION

En Guatemala, el Sector Agropecuario es importante en el marco de la actividad económica global, tanto por la generación del Producto Interno Bruto, por la ocupación de la población económicamente activa y la generación de divisas. Así también, por la provisión de alimentos para la población y de materia prima para la industria nacional.

Es característica común de los países en vías de desarrollo, la existencia de una brecha entre disponibilidades y requerimientos de alimentos. Esta brecha, que tiende a ensancharse más debido al estancamiento del Sector Agropecuario y al crecimiento de la población; puede ser disminuida vía la incorporación de tierras a la agricultura con riego y/o drenaje. En el país efectivamente existen grandes posibilidades sobre el particular.

El desarrollo del riego y el drenaje en el país es incipiente, ya que cubre una pequeña porción de la superficie cultivada y de la superficie potencialmente regable. Así también, el aporte de la producción agropecuaria generada con riego y drenaje es reducido.

El incremento de la superficie explotada con riego y drenaje, ha aumentado como resultado del establecimiento de nuevos sistemas, principalmente por parte del sector privado, ya que el Sector Público ha presentado poco dinamismo en este sentido, como resultado directo de falta de planificación a largo plazo y a la crisis económica nacional y mundial.

Los cultivos practicados en las áreas bajo riego, guardan relación con los practicados a nivel general del país, destacándose por la superficie cultivada y los aportes al valor de la producción o bien por su importancia en la dieta alimenticia de la población, los cultivos de café, caña de azúcar, maíz, algodón, tabaco y tomate.

Es importante señalar, que el Sector Público Agropecuario, está haciendo importantes esfuerzos por desarrollar la agricultura bajo riego y/o drenaje. Estos esfuerzos están orientados al estudio y preparación de proyectos nuevos y consolidación de sistemas en operación; obtención de financiamiento externo para su consolidación; asistencia técnica en áreas de riego operadas por el Estado; y la prestación de servicios de apoyo a la producción a los usuarios de los sistemas existentes.

Las limitaciones con respecto a la disponibilidad de información estadística principalmente sobre producción agrícola con riego y drenaje; no han permitido satisfacer en un cien por ciento, el contenido de la guía para los informes nacionales, preparada para el presente Seminario; sin embargo, en éste se aporta la información básica que refleja la situación actual del riego y drenaje en Guatemala y las posibilidades que tiene de desarrollarse en el futuro.

1. INFORMACION GENERAL

1.1 Tierras.

La superficie total del país es de 10 888.9 miles de hectáreas ( 108 889 Km<sup>2</sup>, sin incluir el territorio de Belice); de esta superficie, 5 196 miles de hectáreas, 47.7% del total son tierras aptas para la agricultura ( incluyendo pastos cultivados y plantaciones forestales). Las tierras aptas para agricultura con riego drenaje se estiman en 1 277.5 miles de hectáreas, 24.5% de la superficie apta para la agricultura.

1.2 Aguas Superficiales y Subterráneas.

1.2.1 Aguas Superficiales.

El territorio nacional comprende 3 vertientes; la del Océano Pacífico, la del Mar de Las Antillas y la del Golfo de México. La del Mar de Las Antillas es la que mayor superficie del territorio nacional comprende y la del Golfo de México la de mayor descarga anual. En el cuadro No. 1 se presentan la superficie, el volumen promedio anual de descarga y el número de estaciones hidrométricas.

Cuadro No. 1

GUATEMALA: Vertientes, Superficie y Número de Estaciones Hidrométricas.

VERTIENTES	SUPERFICIE Kms. <sup>2</sup> a/ 1/	% DEL PAIS	VOLUMEN $\bar{X}$ DE DESCAR GA ANUAL (MILES DE MILLONES DE M <sup>3</sup> .) 2/	% DEL PAIS	No. DE ESTACIONES HIDROMETRICAS 3/
TOTAL	131 793	100.0	94.0	100.0	109
Pacífico	23 990	18.2	16.8	17.0	59
Mar de Las Antillas	57 005	43.3	16.7	17.8	20
Golfo de México	50 803	38.5	60.5	64.3	30

a/ Incluye 22 904 kilómetros cuadrados de Belice.

FUENTE: 1/ Mapa de Cuancas de la República de Guatemala, escala 1: 500 000. IG Guatemala 1973.

2/ Plan Maestro de Electrificación. Estudio de los Recursos Hidroeléctricos, Vol. II. INDE. Guatemala. 1975.

3/ Boletines Hidrológicos INSIVUMEH e INDE. Guatemala. 1978, 1979 y 1980.

El río Usumacinta es el más grande, tanto en la vertiente del Golfo de México como del territorio nacional, su volumen promedio de descarga anual es de 59.1 miles de millones de m<sup>3</sup>. y su gasto promedio anual de 1 874.4 m<sup>3</sup>/seg, le siguen en su orden, el río Motagua, Polochic y Sarstún de la vertiente del Mar de Las Antillas; y Suchiate y Coyolate de la vertiente del Océano Pacífico. En e

cuadro No. 2, se presenta el volumen promedio de descarga y los gastos diarios máximos, mínimos y medios de los ríos más importantes del país.

Cuadro No. 2

GUATEMALA: Volumen Promedio de Descarga, Gastos Promedio Anual, Diarios Mínimo y Máximos

VERTIENTES Y RIOS	VOLUMEN $\bar{X}$ DE DESCARGA ANUAL (Miles de Millones M <sup>3</sup> .)	GASTO $\bar{X}$ ANUAL M <sup>3</sup> /seg.	GASTO DIARIO	
			MAXIMO M <sup>3</sup> /seg.	MINIMO M <sup>3</sup> /seg.
<b>TOTAL PAIS</b>	<b>94.0</b>			
<b>PACIFICO</b>	<b>16.0</b>	-	-	-
Costán	0.1	3.0	94.7	0.5
Suchiate	2.8	88.4	812.7	0.9
Naranjo	0.6	17.9	-	-
Ocosito	1.9	60.5	-	-
Samalá	0.7	21.7	287.0	2.9
Sis-Icán	1.4	46.7	2 970.0	0.4
Nahualate	2.0	64.1	766.0	0.3
Atitlán	-	-	-	-
Madre Vieja	0.6	18.7	-	-
Coyolate	2.6	81.7	212.0	5.1
Acoma	0.5	15.4	149.0	-
Achiguate	-	-	-	-
María Linda	0.7	23.4	691.5	4.3
Paso Hondo	-	-	-	-
Los Esclavos	0.7	21.6	366.6	1.1
Paz	1.4	43.6	611.0	2.8
Ostúa-Güija	0.8	26.2	1 592.7	1.1
<b>MAR DE LAS ANTILLAS</b>	<b>16.7</b>	-	-	-
Motagua	7.5	238.4	-	7.8
Polochic	4.0	128.0	-	20.3
Sarstún	3.8	119.5	31.9	13.9
Mopán	1.4	44.0	868.5	2.4
<b>GOLFO DE MEXICO</b>	<b>60.5</b>	-	-	-
Cuilco	0.6	18.3	531.3	2.1
Selegua	0.8	27.1	678.0	959.0
Usumacinta	59.1	1 874.4	-	-

FUENTE: Plan Maestro de Electrificación. Estudio de los Recursos Hidroeléctricos Volumen II. INDE . Guatemala 1975.

### 1.2.2 Aguas Subterráneas.

La investigación hidrogeológica en Guatemala se ha realizado en su mayor

parte en rocas volcánicas, atendiendo a que gran parte de la población se encuentra asentada en el altiplano del país.

Las condiciones topográficas de esta zona, determinan un almacenamiento superficial reducido, especialmente por las grandes pendientes y el régimen torrencial durante la época de estiaje, los caudales de los ríos se reducen considerablemente dando como origen a un flujo base relativamente pequeño.

Las evaluaciones realizadas del potencial del agua subterránea en algunas cuencas del altiplano guatemalteco, muestran que existen reservas importantes de agua subterránea que pueden explotarse, además la calidad tiene normalmente condiciones favorables.

Los resultados de las investigaciones realizadas por el INSIVUMEH; han proporcionado los elementos necesarios para conocer las condiciones del movimiento y almacenamiento del agua subterránea en el altiplano, previéndose para el futuro ampliar dichas investigaciones a otras áreas que tengan características hidrogeológicas diferentes.

El régimen de las lluvias y las características morfológicas de las cuencas hidrográficas definidas en el altiplano de Guatemala, determinan un bajo almacenamiento por las grandes pendientes y un régimen con caudales de crecida relativamente altos.

Los departamentos comprendidos en esta investigación son: San Marcos, Quezaltenango, Totonicapán, Sololá, Chimaltenango, Sacatepequez; Guatemala, Santa Rosa, Jutiapa, Sur de El Quiché y Sur de Jalapa.

Hasta ahora no existen evaluaciones de aguas subterráneas a nivel nacional. El potencial estimado de ésta y la recarga anual en las zonas hasta ahora estudiadas se presentan en el cuadro No. 3

Cuadro No. 3

GUATEMALA: Potencial Estimado y de Recarga Anual de Aguas Subterráneas en Areas Estudiadas

- En Miles de Millones de M<sup>3</sup>. -

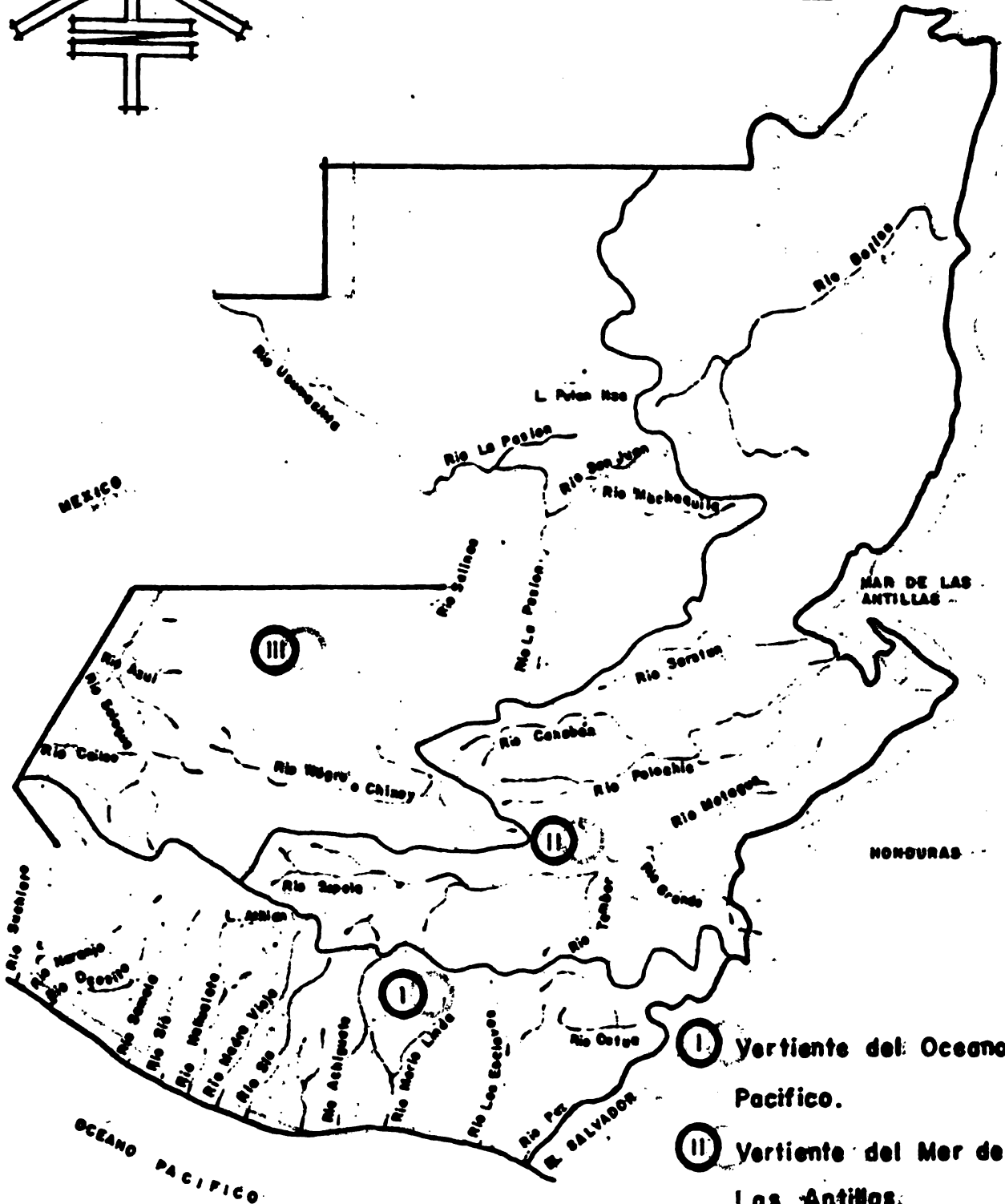
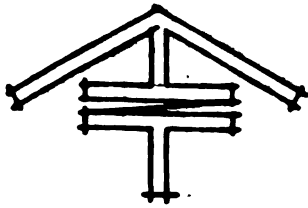
C U E N C A	TOTAL ANUAL	RECARGA ANUAL
Valle de la Ciudad de Guatemala	0.106	0.096
Valle de Quezaltenango	0.131	1/
Valle de Antigua Guatemala y Chimaltenango	0.095	1/

1/ No existe información.

NOTA: No se tienen datos a nivel de vertientes y país.

FUENTE: Exploración del agua subterránea en el Altiplano guatemalteco. Trabajo presentado ante el VII Congreso Nacional de Ingeniería. Guatemala 1982.

**GUATEMALA**  
**VERTIENTES Y PRINCIPALES RIOS DEL PAIS**



- I** Vertiente del Océano Pacífico.
- II** Vertiente del Mar de las Antillas.
- III** Vertiente del Golfo de México.

### 1.2.3 Uso de las Aguas.

En el país no se tienen evaluaciones sobre los volúmenes de aguas en los diferentes usos, tanto consuntivos como no consuntivos. Sin embargo; el mayor volumen utilizado es para uso poblacional, siguiéndole el uso agropecuario principalmente riego; entre los usos no consuntivos el de las hidroeléctricas es el más importante.

En el país no existen embalses con fines de riego, todos los sistemas de riego existentes son derivaciones simples en corrientes superficiales y bombes de aguas superficiales y subterráneos.

### 1.3 Propiedades Agrícolas.

El número de propiedades agrícolas excepto aquellas menores de 1 cuerda (0.04 Has.), según datos del III Censo Nacional Agropecuario es de 531 623; con una superficie total de 4 105.2 miles de hectáreas y una superficie promedio de 7.7 hectáreas por finca. En el cuadro No. 4 se presenta el número y superficie de las fincas agrícolas.

Cuadro No. 4

GUATEMALA: Número y Superficie de Fincas Agrícolas 1979.

CLASES DE FINCAS	NUMERO DE FINCAS		SUPERFICIE MILES/HAS.		SUPERFICIE PROMEDIO EN HAS.
		%		%	
TOTAL:	531 623	100.00	4 105.2	100.0	7.7
Microfincas <sup>1/</sup>	166 724	31.4	55.3	1.3	0.3
Subfamiliares	301 736	56.8	622.0	15.2	2.1
Familiares	49 509	9.3	779.6	19.0	15.7
Multifamiliares Medianas	13 176	2.4	1 814.3	44.2	137.7
Multifamiliares Grandes	478	0.1	834.0	20.3	1 744.8

<sup>1/</sup> No incluye fincas menores de 1 cuerda.

FUENTE: III Censo Nacional Agropecuario, Dirección General de Estadística, Guatemala 1979.

### 1.4 Población.

#### 1.4.1 Población Total, Localización y Crecimiento.

La población en 1981, año del último censo de población; fué de 7 201 940 habitantes, de los cuales 2 865 308 que representa el 39.8% se localiza en el área urbana y 4 336 632, 60.2% del total, se localizan en el área rural. La tasa de crecimiento para el período 1973-1981 fué de 6.3% en el área urbana y 3.0% en el área rural.

1.4.2 Población Económicamente Activa.

La población económicamente activa en 1981 fué de 2 137 642, representando el 29.7% de la población total. La PEA dedicada a la agricultura fué de 1 112 519, representando el 52% del total de la PEA.

1.5 Producto Interno Bruto.

El sector agrícola tiene una alta participación en la generación del producto interno bruto, la cual en 1970 fué de 27.3%, en 1975 28.0%, en 1979 25.4%, en 1980 24.8% y en 1981 ( último año con información disponible), 25.0%; si bien su importancia relativa tiende a disminuir, su participación absoluta aumenta.

1.6 Area Total Cultivada con Riego y/o Drenaje.

El área total cultivada en el país en 1979 fué de 1 159.2 miles de hectáreas. El área cultivada con riego fué de 120.5 miles de hectáreas, que representa el 10.4% del área cultivada. Con drenaje exclusivamente no se cultiva en el país. El valor de la producción generado con riego representó el 14.1% y 15.6% de la producción agrícola nacional, en 1975 y 1979 respectivamente. Cuadro No. 5.

1.7 Cultivos en Areas de Secano o Temporal.

En las áreas de secano o temporal ( 1 038.7 miles de hectáreas), se explotan principalmente los cultivos de maíz, café, algodón, caña de azúcar, frijol y trigo; de los cuales el primero y los dos últimos forman parte importante en la dieta alimenticia de la población, y los otros son los principales productos de exportación del país. El orden de importancia es con respecto a la superficie cultivada. Con respecto al Valor de la Producción, el café y el algodón son los más importantes, le siguen en su orden el maíz, la caña de azúcar, el frijol y el trigo, cuadro No. 6.

Cuadro No. 5

GUATEMALA: Area Cultivada y Valor de la Producción Agrícola con Riego y/o Drenaje.

C O N C E P T O	A N O S	
	1 975	1 979
Area cultivada en el país. ( en miles de hectáreas	-	1 159.2
Area cultivada con riego y/o drenaje ( miles hectáreas)	97.3	120.5
Area cultivada con riego ( miles de hectáreas)	97.3	120.5
Area cultivada con drenaje ( miles hectáreas)	-	-
Valor de la Producción Agrícola ( millones US&)	1 652.7	1 228.11/
Valor de la Producción bajo riego ( millones US&)	231.6	191.31/
Porcentaje del valor de la producción agrícola con riego y/o drenaje sobre el total	14.1	25.6

NOTA: No incluye Pastos

1/ 1975 año base

FUENTE: Estimaciones DIRYA y cifras preliminares III Censo Nacional Agropecuario. Dirección General de Estadística 1979.

## GUATEMALA: Principales Cultivos en Areas de Secano 1 979

C O N C E P T O	MAIS	CAFE	ALGODON	CAÑA	FRIJOL	TRIGO
Area cultivada ( miles de hectáreas)	471.0	206.2	126.0	70.0	39.1	26.0
Rendimiento unitario (Tonelada/Hectárea)	1.2	2.8	4.1	45.4	0.6	1.3
Volumen de Producción (miles de Toneladas)	565.2	577.4	516.6	3 178.0	23.5	33.8
Valor (Millones de US\$ ) 1/	67.5	595.8	225.3	32.7	9.3	6.0
% del Area sobre el Area Total del País	4.3	1.9	1.2	0.6	0.4	0.2
% del Area sobre el Area Total de Secano del País	45.3	19.8	12.1	6.7	3.8	2.5
% del Valor de Producción sobre el Valor de Pro - ducción del País	3.7	32.3	12.2	1.7	0.5	0.3
% del Valor de Producción sobre el Valor de Pro - ducción en Secano en el país	4.3	38.3	14.5	2.1	0.6	0.4

1/ Año base 1975.

FUENTE: Estimaciones DIRYA con datos preliminares del III Censo Nacional Agropecuario, Dirección General de Estadística, 1979.



1.8 Cultivos en Areas con Riego y/o Drenaje.

En las áreas con riego y/o drenaje públicas y privadas, se explota principalmente los cultivos de café, algodón, caña de azúcar, maíz, tomate y tabaco. El café, algodón y caña de azúcar se explota en sistemas de riego privados, mientras que el maíz en los sistemas públicos principalmente; y el tomate y tabaco en ambos sistemas. En los sistemas públicos, se cultivan en cantidad considerable hortalizas para consumo fresco, el tomate, pepino y chile son los más importantes. El porcentaje del área cultivada con riego y/o drenaje con respecto al área total cultivada en el país es pequeña, al igual que el valor de la producción generada, cuadro No. 7.

1.9 Principales Productos Agrícolas de Exportación e Importación.

Los principales productos agrícolas de exportación del país, han sido tradicionalmente el café, el algodón, el banano, la caña de azúcar y el cardamomo. En los últimos años este último ha subido de importancia después del café y el algodón.

Los principales productos agrícolas que se importan son: maíz, frijol, sorgo, trigo y arroz. Estos productos constituyen parte fundamental de la dieta alimenticia de la población y el sorgo es insumo importante en la producción pecuaria.

1.10 Destino de la Producción Agrícola Nacional.

La producción agrícola nacional es destinada principalmente a la exportación, más del 50% de la misma ha tenido este destino, alrededor del 30% se destina al consumo interno y alrededor del 15% a la agroindustria. Lo anterior guarda relación estrecha con la importancia que los cultivos tienen en las áreas de secano y de riego. Cuadro No. 8.

Cuadro No. 7

GUATEMALA: Principales Cultivos en Areas con Riego 1979

CONCEPTO	MAIZ	CAFE	ALGODON	CAÑA	TABACO	TOMATE
Area cultivada (miles de Hectáreas)	16.1	42.3	13.8	29.8	2.6	2.1
Rendimiento Unitario Toneladas/Has.)	1.5	3.1	4.6	70.4	1.4	9.2
Volumen de la producción (miles de toneladas)	24.2	131.1	63.5	2 097.9	3.6	19.3
Valor (millones de US\$) 1/	2.9	134.9	27.9	21.6	2.7	1.5
Porcentaje del área sobre el área total cultivada en el país	1.4	3.6	1.2	2.6	0.2	0.2
Porcentaje del área dedicada al cultivo sobre el área total cultivada en áreas con riego y/o drenaje	13.4	35.1	11.5	24.7	2.2	1.7
Porcentaje del valor de producción sobre el valor total de producción del país	0.2	7.3	1.5	1.2	0.1	0.1
Porcentaje del valor de producción sobre el valor de producción en áreas con riego y/o drenaje en el país	1.0	47.0	9.7	7.5	0.9	0.5

1/ Año base 1975.

FUENTE: Estimaciones DIRYA con datos preliminares del IIICenso Agropecuario, Dirección General de Estadística 1979.

Cuadro No. 8

GUATEMALA: Destino de la Producción Agrícola Nacional  
- Cifras Relativas -

DESTINO DE LA PRODUCCION	1970	1975	1978	1979	1980
Exportación	50.9	51.8	52.4	54.5	54.3
Consumo Interno	37.8	32.8	31.2	30.8	30.6
Consumo Industrial	11.3	15.4	16.4	14.7	15.1

FUENTE: Estudios Económicos y Memorias de Labores, Banco de Guatemala, años 1970-1981.

2. AREAS CON RIEGO Y/O DRENAJE.

2.1 Áreas Comprendidas en los Sistemas de Riego Públicos o Privados.

El desarrollo del riego en el país es incipiente, ya que es una pequeña porción del área con potencialidad para ser regada la que está siendo explotada bajo este régimen.

En efecto, la superficie bajo riego (pública y privada) en 1970 se estimó en 64.6 miles de hectáreas, en 1975 en 97.3 miles y en 1979 en 120.5 miles, representando el 5.0, 7.6 y 9.4% de la superficie apta para la agricultura con riego y drenaje.

Los sistemas de riego contruídos y operados por el Estado, representan el 7.9, 17.8 y 14.4% del total del área regada en 1970, 1975 y 1979 respectivamente. El área establecida y manejada por el Sector Privado es substancialmente mayor a la del Sector Público, Cuadro No. 9.

Cuadro No. 9

GUATEMALA: Área Comprendida en los Sistemas de Riego Públicos y Privados

CONCEPTO	AÑOS		
	1970	1975	1979
Área Neta de riego y/o drenaje contruídos y operados por el Estado ( Has. )	5.1	17.3	17.4
Área Neta con riego y/o drenaje establecida y manejada por el Sector Privado.	59.5	80.0	103.1
Porcentaje del área neta pública con riego y/o drenaje sobre el área neta total con riego y/o drenaje en el país	7.9	17.8	14.4
Porcentaje del área neta privada con riego y/o drenaje sobre el área neta pública con riego y/o drenaje	1166.7	462.4	592.5

FUENTE: III Censo Nacional Agropecuario, Dirección General de Estadística, 1979 y Estimaciones DIRYA.

## 2.2 Sistemas de Riego y/o Drenaje Públicos en Servicio.

En Guatemala existen 26 sistemas de riego construidos y operados por el Estado, cubriendo una superficie neta de 17 400 hectáreas, las cuales están dotadas de infraestructura de riego y drenaje ( de excedentes de agua de riego solamente) - hasta la orilla de las propiedades agrícolas, no así a nivel de éstas. La inversión realizada es de US\$ 15.4 millones. En drenaje exclusivamente, solo se cuenta con la experiencia de un sistema de 1 000 hectáreas, el cual fué construida por el Estado, pero no es operado por éste. El drenaje es un campo en el que el país no ha desarrollado mayor actividad.

Como puede observarse con la información anterior, el riego tiene un desarrollo incipiente y tiene grandes posibilidades de desarrollo en el futuro, al igual que el drenaje.

La capacidad máxima de captación de los sistemas de riego públicos es de - 14.86 m<sup>3</sup>/seg., de los cuales 10.56 m<sup>3</sup>/seg se conducen por gravedad y 4.3 m<sup>3</sup>/seg. mediante bombes.

El número total de propiedades agrícolas que comprenden los sistemas de riego públicos es de 1 825. Los usuarios de riego son 3 012, entre propietarios arrendatarios y medianeros.

En administración, operación y conservación de las unidades de riego, laboran 60 personas entre profesionales ( Ingenieros Agrónomos) y Técnicos Auxiliares. Este personal realiza funciones de administración y operación y son los responsables también de la conservación y mantenimiento de las obras y equipos. Así también, laboran 642 personas en actividades de campo, en la operación ( canaleros y peones) y conservación de los sistemas ( albañiles, carpinteros, etc).

Los sistemas de riego públicos no han cobrado ningún tipo de tarifa de agua, ni para recuperar las inversiones, ni para cubrir los costos de la administración, la operación y conservación de los sistemas. En los últimos años se ha legislado para realizar tales cobros, la última tarifa fijada por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, es de 51.50 dolares por hectárea ( US\$ 36/Mz./ año) 1/; la cual puede ser modificada periódicamente. Algunos sistemas estaban exentos del cobro de estas tarifas por razones sociales. Disposiciones posteriores dejaron en suspenso el cobro de las tarifas.

La suma total de los montos presupuestados en 1982 para la administración, operación y conservación de los sistemas públicos de riego fué de US\$ 1 483 754. Al cobrarse en todos los sistemas se hubiese tenido un porcentaje de auto suficiencia económica de 60.4%.

En los sistemas de riego públicos, estaban dedicadas en 1982 a cultivos anuales 5 565 hectáreas, 1 114 hectáreas estaban dedicadas a a cultivos permanentes.

---

1/ 1 Quetzal (Q) = 1 Dólar ( US\$ )

El índice promedio del uso de la tierra, incluyendo la superficie dedicada a pastos para los cinco últimos años son los siguientes:

1978	.....	78%
1979	.....	67%
1980	.....	54%
1981	.....	65%
1982	.....	61%

El valor total de la producción agropecuaria para el año 1982 en los sistemas públicos fué de US\$ 13 064 754.

2.3 Sistemas, Proyectos o Distritos de Riego y/o Drenaje en Proceso de Construcción con fondos públicos.

La construcción de sistemas de riego con fondos públicos se ha estancado en el país, debido principalmente a los problemas financieros por los que éste atraviesa y a las dificultades en la obtención de financiamiento externo, en el marco de la crisis económica mundial.

En razón de lo anterior, solamente se está construyendo un sistema de riego que abarca una área neta de 300 hectáreas, la que se beneficiará con infraestructura de riego y drenaje, la capacidad de captación es de 0.4 m<sup>3</sup>/seg; la red de riego tiene una longitud de 18.3 kilómetros. El número de propiedades agrícolas es de 165 y de usuarios 218, entre propietarios, medianeros y arrendatarios. El costo actualizado de este proyecto es US\$ 1 142 910.

Tal como puede apreciarse, la construcción de nuevos sistemas no es significativa actualmente y su impacto en la situación de la agricultura en general y de irrigación en particular es también poco significativa.

2.4 Sistemas, Proyectos o Distritos de Riego y/o Drenaje que actualmente, se encuentra a nivel de estudios de factibilidad y/o definitivas financiadas con fondos públicos.

Actualmente se cuenta con estudios de factibilidad para 3 proyectos de riego y drenaje, que cubrirán un área neta de 9 600 hectáreas a un costo estimado de US\$ 19 423 000, cuadro No.10.

Cuadro No. 10

GUATEMALA: Proyectos de Riego y/o drenaje con Estudios de Factibilidad y definitivos.

Sistemas de riego y/o drenaje con estudios de factibilidad (NO.)	3
Área total a ser beneficiada en infraestructura de riego y/o drenaje en el total de proyectos (Has.)	9 600
Capacidad máxima de captación prevista para los proyectos (M <sup>3</sup> /seg.)	13
Número total de predios que se beneficiarían con el total de proyectos	777
Número total de usuarios previstos para el total de proyectos	992
Monto de proyectos ( US\$ )	19 423 000
Valor incremental anual estimado de la producción agrícola que se obtendría al culminarse la construcción y desarrollo del total de proyectos ( miles de US\$ )	14 680.3
Porcentaje del valor incremental anual presente sobre el valor de la producción sin los proyectos	521.9

FUENTE: Estimaciones DIRYA 1983.

Actualmente se ha solicitado financiamiento al Banco Interamericano de Desarrollo, para la ejecución de un segundo programa de riego y drenaje 1/, el cual - contempla la construcción de 2 de los 3 proyectos con estudio de factibilidad y la consolidación (mejora) de 6 sistemas en operación.

2.5 Sistemas, Proyectos o Distritos de Riego y/o Drenaje que Cuentan con Estudios de Menor nivel que el de Factibilidad. Financiados con fondos públicos.

Actualmente se encuentran identificados y en proceso de estudio en niveles menores de factibilidad un total de 7 proyectos, que comprenden un área neta de 30 115 hectáreas, las cuales de tener factibilidad técnica y económica; y contar con financiamiento serían ejecutados, impactando significativamente en el desarrollo de la agricultura de irrigación del país. Cuadro No. 11.

Estos proyectos presentan algunas dificultades técnicas para su estudio y requieren de inversiones mayores a las que hasta ahora se han realizado, pero el país habrá de realizar esfuerzos para la finalización de éstos y su ejecución antes del año 2 000.

2.6 Métodos de Riego.

Se estima que un 80% de la superficie total que se riega, en unos 96.4 miles de hectáreas se hace con riego superficial, el 20% restante, 20.1 miles de hectáreas, se riegan principalmente por aspersión. La superficie regada por goteo y otros métodos es poco significativa.

2.7 Metas Previstas o Estimadas para los Años 1 990 y 2 000 Referentes a Areas Totales con Facilidades de Riego y/o Drenaje.

En el país no se cuenta con planificación a largo plazo sobre riego y drenaje, por lo que los sistemas hasta ahora construidos, han sido resultado de planificación de corto plazo, obedeciendo a necesidades y facilidades en la construcción de los mismos.

En razón de lo anterior no existen metas definidas a alcanzar en el futuro; no obstante, en el sector público se espera ejecutar para antes de 1 990 los proyectos que cuentan ya con estudios a nivel de factibilidad y algunos de menor nivel que no ofrecen mayores problemas e inversiones. Para el año 2 000 se espera construir aquellas con nivel menor al de factibilidad, con mayores dificultades técnicas y que requieren de mayores inversiones.

El sector privado, que es el más dinámico en cuanto al establecimiento de sistemas de riego, se espera que mantenga el mismo comportamiento.

De darse las situaciones anteriores, el país estaría incrementando en 81.1% y 268.4% su superficie con riego (público y privado). Para los años 1 990 y 2 000 respectivamente. En el cuadro No. 12 se detallan las superficies e incrementos a alcanzar en dichos años.

---

1/ El primero se ejecutó entre 1 970 y 1 975, con un préstamo de 6 millones de dólares ( 60% de la inversión). En este período se construyeron 12 de los 26 sistemas de riego públicos.

Cuadro No. 11

GUATEMALA: Areas con Estudios de Nivel Menor que el de Factibilidad.

C O N C E P T O	CANTIDAD
Total de Proyectos	7
Area Neta Total Estimada que se Beneficiará (Has.)	30 115
Total de Usuarios que se beneficiarían	3 205
Total del Valor Incremental de la Producción Agrícola (Miles de US\$ )	46 045.8
Porcentaje del Valor Incremental anual de la Producción sin los Proyectos	254.8

FUENTE: Estimaciones DIRYA.

Cuadro No. 12

GUATEMALA: Areas con Facilidades de Riego y Drenaje Estimados para los años 1 990 y 2 000

C O N C E P T O	A N O S	
	1 990	2 000
Superficie neta total con facilidades de riego y/o drenaje con que contará el país construídos y manejados por el Sector Público ( miles Has.)	32.7	57.4
Superficie neta total con facilidades de riego y/o drenaje que alcanzará el Sector Privado (miles Has.)	186.0	266.0
Porcentaje de incremento Sector Público	88.0	330.0
Porcentaje de incremento Sector Privado	80.4	158.0
Total área neta prevista para alcanzar en los dos sectores (miles Has.)	218.7	323.4
Porcentaje de incremento en ambos sectores	81.1	268.4

FUENTE: Estimaciones DIRYA, 1983.

### 3. LEYES Y REGLAMENTOS RELACIONADOS CON LA IRRIGACION.

#### 3.1 Antecedentes.

En el país no se cuenta con legislación específica en materia de agua, existen antecedentes de normas establecidas desde la época colonial. Los antecedentes más recientes de la legislación vigente, son los contenidos en los siguientes cuerpos legales:

- Constitución de la República de Guatemala, promulgada el 15 de septiembre de 1965.
- Decreto Legislativo No. 1932, Código Civil, promulgado en 1933.

Este último regulaba todo lo relacionado con el dominio de las aguas del mar y pluviales, aguas vivas, manantiales, saltos de agua, lagos; aguas muertas y subterráneas, zona marítima y terrestre, alveos o cauces, riberas y márgenes.

#### 3.2 Leyes Vigentes.

Las leyes de fondo vigentes actualmente en materia riego y drenaje son las siguientes:

- Estatuto Fundamental de Gobierno. Decreto Ley No. 24-82 de fecha 27 de abril de 1982.
- Código Civil -Decreto Ley No. 106, de fecha 14 de Septiembre de 1963.
- Ley de Transformación Agraria. Decreto No. 1551 de fecha 11 de octubre de 1962.

#### 3.3 Aspectos Relevantes de las Leyes Vigentes.

El Estatuto Fundamental de Gobierno en su artículo 70, reconoce y garantiza a los particulares el uso y aprovechamiento de caudales de las aguas que se destinen a usos domésticos, a la generación de fuerza motriz, riego o al desarrollo de actividades agrícolas e industriales. Indica también que las aguas de la nación no pueden ser adquiridas en propiedad, excepto las de uso urbano.

El Código Civil determina el carácter de las aguas, definiendo aquellas que son de dominio público y privado. Este Código sólo regula a estas últimas, y aquellas que no están dentro de esta clasificación son reguladas por las leyes agrarias y leyes especiales. El código considera aguas de dominio público a las aguas de la zona marítima territorial en la extensión y terminos que fije la ley respectiva; los lagos y ríos nacionales y flotables y sus riberas; los ríos, vertientes y arroyos que sirven de límite al territorio nacional; las caídas y nacimientos de agua de aprovechamiento industrial, en la forma que establece la ley de la materia; y las aguas no aprovechadas por particulares.

Considera aguas de dominio privado a las siguientes:

- Las aguas pluviales que caigan en predios de propiedad privada, mientras no traspasen sus linderos.
- Las aguas continuas y discontinuas que nazcan en dichos predios, mientras discurren por ellas;

### 3.4 Reglamentos Generales.

Los Reglamentos Generales con que cuenta el país para normar aspectos fundamentales de la legislación de fondo en materia de riego y drenaje son los siguientes:

- Decreto Legislativo No. 102-70. Integración del Sector Público Agrícola, de fecha 3 de Diciembre de 1970.
- Acuerdo No. 11-71, Reglamento del Ministerio de Agricultura, de fecha 6 de Abril de 1971.
- Decreto 51-81. Reformas al Decreto Legislativo No. 102-70, de fecha 15 de Diciembre de 1981.
- Acuerdo Gubernativo Reglamento del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, de fecha 10 de Marzo de 1982.
- Acuerdo Gubernativo No. M de A, M de F. P. y M. de G 4-72. Reglamento de Riego, de fecha 27 de Julio de 1972.
- Decreto Legislativo No. 49-72. Servidumbre Forzosa de Acueductos, de Fecha 14 de Agosto de 1972.

### 3.5 Reglamentos Específicos.

Los principales reglamentos específicos para la mejor aplicación de la legislación de fondo y reglamentos generales vigentes son:

- Acuerdo Gubernativo. Reglamento de Funciones de la División de Recursos Hidráulicos, de fecha 23 de Agosto de 1972.
- Acuerdo Gubernativo No. M. de A. 18-72. Reglamento de Operación, Conservación y Administración de los Distritos de Riego, de fecha 14 de Septiembre de 1972.

## 4. ASPECTOS INSTITUCIONALES.

### 4.1 Autoridad Nacional.

La Dirección General de Servicios Agrícolas (DIGESA) del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, es la Institución que ostenta la máxima autoridad en lo relacionado a la definición y supervisión de la política nacional de riego y drenaje. Para el efecto, dentro de su estructura organizativa cuenta con la Dirección Técnica de Riego y Avenamiento (DIRYA), dependencia especializada, responsable de ejecutar los programas de riego y drenaje en todo el territorio nacional. Así mismo, 2 Regiones Agrícolas del País, cuentan también con unidades ejecutoras de programas de miniriego.

### 4.2 Autoridad de Aguas.

Por carecer de legislación específica de fondo, no se tiene definida claramente, la máxima autoridad en materia de aguas. La autoridad máxima la ostentan varias instituciones entre éstas se encuentran: El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, el INFOM, la DGOP, las municipalidades y otras para uso poblacional. El INDE para Hidroeléctricidad; y DIGESA ( a través de DIRYA) e INTA para riego.



- Las lagunas y sus alveos formados por la naturaleza, en los expresados terrenos; y
- Las aguas subterráneas obtenidas por medios artificiales en propiedades particulares.

Las aguas de dominio privado cuando salen de las fincas donde nacen caen dentro del régimen de las leyes especiales.

La Ley de Transformación Agraria en el Capítulo XXIII (Régimen de Aguas y Regadíos), reconoce las aguas de dominio público y privado, indicando que todas son afectas a esta ley, la afectabilidad de las aguas a que se refiere ésta, pueden tener por objeto el riego de cultivos y de pastos; los servicios domésticos; y los servicios e instalaciones que sean adecuadas para el desarrollo de las empresas agrícolas; el riego de las zonas forestales; el beneficio y transporte de madera; la construcción de depósitos destinados a combatir incendios y demás servicios relacionados con las actividades forestales; el funcionamiento de industrias derivadas de la agricultura, ganadería y otras actividades conexas. Así también se indica que quedan sujetas a las limitaciones, regulaciones y restricciones de esta ley y sus reglamentos, el uso, goce y disfrute de las aguas y las zonas beneficiadas.

Esta ley determina preferencias en el uso de las aguas de los ríos, el orden es el siguiente:

- a) Control de inundaciones;
- b) Zonas de desarrollo y parcelamientos agrarios
- c) Riegos;
- d) Generación de energía;
- e) Usos humanos o industriales; y
- f) Navegación y otros.

No existen leyes especiales sobre aguas, existiendo algunos anteproyectos de ésta.

Los derechos de uso de las aguas, debido a la deficiencia de la legislación vigente no está plenamente normado; para el efecto se llevan registros de inscripción de uso de agua en DIRYA; aunque existen en algunos casos, inscripciones de derechos en las oficinas de el Registro de la Propiedad.

Los usuarios de riego generalmente no han tenido participación activa (ni la legislación vigente lo norma) en el estudio, construcción y manejo de los sistemas de riego (construidos y operados por el Estado); excepto los programas de miniriego, el cual sí considera la participación de los usuarios en la construcción y el manejo de los proyectos. A nivel privado, éstos son los responsables de todo.

Los sistemas de riego construidos y operados por el Estado, no cobran ninguna tarifa de agua a los usuarios de los sistemas públicos para la administración, operación y conservación de los mismos; aún cuando recientemente se legisló sobre el particular, todavía no se ha llevado a la realidad. Así mismo no se ha cobrado a los usuarios de los sistemas estatales, tarifa o cuota para recuperar las inversiones por estudios construcción y equipamiento de los mismos.

#### 4.3 Otras Autoridades en Materia de Riego y Drenaje.

Otras instituciones que tienen atribuciones en materia de riego y drenaje son las siguientes:

El INAFOR e INDE en conservación y manejo de cuencas; el INSIVUMEH, en registro y procesamiento de información hidrometeorológica; y el IGM., en estudio de suelos, clima y topografía.

#### 4.4 Coordinación Interinstitucional.

El sector público agropecuario del país, para la coordinación de sus Instituciones cuenta con el Comité Superior de Coordinación (COSUCO), formado por los Directores Generales y Gerentes de las Instituciones que lo conforman; así también, cuenta con Comites Regionales de Coordinación (COREDAS) formados por los Jefes o Directores Regionales de las Instituciones del Sector; y con Comites Subregionales (COSUREDAS) conformados de la misma forma pero a nivel subregional. Ultimamente han habido progresos en la funcionalidad de estos mecanismos.

#### 4.5 Recursos Humanos.

Actualmente trabajan en actividades relacionadas con el riego y drenaje - 255 funcionarios, entre personal profesional, técnico y no técnico, realizando actividades de estudios y preparación de proyectos; construcción y supervisión; administración operación y conservación de sistemas y asistencia técnica en riego. Se requerirán en los años 1990 y 2000 alrededor de 334 y 364 funcionarios. Será necesario mejorar la capacidad técnica del personal con que actualmente se cuenta e incrementarlo, principalmente en asistencia técnica para la operación, distribución de agua y aplicación de riego. El cuadro No. 13 presenta el personal actual y los requerimientos estimados para 1990 y 2000.

Cuadro No. 13

GUATEMALA: Personal Actual y Requerido del Sector Público para la actividad de Riego y/o Drenaje.

N I V E L	ACTUAL	1990	2000
TOTAL:	255	334	364
Personal Profesional	50	90	130
Personal Técnico	111	140	226
Personal No Técnico	94	104	108

FUENTE: Estimaciones DIRYA, 1983.

#### 5. LINEAS PRIORITARIAS DE INVESTIGACION EN RIEGO Y DRENAJE.

Actualmente se realizan por parte de otras Instituciones investigaciones de potencial de aguas subterráneas y de evaluación de recursos en cuencas Internacionales. Sobre tecnología de riego, no existen programas de investigación bien establecidos en el país.

6. VOLUMENES DE AGUA ACTUALMENTE UTILIZADOS EN LAS AREAS BAJO RIEGO Y REQUERIMIENTOS ESTIMADOS PARA LAS METAS PREVISTAS EN LOS AÑOS 1990 y 2000.

Se estima que actualmente se utiliza en las áreas con riego y drenaje 2 602.8 millones de m<sup>3</sup> al año. Para los años 1990 y 2000 de acuerdo a las metas estimadas, se requerirá 81.5% y 168.4% más de los volúmenes actualmente utilizados respectivamente.

Los volúmenes ahora utilizados provienen de aguas superficiales y subterráneas, las aguas superficiales son aprovechadas mediante derivaciones simples; sin embargo, estas posibilidades se están agotando, principalmente para proyectos públicos, por lo que en el futuro se requerirá de la construcción de obras de infraestructura más complejas para captar y almacenar aguas, campo que actualmente está poco explorado en el país.

7. EFICIENCIAS EN EL USO DE LAS AGUAS DE LOS PROYECTOS DE RIEGO PUBLICOS.

En el país, pese a los esfuerzos hasta ahora realizados, no se ha podido desarrollar una tecnología de riego que optimice el uso del agua en los sistemas públicos. Las eficiencias en el uso de las aguas actuales y estimadas para los años 1990 y 200 se presentan en el cuadro No. 15.

Actualmente la mayor deficiencia se tiene en la aplicación de las aguas a nivel parcelar, la cual ha de ser mejorada prioritariamente. La eficiencia de operación es también baja y consecuentemente ha de ser mejorada. La eficiencia de conducción es aceptable y podrá ser mejorada mediante mejoras en el mantenimiento de las obras.

Las eficiencias previstas han sido estimadas, ya que como anteriormente se indicó no se cuenta en el país con una planificación a largo plazo, para el uso y aprovechamiento de las aguas para riego.

Cuadro No. 14

GUATEMALA: Estimaciones de Volúmenes de agua utilizadas actualmente y requerimientos para los años 1990 y 2000

C O N C E P T O	ACTUAL	1990	2000
Volumen estimado anual a utilizarse en Areas con riego (millones M <sup>3</sup> )	2 602.8	4 723.9	6 985.4
Porcentaje de incremento de los requerimientos estimados con respecto al volumen actual	-	81.5	168.4

FUENTE: Estimaciones DIRYA, 1983.

Cuadro No. 15

GUATEMALA: Eficiencia del Uso de las Aguas en Sistemas de Riego Públicos. 1983

E F I C I E N C I A S	ACTUAL	1990	2000
Eficiencia total (Et )	46	53	62
Eficiencia de Conducción (Ec )	95	96	98
Eficiencia de Operación (Eo )	80	85	90
Eficiencia de Aplicación (Ea )	60	65	70

FUENTE: Estimaciones DIRYA, 1983.

8. INFORMACION COMPLEMENTARIA.

8.1 Planificación y Políticas Nacionales de Riego y Drenaje.

Como ya se indicó no existe planificación en materia de riego y drenaje en el país, consecuentemente no hay políticas definidas sobre el particular. Esto ha constituido un obstaculo para el desarrollo del país en este campo. Se tiene la idea de la elaboración de un plan maestro de riego y drenaje, existiendo ya algunos estudios sobre el particular; sin embargo no se ha contado con el apoyo financiero para su ejecución.

8.2 Aspectos Legales e Institucionales.

No existe legislación de fondo específico para el riego y drenaje; en efecto, como anteriormente se mencionó, el uso y aprovechamiento de las aguas se norma por el Código Civil, Ley de Transformación Agraria y algunos Reglamentos Generales y Específicos. Esto también constituye obstáculo para un mejor desarrollo del riego y drenaje.

La unidad ejecutora de los programas de riego y drenaje, -DIRYA-, no tiene la capacidad institucional suficiente, ya que ha sufrido una serie de reorganizaciones, no contando actualmente con la jerarquía necesaria.

8.3 Recursos Financieros y Humanos.

Los problemas financieros del país y la cada vez más dificultosa obtención de financiamiento externo, han incidido también en el desarrollo del riego y drenaje. Por una parte, han habido fuertes reducciones en el gasto público, tanto de funcionamiento como de inversión; y por otra no ha sido posible obtener financiamiento externo para construir nuevos sistemas.

Lo anterior y la capacidad institucional de DIRYA, han afectado el desarrollo de los recursos humanos, dándose una fuga constante de estos a otras instituciones y sectores; y no permitiendo capacitar en forma sistemática y sostenida al personal con que se cuenta.

Cuadro No. 15

DATEMALA: Eficiencia del Uso de las Aguas en Sistemas de Riego Públicos. 1983

EFICIENCIAS	ACTUAL	1990	2000
Eficiencia total (Et )	46	53	62
Eficiencia de Conducción (Ec )	95	96	98
Eficiencia de Operación (Eo )	80	85	90
Eficiencia de Aplicación (Ea )	60	65	70

ENTE: Estimaciones DIRYA, 1983.

#### INFORMACION COMPLEMENTARIA.

##### 1 Planificación y Políticas Nacionales de Riego y Drenaje.

Como ya se indicó no existe planificación en materia de riego y drenaje en el país, consecuentemente no hay políticas definidas sobre el particular. Esto ha constituido un obstáculo para el desarrollo del país en este campo. Se tiene la esperanza de la elaboración de un plan maestro de riego y drenaje, existiendo ya algunos estudios sobre el particular; sin embargo no se ha contado con el apoyo financiero para su ejecución.

##### 2 Aspectos Legales e Institucionales.

No existe legislación de fondo específico para el riego y drenaje; en efecto, como anteriormente se mencionó, el uso y aprovechamiento de las aguas se norman en el Código Civil, Ley de Transformación Agraria y algunos Reglamentos Generales Específicos. Esto también constituye obstáculo para un mejor desarrollo del riego y drenaje.

La unidad ejecutora de los programas de riego y drenaje, -DIRYA-, no tiene capacidad institucional suficiente, ya que ha sufrido una serie de reorganizaciones, no contando actualmente con la jerarquía necesaria.

##### Recursos Financieros y Humanos.

Los problemas financieros del país y la cada vez más dificultosa obtención de financiamiento externo, han incidido también en el desarrollo del riego y drenaje. Por una parte, han habido fuertes reducciones en el gasto público, tanto de funcionamiento como de inversión; y por otra no ha sido posible obtener financiamiento externo para construir nuevos sistemas.

Lo anterior y la capacidad institucional de DIRYA, han afectado el desarrollo de los recursos humanos, dándose una fuga constante de estos a otras instituciones y sectores; y no permitiendo capacitar en forma sistemática y sostenida al personal con que se cuenta.

## REFERENCIAS.

- BANCO DE GUATEMALA, Estadísticas de las Cuentas Nacionales. Guatemala 1979.  
BANCO DE GUATEMALA, Estudio Económico y Memoria de Labores 1981. Guatemala 1982.  
CEPAL. Istmo Centroamericano. Programa de Evaluación de Recursos Hidráulicos III Guatemala. Guatemala 1970.  
DIGESA. Anteproyectos de Presupuesto 1983.  
DIGESA. Presupuesto Analítico de 1983. Guatemala 1983.  
DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA. Censos Nacionales Agropecuarios. Guatemala - 1950, 1964 y 1974.  
DIRYA. Boletines Estadísticos No. 3 al 10. Guatemala 1975. a 1982.  
DIRYA. Estudio de Factibilidad Proyecto de Riego Cuyuta. El Desarrollo de la - Agricultura en el País, Vol. I. Guatemala 1982.  
IGN. Mapa de Cuencas de la República de Guatemala, escala 1:50 000. Guatemala - 1973.  
INDE. Plan Maestro de Electrificación. Estudio de los Recursos Hidráulicos, Vol. II. Guatemala 1975.  
INDE. Boletín Hidrológico No. 1. Guatemala 1980.  
INSIVUMEH. Boletín Hidrológico No. 10. Guatemala 1979.  
INSIVUMEH/IGN/ONU. Estudio de Aguas Subterráneas en el Valle de Guatemala. Gua<sub>temala</sub> 1971.  
SGCNPE/IGN/INAFOR. Mapa de Cobertura y Uso Actual de la Tierra. Memoria Explica<sub>tiva</sub>. Guatemala 1979.  
VELASQUEZ, Estuardo. Exploración del Agua Subterránea en el Altiplano Guatemalteco. Trabajo presentado ante el VII Congreso Nacional de Ingeniería. Guatema<sub>la</sub> 1982.

## SIGLAS UTILIZADAS

- |              |   |
|--------------|---|
| 1. DGOP      | Dirección General Obras Públicas                                |
| 2. DIGESA    | Dirección General de Servicios Agrícolas                        |
| 3. DIRYA     | Dirección Técnica de Riego y Avenamiento                        |
| 4. IGN       | Instituto Geográfico Nacional                                   |
| 5. IGM       | Instituto Geográfico Militar                                    |
| 6. INAFOR    | Instituto Nacional Forestal                                     |
| 7. INDE      | Instituto Nacional de Electricidad                              |
| 8. INSIVUMEH | Instituto de Sismología, Vulcanología Meteorología e Hidrología |
| 9. INTA      | Instituto Nacional de Transformación Agraria                    |



**VII SEMINARIO  
LATINOAMERICANO  
DE IRRIGACION**

**SANTIAGO DE CHILE, 28 DE NOVIEMBRE  
AL 2 DE DICIEMBRE DE 1983**

**DOCUMENTO B-10**

✓  
**INFORME NACIONAL DE HONDURAS**

**Por: Ing. Roberto Rivera Lanza(\*)**

---

**(\*) Subdirector General Recursos Hídricos- Ministerio de Recursos Naturales.**





## INFORME NACIONAL DE HONDURAS

### 1. CARACTERISTICAS DE LA AGRICULTURA NACIONAL

#### 1.1 Aspectos Generales

La superficie total de Honduras es de 11.2 millones de hectáreas de las que se estiman 2.8 millones, que constituyen el 25% de la superficie, potencialmente aptas para uso agropecuario.

Considerando que la población total se estima en 3.5 millones, resulta una disponibilidad de tierras productivas de 0.8 has/personas que es un índice bajo e indica la necesidad de no solamente extender la frontera agrícola, sino también de intensificar la producción por hectárea.

La producción agropecuaria hondureña está sujeta en su mayor parte al régimen de lluvias, que con frecuencia son de carácter torrencial durante la llamada época húmeda, y a un período seco (Nov-Abr) que dura seis meses con casi completa ausencia de lluvias, en la mayoría de las zonas agrícolas. Estos factores climáticos limitan grandemente los niveles productivos alcanzables. El manejo de agua, ya sea a través de sistemas de drenaje que liberen los excesos de agua, en la época húmeda ó que aporten la necesaria en la seca representan un factor esencial para incrementar la producción. La escasa variabilidad de la temperatura en los valles permiten obtener dos (2) ó tres (3) cosechas por año a través del riego.

La agricultura es sin duda, el sector más importante de la economía hondureña: aporta alrededor de un tercio del Producto Interno Bruto (PIB), proporciona empleo a casi dos terceras partes de la población económicamente activa y genera más del 70% de ingreso de divisas por concepto de exportación. Sin embargo, el crecimiento del sector durante la pasada década, ha sido más bien errático. Así, a principios de la década, el promedio de la tasa anual de crecimiento, fue prácticamente nulo (-1.39%), debido entre otros factores, a condiciones meteorológicas desfavorables de esos años, y al efecto derivado del retiro de Honduras del Mercado Común Centroamericano en 1971.

A mediados del decenio acontecieron declives drásticos acarreados sobre todo por el huracán FIFI de 1974 y la sequía sufrida por el país en 1975. En el remanente de la década, por el contrario, el crecimiento fue muy bueno, alcanzando una tasa anual promedio del 5.37% debido principalmente a condiciones meteorológicas favorables y al aumento de la superficie del área de cultivo.

#### 1.2 La distribución del ingreso en el sector agrícola

Como consecuencia de la estructura productiva del sector agrícola, el nivel de ingresos de las familias ligadas a la explotación es bajo y extremadamente concentrado. Mientras en un extremo (fincas menores de 2.1 has) dependen 744.822 personas (el 54.8% del total que está ligado a esta actividad) perciben solo el 20.1% del total de los ingresos, recibiendo un ingreso per cápita de US \$ 67.5 anuales, en el otro extremo ( en las fincas de 1.000 y más manzanas) apenas 510 personas (el 0.04 del total que está ligado a fincas) recibe un ingreso per cápita neto de US\$ 14.893 al año.

Relacionado a lo anterior con la canasta básica de alimentos, se concluye que el 89.1% (1.212.210 personas) de la población total ligadas en las fincas -

que habitan en parcelas hasta de 20 manzanas, no alcanzan ni siquiera a satisfacer su canasta básica de alimentos es decir, están, en condición casi de miseria situación que es más grave cuanto más pequeña es la finca. Así las fincas menores de 2.1 has., solo obtienen ingresos que cubren apenas el 27.6% del valor de la canasta; las mayores de 2 has. y menores de 3.5 has, en un 45.5% los mayores de 3.5 has y menores de 7 has en un 67.1% y en un 90.0% los que son mayores de 7 has. y menores de 14 has.

### 1.3 Prioridad del Desarrollo Agrícola en los Planes Nacionales

El sector agropecuario, para el período 1982/1986, ha establecido a corto plazo, objetivos que van orientados hacia la estabilidad económica-financiera del sector. En este contexto, el aumento de la productividad mediante la diversificación de la producción, uso eficiente de la capacidad instalada, y de acuerdo a los requerimientos de insumos agrícolas en los cultivos, son metas dirigidas a abastecer la demanda interna e incrementar las exportaciones para fortalecer la balanza de pagos del país. Sin embargo, el plan reconoce que el crecimiento real del sector, está vinculado con medidas a ser ejecutadas de inmediato con un horizonte de mediano plazo.

## 2. ANTECEDENTES SOBRE EL DESARROLLO DEL RIEGO Y DRENAJE

### 2.1 Historia del riego

La irrigación ha sido practicada en una forma u otra en Honduras, durante varias generaciones. Las transnacionales bananeras han regado sus plantaciones en el Valle de Sula y Valle del Bajo Aguán durante 50 años, aproximadamente. Muchos otros esquemas pequeños de riego han estado en operación en el Valle de Comayagua y en otras partes durante muchos años. Generalmente estos esquemas fueron construidos por agricultores particulares.

El riego a nivel gubernamental se inició en el año de 1957 con el Distrito de Riego de Flores que se abastece de la Presa El Coyolar y se encuentra ubicada en el Valle de Comayagua, posteriormente se construyeron los Distritos Selguap en el mismo valle y San Juan de Flores en el Valle de San Francisco, departamento de Francisco Morazán.

Históricamente Honduras no ha desarrollado y mantenido un compromiso a largo plazo al incremento de riego y de los recursos hídricos. Por ejemplo: durante el período de 1955-1964 la Dirección General de Irrigación no funcionaba. Fue hasta 1977 que se reactivó el riego con la creación de la Unidad de Recursos Hídricos, la que a partir de 1980 se le dio categoría de Dirección General.

La separación por mandato institucional de las actividades de protección de inundaciones y drenaje en macro ha influido negativamente en el desarrollo del drenaje en aquellos valles y tierras potenciales al riego.

Existen en la actualidad dos estudios de importancia, uno de los cuales fue hecho en control de inundaciones en el Valle de Sula y el otro es un estudio de drenaje y aguas subterráneas para el desarrollo agrícola del Valle de Cholutec.

### 2.2 Area potencial y su nivel de utilización

Aún cuando la información disponible es limitada, los reportes existentes indican que con un control adecuado de inundaciones, drenaje y un desarrollo con

pleto del riego de aquellas áreas de valle en que el riego parece ser factible, el total del área bajo riego, podría alcanzar 400.000 has.

El total de la extensión superficial bajo riego es de aproximadamente 54.057 hectáreas que equivalen al 13.6% del área total regable del país. De las 54.057 has., 27.450 pertenecen a las compañías bananeras y 18.000 a las compañías azucareras y otros agricultores del sector reformado y no reformado correspondiendo al gobierno solamente 8.607 has. Ver Cuadro # 1.

La mayor parte del riego privado, particularmente el de las compañías fruteras y azucareras, relativamente ha tenido éxito. Los proyectos gubernamentales han observado poco éxito teniendo una cobertura de sólo un 34.5% con relación al potencial proyectado. La baja utilización de la infraestructura para el riego es de gran preocupación para el personal ejecutivo y técnico actualmente trabajando en riego.

### 2.3 Proyectos contemplados

El cuadro 2, contiene una cartera de proyectos de riego de gran escala para su posible implementación futura en el período 1982-92.

### 2.4 Principales problemas que han afectado el desarrollo del riego

El desarrollo del riego se ha visto afectado por razones mayores como ser:

- a) Insuficientes datos técnicos básicos tales como: climáticos, hidrológicos, geología y suelos y agua subterráneas.
- b) Escasos de personal técnico calificado, a todos los niveles.
- c) Falta de políticas bien definidas para con el riego.

Como consecuencia se puede establecer que el bajo porcentaje de operación y la poca eficiencia de los proyectos de riego del gobierno, es debido a problemas tales como:

- a) La generación de sistemas de riego, ha estado desordenada, diversas instituciones han participado en los diseños y ejecución sin haber coordinación entre ellos: dejando la operación y mantenimiento del sistema en manos de otros.
- b) Los sistemas de riego han sido construidos sin tomar en cuenta los aspectos sociales y el interés de los futuros usuarios.
- c) Falta por parte de los regantes de conocimientos elementales en prácticas de riego y la aplicación de métodos de riego.
- d) Falta de una tecnología adecuada para agricultura bajo riego (labores culturales, variedades e insumos, etc).
- e) Falta de promoción del riego sobre los beneficios del uso del mismo como un insumo más para el incremento de la producción y productividad.
- f) Carancia ó insuficiencia de personal calificado a todos los niveles.
- g) En el diseño de los sistemas de riego nunca se ha tomado en cuenta la infraestructura a nivel parcelario, dejando esto en manos de los propios usuarios, sin ninguna asistencia oficial que oriente en estos aspectos.
- h) Falta de canales adecuados de comercialización para los productos de origen agrícola.

C U A D R O 1AREAS REGADAS POR SECTOR

S E C T O R E S	AREA IRRIGADA (Has)	SUPERFICIE MAXIMA FACTIBLE DE RIEGO (Has)
Distritos de Riego	2,251	7,138
Pequeños Proyectos (varios)	<u>724</u>	<u>1,469</u>
Area operada por el Gobierno	2,975	8,607
Area operada por companias azucareras		10,000
Area operada por companias banaceras		27,450
Area operada por cooperativas y otras áreas privadas		<u>8,000</u>
		<u>54,057</u>
	TOTAL	<u><u>54,057</u></u>

PROYECTO DE RIEGO	AREA SUJETA A RIEGO	LUGAR	PRIORIDAD	ESTADO ACTUAL
1. Valle de Quimistán	4.300 Has	Santa Barbara	Alta	Diseño Final
2. Rehabilitación San Juan de Flores	1.500 Has.	Francisco Morazán	Alta	Estudio
3. Valle de Comayagua	7.650 Has.	Comayagua	Alta	Estudio Factibilidad
4. Valle de Choluteca **	16.000 Has.	Choluteca	Alta	Estudio Factibilidad
5. Aguas Subterráneas (Choluteca)		Valle		Ejecución
6. Valle del Guayape	12.000 Has.	Olancho	Alta	Diseño Final
7. Talanga	6.000 HAS.	Francisco Morazán	Alta	Prefactibilidad
8. Cuyamapa	9.900 Has.	Yoro	Alta	Idea
9. Siria	5.100 Has.	Francisco Morazán	Alta	Idea
10. Florida-Entrada	4.800 Has.	Copán	Media	Prefactibilidad
11. Agua Caliente	1.300 Has.	Comayagua	Media	Idea
12. Jesús de Otoro	1.400 Has.	Intibucá	Baja	Prefactibilidad
13. Victoria y Sulaco	2.800 Has.	Yoro	Media	Prefactibilidad
14. Jamastrán	3.000 Has.	El Paraíso	Media	Estudio
15. Nacaome	6.100 Has.	Valle	Media	Estudio Factibilidad
16. Alto Aguán	19.200 Has.	Yoro	Baja	Prefactibilidad
17. Pequeños Proyectos de Riego	6.000 Has.	varios	Alta	Ejecución.
	10 años.			
<b>TOTAL</b>	<b>107.050 Has.</b>			

\*\* Multipropósito, hidroeléctrico (42 MW); riego, control de inundaciones, agua potable.

### 3. LA POLITICA AGRICOLA Y EL MARCO LEGAL

#### 3.1 Lineamientos generales y estrategias

Honduras es un país predominantemente agrícola, donde casi el 70% de la población depende del sector para su subsistencia.

Cuatro tipos sociales de producción caracterizan la población rural:

- a) Las fincas comerciales privadas, incluyendo las plantaciones multinacionales, se dedican casi exclusivamente a la producción de cultivos comerciales de exportación como ser: bananos, azúcar, algodón, etc.
- b) Las fincas de reforma agraria que producen cultivos alimenticios básicos, tales como maíz, arroz, frijol y sorgo, incluyendo cooperativas que además de cultivos básicos producen reducidas cantidades de banano, palma africana, cítricos, caña de azúcar conjuntamente con alguna actividad ganadera.
- c) Pequeñas fincas tradicionales que primordialmente se dedican a los cultivos alimenticios básicos.
- d) La fuerza de trabajo agrícola desposeída.

La vigente política agropecuaria trata de modificar la estructura productiva del sector a través de la diversificación de la producción; racionalizar la explotación de los recursos naturales para asegurar su conservación y tasas óptimas de producción, elevar y diversificar la capacidad exportadora, tanto de productos como de mercados, promover el desarrollo equilibrado del territorio mediante acciones que respondan a las potencialidades regionales. Los beneficios generados por esta actividad económica serán distribuidos equitativamente a fin de mejorar la calidad de vida mediante la disminución de los niveles de desempleo y subempleo.

#### 3.2 Políticas específicas relacionadas con el riego

##### 1. Objetivos de estabilidad económica-financiera

###### CORTO PLAZO

- a) Reducción de la brecha en la balanza de pagos

###### MEDIDA

Se ejercerán acciones tendientes a la consecución del mayor porcentaje de metas, cuyos instrumentos son: aprovechamiento máximo de recursos humanos y económicos disponibles y coordinación adecuada y oportuna.

- b) Reducción de la brecha fiscal

Política de coordinación institucional

###### MEDIDA

Se delimitarán las actividades que corresponden a cada institución ejecutora, conforme su competencia y programa respectivo. Los instrumentos son: decisión gubernamental y reforma administrativa.

##### 2. Para objetivos de crecimiento

###### MEDIANO PLAZO

Política de implementación de pequeñas y medianas obras de riego.

###### MEDIDA

Se crearán los medios adecuados, para que los beneficiarios del sector reformado se interesen por introducir el riego en sus unidades de producción. Siendo los instrumentos: cooperación técnica del Gobierno Central

y gestión financiera por parte de los agricultores.

#### **LARGO PLAZO**

Política de ejecución de los planes maestros nacionales de riego y drenaje y control de inundaciones.

#### **MEDIDA**

Se harán acciones para que el sector disponga de estos dos planes maestros, los cuales son de relevante importancia para la planificación y el mejor a provechamiento de los programas de inversión. Los instrumentos son: ges -  
tión financiera adecuada reembolsable y no reembolsable y cooperación téc -  
nica externa gratuita.

### **3. Para objetivos de distribución del ingreso y calidad de vida**

Política de activación de la capacidad productiva.

#### **MEDIDA**

Se diversificaran las explotaciones de cultivos con riego, y la selección y desarrollo tecnológico se harán en función de la rentabilidad y necesida -  
des de alimentación para la población y exportación. Instrumentos: apoyo  
financiero apropiado y cooperación técnica positiva.

### **3.3 La Ley de Reforma Agraria**

Durante la última década, la reforma agraria se ha considerado parte esen -  
cial de la estrategia de desarrollo e instrumento indispensable para elevar el  
nivel de ingreso y mejorar su distribución en el sector rural hondureño, asi -  
mismo, completar el proceso de modificación de la tenencia de la tierra. Todo  
lo anterior como un esfuerzo al proceso de desarrollo económico y social del -  
sector reformado.

Considerados éstos como los objetivos globales de la política agraria de -  
los últimos gobiernos establecidos en el Plan de Reforma Agraria, (diciembre -  
1973), Plan Nacional de Desarrollo (1974-78 y Plan Nacional de Desarrollo 1979  
74) y N° 170 (Ley de Reforma Agraria vigente).

### **3.4 Proyecto Ley de Aguas**

Aproximadamente 25 leyes separadas afectan directamente los recursos hídri -  
cos. Aquellas leyes que principalmente afectan y controlan las preferencias -  
de distribución de aguas y definen la protección que proporciona la ley para -  
el suministro a proyectos de propósito múltiple son: el Código Civil y la Ley  
de Aguas 1927. Estas disposiciones actualmente resultan obsoletas para resol -  
ver la múltiple y compleja problemática nacional que el aprovechamiento de las  
aguas origina.

Próximamente está por elevarse al Congreso Nacional una nueva Ley de Aguas,  
en la que se contempla una autoridad de aguas, que haga llegar orden, raciona -  
lidad previsible y confiabilidad al uso competitivo del recurso hídrico.

## **4. LA ORGANIZACION INSTITUCIONAL**

### **4.1 Antecedentes históricos de la Secretaría de Recursos Naturales**

A través del tiempo la Secretaría de Recursos Naturales ha sufrido diferen -  
tes cambios tanto en su estructura organizacional como en su funcionamiento y  
denominación, como a continuación se detalla:

- (1924-1930) Secretaría de Agricultura  
 (1931-1951) Secretaría de Fomento Agricultura Trabajo  
 (1952-1954) Secretaría de Agricultura.

Con la emisión del Decreto Ley N<sup>o</sup> 8 del 24 de Diciembre de 1954, se crea la Secretaría de Recursos Naturales, en la que se reúnen múltiples actividades y que propendrán al desarrollo del Sector Agropecuario, forestal, minero y pesca. El 1 de Enero de 1975, se da inicio a un proceso de reestructuración en la Secretaría, con el objeto de descentralizar los servicios que presta así como mejorar a agilizar su funcionamiento.

El 18 de Marzo de 1983 se crea la Subsecretaría de Agricultura y Ganadería con sus respectivas Direcciones Generales.

#### 4.2 Objetivos, Estructura

##### A. Objetivos Generales

- A.1 Incrementar la producción y productividad agropecuaria, para satisfacer la demanda interna y producir excedentes para la exportación, evitar la fuga de divisas, abastecer la agroindustria nacional y general a su vez, nuevas fuentes de trabajo en el campo para mejorar el nivel de ingreso de la población rural.
- A.2 Fomentar la producción de granos básicos y la diversificación a través de esfuerzos interinstitucionales y promover el desarrollo agrícola mediante la ejecución de proyectos que respondan a las condiciones ecológicas y climatológicas del país, a efecto de lograr el abastecimiento nacional de productos indispensables a la dieta alimenticia del pueblo hondureño, fortalecer la agroindustria y general excedentes para la exportación.
- A.3 Mejorar y racionalizar el uso de los recursos humanos, físicos y financieros, para atender eficientemente los requerimientos actuales del desarrollo y la utilización de los recursos naturales del país.
- A.4 Promover la cooperación interinstitucional con todas aquellas instituciones involucradas en el uso y protección de los recursos naturales.

##### B. Objetivos Específicos

- B.1 Cumplir con las políticas y estrategias, plasmadas en el Plan Nacional de Desarrollo y que conduzcan a incrementar la producción y productividad agropecuaria.
- B.2 Fomentar la producción de granos básicos a través de esfuerzos interinstitucionales a efecto de lograr el abastecimiento nacional de estos productos indispensables para la dieta hondureña.
- B.3 Fomentar la ganadería a través de programas y proyectos con el objeto de aumentar la producción de carne, leche, huevos y otros productos y subproductos pecuarios para satisfacer la demanda interna y generar excedentes para la exportación.
- B.4 Concientizar al agricultor en el adecuado uso y manejo de los recursos naturales, para lograr una mayor protección, conservación, desarrollo y explotación nacional de los recursos de los mismos.
- B.5 Propiciar conservación y explotación de los recursos naturales para orientar a los productores hacia la consecución del auto desarrollo, al promover la formulación de entidades ó estructuras propias de tipo técnico y financiero.



B.6 Promover el desarrollo agropecuario mediante la ejecución de proyectos que respondan a las condiciones ecológicas climatológicas del país.

B.7 Promover el desarrollo de la actividad minera, para su explotación mediante la ejecución de proyectos, a fin de mejorar la situación socio-económica del país.

B.8 Promover los servicios del Programa de Mecanización Agrícola a fin de estabilizar precios en la prestación de estos servicios.

B.9 Implementar la infraestructura física de riego y drenaje para apoyar adecuadamente la producción y aprovechamiento de los recursos naturales.

B.10 Mejorar y racionalizar el uso de los recursos humanos, físicos financieros para un apoyo más efectivo de la Secretaría de Recursos Naturales.

#### 4.3 Estructura Organizacional

La Secretaría de Recursos Naturales comprende una Secretaría y dos Sub-Secretarías. La Sub-Secretaría de Agricultura y Ganadería y la Sub-Secretaría de Recursos Naturales. Dependen de la Secretaría las dos Sub-Secretarías que constituyen el nivel superior de decisión y los niveles siguientes:

En el nivel de apoyo especializado:

Oficialía Mayor  
Asesoría Jurídica  
Dirección de Planificación Sectorial

Nivel de apoyo auxiliar básico:

Auditoría Interna  
Dirección de Administración  
Unidad de Comunicación Y Relaciones Públicas  
Unidad de Administración de Recursos Humanos  
Unidades Técnico-Administrativas de los proyectos de desarrollo

Nivel operativo regional está conformado por:

Las Direcciones Regionales de Recursos Naturales localizados en:  
Choluteca, Comayagua, San Pedro Sula, La Ceiba, Juticalpa, Danlí y Santa Rosa de Copán.

#### 4.4 Organización y objetivos de la Dirección General de Recursos Hídricos

En su inicio ésta fungía como un Departamento de Irrigación, dependencia del Ministerio de Agricultura y Fomento quien se encargaba de los asuntos relacionados con el agua y tierra. Luego se creó la Dirección de Irrigación en 1965 con el objeto de ampliar el área bajo riego, en 1975 sufrió la Secretaría una reestructuración, desapareciendo la Dirección de Irrigación, quedando como Programa de Servicios de Riego y Drenaje.

Mediante resolución interna del 1 de Abril de 1977 se creó la unidad de Recursos Hídricos, pero un año después, conforme Decreto N° 716 del 28 de Diciembre de 1978 se creó la Dirección de Recursos Hídricos con el fin de darle una utilización eficiente a los sistemas de riego existente e incorporación de mayor área bajo riego mediante el estudio y construcción de proyectos, incrementando la producción agropecuaria.

#### a) Objetivos Generales

Realizar diseños y supervisar las construcciones rurales, con el fin de implementar la estructura física de las unidades de producción.

Realizar estudios tendientes a identificar aquellas regiones geográficas - que ofrezcan potencial hídrico con el propósito de implementar obras de infraestructura en riego y contribuir a alcanzar los objetivos de la Secretaría de Recursos Naturales.

Lograr un aprovechamiento eficiente de los recursos hídricos en las actividades agropecuarias, lo cual permita incrementar la producción y en consecuencia, mejorar el nivel de vida del agricultor.

#### b) Objetivos Específicos

b.1 Incrementar la producción agropecuaria mediante la incorporación de infraestructura adecuada.

b.2 Promulgar una ley que regule el uso y aprovechamiento del recurso agua.

b.3 Concientizar al productor agropecuario en la necesidad de utilizar métodos y técnicas adecuadas de riego y drenaje.

b.4 Diseñar y supervisar las construcciones rurales.

b.5 Capacitar a los productores en el uso adecuado del recursos agua.

b.6 Diseñar una estructura técnico administrativa para la supervisión, operación y mantenimiento de los sistemas de riego.

#### c) Dependencia Jerárquica

La Dirección de Recursos Hídricos depende la Sub-Secretaría de Recursos Naturales, Dependen Técnica y Administrativamente de la Dirección de los departamentos que se describen en la estructura organizacional.

Técnicamente dependen de esta Dirección los Departamentos Regionales de Recursos Hídricos.

#### d) Estructura Organizacional

La Dirección de Recursos Hídricos está organizada en niveles de Dirección Superior, Apoyo Técnico y Operativo.

a) Nivel de Dirección Superior: Está constituido por la Dirección General de Recursos Hídricos y Sub-Dirección.

b) Nivel de Apoyo Técnico y Administrativo: Lo constituyen los Departamentos de Planificación y Administración.

c) Nivel Operativo: Está constituida por los Departamentos de:

- Hidrología y Climatología
- Ingeniería, Riego y Drenaje
- Legislación de Aguas
- Aguas Subterráneas
- Operación y Mantenimiento
- Ingeniería Agrícola.

#### 4.6 Recursos estatales destinados a la promoción y desarrollo del riego

La organización institucional del sector incluyendo principalmente a los -

siguientes entes públicos:

- a) El Ministerio de Recursos Naturales a través de la Dirección de Recursos - Hídricos y del Proyecto de Manejo de Recursos Naturales. Esta institución tiene a su cargo los problemas de riego y drenaje, hidrometeorología. Así como el manejo y conservación de la cuenca hidrográfica del Río Choluteca.
- b) El Ministerio de Comunicaciones, Obras Públicas y Transporte (SECOPT), a través de la Dirección de Obras Civiles. Esta institución tiene a su cargo el Programa de Control de Inundaciones, Erosión y Sedimentación.  
SECOPT también maneja el Programa de Servicios Meteorológicos, por medio de la Dirección General de Aeronáutica Civil.
- c) La Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal (COHDEFOR), que en forma conjunta con el Ministerio de Recursos Naturales, administra el manejo y conservación de las cuencas hidrográficas.
- d) El Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillado (SANAA), que realiza acciones para el uso y conservación de aguas, para consumo humano e higiene ambiental o agua residual.
- e) La Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE), que también hace actividades de estudios hidrometeorológicos en las cuencas hidrográficas, con fines de disponer de fuentes potenciales de producción de energía hidroeléctrica. También con la construcción de los proyectos hidroeléctricos de EL "Cajón" y "El Nispero", la ENEE tendrá que realizar acciones tendientes al manejo y conservación de las cuencas hidrográficas de ambos proyectos, que incide directamente en el equilibrio hídrico y el control de la erosión de los suelos de dichas cuencas y en la sedimentación de las dos represas,
- f) La Secretaría Técnica del Consejo Superior de Planificación Económica, a través de la Dirección de Planificación de Infraestructura, esta institución es la coordinadora de la ejecución de las políticas, programas y proyectos del sector. También se incluye el Proyecto de Desarrollo Integral del Aguán.
- g) La Dirección de Catastro Nacional que maneja información procesada sobre los suelos y aguas.

#### 4.7 Principales estrategias para el desarrollo del riego

Siendo consecuentes con la prioridad señalada dentro del Plan Nacional de Desarrollo para el sector agrícola en lo que se refiere al riego, la actual administración ha dado continuidad a aquellos proyectos que se iniciaron enmarcados dentro de una buena concepción ideológica y ha introducido nuevos complementarios, que tienden a subsanar defectos arrastrados a través de la historia del riego.

Estos proyectos actualmente en desarrollo son los siguientes:

1. Proyecto Centro de Entrenamiento de Desarrollo Agrícola (CEDA)  
El establecimiento de este Centro se está llevando a cabo mediante la asistencia del Gobierno Japonés, bajo el programa de donación para la construcción de facilidades y provisión de equipo así como la asistencia técnica requerida.  
El proyecto al implementarse beneficiará a los agricultores y contribuirá al mejoramiento, y aumento de personal especializado a todo nivel, en aspectos de planificación, diseño, ejecución y manejo de sistemas de riego y drenaje, que vendrá a reforzar los planes de desarrollo en riego.  
Este Centro está localizado en el Departamento de Comayagua a 100 Km. de

la capital del país, Tegucigalpa, consistirá de 57.4 hectáreas que incluye 7 Has de edificios, fincas experimentales 9 Has, caminos 1 Ha, campo entre namiento de maquinaria 2.7 Has y 37.7 Has con lagunas, huertos frutales, campos deportivos y cultivos extensivos. Este Centro operará completamente a partir de marzo de 1985.

2. Programa de Recursos Hídricos para pequeños productores

Este programa se financiará con fondos provenientes de la Ley Pública 480 Título III, tendrá una duración de 3 años con un financiamiento de US\$ 3.5 millones, y está conformado de los siguientes proyectos:

a) Rehabilitación, ampliación y consolidación de sistemas de riego.

El objetivo de este proyecto es el de rehabilitar y optimizar el funcionamiento de los sistemas de riego existentes y establecer las normas para la ejecución de proyectos futuros, tiene una duración de 3 años partiendo del 1 de Enero de 1983 y está siendo desarrollado bajo la modalidad de costos compartidos entre el PNUD/FAO y Gobierno de Honduras.

a.1 Subproyecto: Diseño de un Sistema de Crédito.

La carencia de recursos ha frenado el desarrollo agrícola intensivo bajo riego y por ende la producción agrícola, y en vista que las instituciones financieras existentes no cuentan con líneas de crédito específicos para la construcción de obras de riego en las que se determinen tasa de interés, período de gracia, períodos de recuperación del capital, etc. ajustados a este tipo de inversiones, se propone a través del componente, analizar, estudiar y definir un sistema crediticio que pueda implementarse a través de la banca estatal y privada, con destino a los agricultores del sector reformado y pequeños y medianos productores organizados.

b) Proyecto Equipos de Irrigación de bajo costo

Con este proyecto se pretende facilitar parte de los fondos necesarios para la rehabilitación física de los sistemas existentes y para la construcción de pequeños nuevos sistemas a nivel regional.

c) Proyecto estudios básicos para la elaboración de un Plan Maestro de Riego y Drenaje.

La República de Honduras ha venido desarrollando una serie de estudios y proyectos de inversión para diferentes valles en todo el país, los cuales de una u otra forma tienen que ver con la agricultura, pero no ha existido ni existe un plan regulador que determine las metas, estrategias, políticas y objetivos a ejecutar en los próximos años. Con este proyecto se busca asegurar el conocimiento razonable del recurso hídrico con que cuenta el país y con ello garantizar la disponibilidad actual y futura de los mismos, tanto en cantidad como en calidad. Con el logro de este objetivo se pretende programar a corto plazo la inversión del riego a través de la priorización de zonas, cuencas hidrográficas y proyectos, y sentar las bases para la elaboración de un plan integral de desarrollo del sector recursos hídricos en su relación con otras áreas, en donde se fijarán las políticas y estrategias a corto, mediano y largo plazo.

d) Proyecto Implementación de la Ley General de Aguas

Con este proyecto se piensa implementar y afianzar los mecanismos legales e institucionales necesarios a fin de fortalecer el marco legal adecuado para regular el aprovechamiento de las aguas en armonía con el interés nacional y el desarrollo socio-económico del país.

3. Proyecto Meteorología e Hidrología aplicadas al Desarrollo

Con este proyecto se cubrirá la necesidad de mejorar la cantidad y calidad de la información básica en meteorología e hidrología. Estas actividades pueden considerarse como infraestructura dentro de los planes nacionales - para el desarrollo hidráulico con fines de irrigación, producción de energía y abastecimiento de agua potable. Específicamente se busca iniciar el desarrollo de actividades en el campo de la climatología aplicada y de la agrometeorología con miras a la incremento de la producción de alimentos bajo riego.

Este proyecto se está llevando a cabo entre el gobierno de Honduras y asistencia técnica de las agencias especializadas de las Naciones Unidas, tiene una duración de 5 años y se inició en enero de 1982.

10  
11

12



**VII SEMINARIO  
LATINOAMERICANO  
DE IRRIGACION**

**SANTIAGO DE CHILE, 28 DE NOVIEMBRE  
AL 2 DE DICIEMBRE DE 1983**

**DOCUMENTO B-11**

✓  
**INFORME NACIONAL DE MEXICO**

**Por: Ing. José Manuel Ramírez Robles(\*)**

---

**(\*)Subdirector General Distritos y Unidades de Riego Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.(SARH)**





## 1.2.- AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRANEAS.-

### A).- Vertientes y Grandes Cuencas del País.

La cuenca Hidrológica es la unidad de planeación más adecuada para el aprovechamiento de los recursos hidráulicos, ya que dentro de ella es posible tomar en cuenta los efectos que pueden causar las acciones relacionadas con el -- aprovechamiento y control del agua. Por ello, y con el fin de efectuar un análisis regional, se dividió al País en 14 Regiones, cada una de las cuales comprende la cuenca de un río importante o varias cuencas homogéneas de segunda importancia. A su vez, las regiones se dividieron en 104 subregiones, con el objeto de buscar áreas con similitud socioeconómica que se consideran módulos mínimos de análisis. En la subregionalización se tomó en cuenta la división política, ya que cada subregión se ubica en una sola entidad y coincide con la división municipal. Este hecho, además de facilitar la recopilación y el manejo de información a niveles municipal y estatal, permite agrupar cuencas, regiones o estados para establecer planes específicos a partir de información subregional. Asimismo, la regionalización puede adaptarse a otras realizadas con fines diferentes.

En las regiones, el agua es considerada como el elemento integrador en los análisis, porque las diferentes actividades económicas que se desarrollan en ellas se afectan entre sí de acuerdo con el uso que hacen de este recurso o

## INFORME NACIONAL DE MEXICO

### 1.- INFORMACION GENERAL.-

#### 1.1.- TIERRAS.-

SUPERFICIE TOTAL DEL PAIS	196,698	Miles Ha.
SUPERFICIE APTA PARA LA ACTIVIDAD AGRICOLA.	30,000	Miles Ha.
SUPERFICIE APTA PARA LA ACTIVIDAD AGRICOLA CON RIEGO.	10,000	Miles Ha.
PORCENTAJE DE LA SUPERFICIE TOTAL APTA PARA LA ACTIVIDAD AGRICOLA - RESPECTO A LA SUPERFICIE TOTAL -- DEL PAIS.	15	%
PORCENTAJE DE LA SUPERFICIE TOTAL APTA PARA LA AGRICULTURA CON RIEGO RESPECTO A LA SUPERFICIE TOTAL APTA PARA LA ACTIVIDAD AGRICOLA.	33	%

FUENTE: PLAN NACIONAL HIDRAULICO, 1975.

de las obras que se construyen para su manejo y control.

B).- Ríos más importantes del País.-

R I O	NOMBRE DE LA REGION HIDROLOGICA	AREA DE LA CUENCA HASTA (KM2).	ESCURRIMIENTO MEDIO ANUAL MILES DE MILLONES DE M3.	GASTOS MAXIMOS M3/SEG.
USUMACINTA	GRIJALVA USUMACINTA	48,806	57.606	8,470
GRIJALVA	GRIJALVA USUMACINTA	86,783	45.467	18,570
PAPALOAPAN	PAPALOAPAN	87,562	37.959	12,093
SANTIAGO	LERMA SANTIAGO	272,835	19.317	14,917
LERMA	LERMA SANTIAGO	55,802	3.902	2,237
FUERTE	NOROESTE	26,020	4.172	15,000
SAN LORENZO	NOROESTE	8,919	2.188	3,680
BALVARTE	NOROESTE	4,653	2.403	10,300
SINALOA	NOROESTE	8,179	1.662	6,991

C).- Potencial Estimado de Aguas Subterráneas a nivel de Regiones.-

R E G I O N	EXTRACCION ANUAL EN MILLONES DE M <sup>3</sup>	
	TOTAL	PERMANENTE *
Baja California	1 774	1 179
Noroeste	2 969	2 519
Pacífico Centro	501	852
Balsas	894	1 785
Pacífico Sur Istmo	258	258
Bravo	2 100	2 800
Golfo Norte	32	62
Papaloapan	334	606
Grijalva-Usumacinta	184	292
Península de Yucatán	500	13 000
Cuencas Cerradas	1 469	1 728
Lerma	2 587	3 179
Valle de México	2 840	2 519
Costa Centro	123	162
T O T A L:	16 565	30 941

FUENTES:

- \* SARH, Subdirección de Geohidrología y Zonas Áridas, Banco de Información Geohidrológica, Vol. 1, 1978.
- \* SARH, Comisión del Plan Nacional Hidráulico: Inventario Regional de Aguas Subterráneas. No. 19 de la Documentación del Plan Nacional Hidráulico.
- \* Corresponde a la estimación de la recarga anual de los acuíferos estudiados.

D.- Volúmen actual de utilización de las Aguas Subterráneas y Superficiales en Millones de M<sup>3</sup>.

( AÑO 1980 )

Desde el punto de vista cuantitativo, las actividades usuarias del agua mas importantes son: La Agricultura, la Generación de Energía Eléctrica, el Abastecimiento de Agua Potable a Comunidades Rurales y Centros Urbanos y el Abastecimiento a las Industrias.

REGION	POBLACIONAL.	AGROPECUARIO.	HIDROELECTRICO.	USO INDUSTRIAL
Baja California	116	3 497	-	36
Noroeste	201	13 602	8 602	226
Pacífico Centro	89	2 005	826	394
Balsas	252	3 888	32 420	351
Pacífico Sur Istmo	75	731	198	1 244
Bravo	611	7 156	3 128	365
Golfo Norte	170	540	2 207	680
Papaloapan	98	1 138	8 830	1 312
Grijalva-Usumacinta	65	178	35 321	191
Península de Yucatán	64	391	-	48
Cuencas Cerradas	154	2 604	-	109
Lerma	449	4 679	5 689	375
Valle de México	1 747	3 431	212	430
Costa Centro	93	900	2 442	41
TOTAL :	4 184	45 953	99 875	5 802

E).- Número de Embalses en Operación para fines de Riego.

De 1950 a 1980, el número de presas construídas se incrementó en poco más de cuatro veces, mientras que el volumen de almacenamiento aumentó más de siete veces debido principalmente a la construcción de grandes almacenamientos. En la actualidad el 95% del almacenamiento total se concentra en 59 presas con capacidad mayor de 100 millones de M<sup>3</sup>, en cambio, las 1,205 presas restantes contienen solo el 5%.

En el anexo Núm.- 1 se relacionan los embalses en operación más importantes.

F).- Los Cinco Embalses más importantes en Operación.-

N O M B R E	SOBRE EL RIO.	CAPACIDAD -- MAXIMA*	CAPACIDAD -- UTIL.*	CAPACIDAD MAX. DEL VERTEDER.**
Vicente Guerrero	Soto La Marina Tamaulipas	5.280	5.183	-
Lázaro Cárdenas	Río Nazas Durango	4.4380	4.295	3 000
López Portillo (Comedero)	Río Fuerte Sinaloa	3.4000	3.250	-
Alvaro Obregón	Río Yaqui Sonora	3.226	2.726	11 100
Adolfo López Mateos	Río Humaya Sinaloa	3.15	3.103	5 600

\* Miles de Millones de M<sup>3</sup>.

\*\* (M<sup>3</sup>/seg.).

1.3.- PROPIEDADES AGRICOLAS.-

7.-

Ver cuadro anexo N° 2.

1.4.- POBLACION.-

A).- Población Urbana y Rural.

Ver cuadro anexo N° 3.

B).- Total de la población económicamente activa del - -  
País (PEA).

Ver cuadro anexo N° 4.

Población económicamente activa dedicada a la agri-  
cultura; porcentaje de la población activa sobre la  
población total; porcentaje de la población económicamente activa del País, dedicada a la agricultura sobre la población activa total.

Ver cuadro anexo N° 5.

1.5.- PRODUCTO INTERNO BRUTO (PIB).

Ver cuadro anexo N° 6.

1.6.- AREA TOTAL CULTIVADA Y CON RIEGO Y/O DRENAJE.

Ver cuadro N° 7 y N° 8.

8.-

1.8.- CULTIVOS EN AREAS CON RIEGO Y/O DRENAJE.

Ver cuadro N° 9 y N° 10.

1.9.- PRINCIPALES PRODUCTOS AGRICOLAS DE EXPORTACION E IMPORTACION.

A).- Valor de los principales artículos de exportación.

MEXICO: VALOR DE LOS PRINCIPALES ARTICULOS DE EXPORTACION POR SECTORES DE ORIGEN. 1976 - 1979\*

( Miles de dólares )

GRUPO Y ARTICULO	1976	1977	1978 (p)	1979 <u>1/</u> <u>p/</u>
Café crudo o en grano	356 801	458 364	386 718	162 404
Algodón (sin cardar)	240 589	194 932	308 881	97 896
Tomate	137 539	215 022	198 063	105 012
Frutas Frescas	40 110	34 910	55 904	19 553
Legumbres y Hortalizas frescas refrigeradas	24 675	24 553	32 345	20 641

B). VALOR DE LOS 5 PRODUCTOS AGRICOLAS DE IMPORTACION MAS IMPORTANTES.



Ver cuadro anexo No. 11.

1.10.- CONSUMO APARENTE DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS AGRICOLAS

Ver cuadro anexo No. 12.

2.- AREAS CON RIEGO Y/O DRENAJE

2.1.- AREAS COMPRENDIDAS EN LOS SISTEMAS, PROYECTOS O DISTRI--  
TOS DE RIEGO Y/O DRENAJE, PUBLICOS O PRIVADOS.

Ver cuadro anexo N° 13.

2.4.- SISTEMAS, PROYECTOS O DISTRITOS DE RIEGO Y/O DRENAJE QUE  
ACTUALMENTE SE ENCUENTRAN A NIVEL DE ESTUDIOS DE FACTIBI  
LIDAD Y/O DEFINITIVOS, FINANCIADOS CON FONDOS PUBLICOS.

Se tienen 36 proyectos de grande y mediana irrigación pa  
ra incorporar una superficie de 551,436 Has., con obras-  
de Pequeña Irrigación se tienen estudios de factibilidad  
para 300,000 Has. Aprox.

2.6.- METODOS DE RIEGO.

AÑO 1 9 8 0

Gravedad = 4'915,844 Has.

Aspersión = 95,000 Has.

Goteo = 10,000 Has.

Suma: = 5'020 844 Has.

FUENTE: Perspectivas de los Sistemas de Riego a presión en México, Boletín Técnico Núm.-30, Universidad Chapingo.

### 5.- LEYES Y REGLAMENTOS RELACIONADOS CON LA IRRIGACION.-

Artículo 27 Constitucional

Ley Federal de Aguas

Ley Federal de Reforma Agraria

Ley General de Crédito Rural

Ley del Seguro Agropecuario y de Vida Campesina

Ley de Fomento Agropecuario

Ley Orgánica de la Administración Pública Federal

Plan Nacional de Desarrollo Período 1983-1988

### 4.- ASPECTOS INSTITUCIONALES.-

#### 4.1.- AUTORIDAD NACIONAL.-

La Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos como Dependencia del Gobierno Federal y cabeza del Sector Agropecuario, es la encargada de formular, implementar y verificar la realización de los programas de producción -- agrícola nacional, responsabilidad que en el caso particular de la agricultura de riego se canaliza a través de la Dirección General de Distritos y Unidades de Riego, la -- que en su calidad de área operativa, se encarga de normar las actividades que deberán realizarse en las áreas de -- riego para que los programas de producción agropecuaria -

se lleven a cabo en ellas bajo la base de lograr el óptimo aprovechamiento de los recursos disponibles, princi--palmente del agua y del suelo.

#### 4.4.- COORDINACION INSTITUCIONAL.-

De las Instituciones y los Usuarios.-

La participación de las instituciones y los usuarios en la planeación y desarrollo de las actividades del proceso productivo queda comprendido en la organización que establece la Ley Federal de Aguas en los Comités Directivos de los Distritos de Riego y los Comités Directivos de las Unidades de Riego para el Desarrollo Rural.

Los Comités Directivos, órgano de consulta y normativi--dad a nivel de los Distritos de Riego, cuyas funciones se resumen en la promoción y aprobación de los diversos programas, está integrado por Representantes de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos como Vocal Ejecutivo, de la Secretaría de Reforma Agraria como Vocal Secretario, de las Instituciones de Crédito Oficial, de la Aseguradora Nacional Agrícola y Ganadera, S.A., de la Nacional Financiera, S.A., de los Ejidatarios, Comuneros, Pequeños Propietarios y Colonos, todos éstos con carác--ter de Vocales.

También podrá contarse con la participación de las Secretarías de Comercio, de Programación y Presupuesto, de Patrimonio y Fomento Industrial, de Fertilizantes Mexica--

nos y del Gobierno Estatal.

En las Unidades de Riego, con objeto de organizar, coordinar y asesorar la operación y explotación de las Unidades en cada Entidad Federativa, el Comité Directivo está integrado por el Gobernador del Estado como Presidente, - Representantes de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos como Vocal Ejecutivo, de la Secretaría de la Reforma Agraria como Vocal Secretario y por diversos Vocales de la Banca Oficial, de la Aseguradora Nacional Agrícola y Ganadera, S.A., de la Cía. Nacional de Subsistencias Populares, de la Comisión Federal de Electricidad, de la Nacional Financiera, S.A., y los Representantes de las Asociaciones de Usuarios.

La participación institucional se complementa con la existencia de los Comités Técnicos mismos que operan a nivel de Distrito de Riego o a nivel de área regional en las Jefaturas de Unidades de Riego.

Dichos Comités se integran con los Representantes de las diversas Instituciones y Organizaciones que se ejecutan en el área de influencia de los Distritos y Unidades de Riego y tienen como objetivo principal analizar los diversos programas y alternativas de solución para el mejor aprovechamiento de los recursos para hacer presentadas a los Comités Directivos para su autorización.

## 4.5.- RECURSOS HUMANOS.-

## DISTRIBUCION DE PERSONAL EN DISTRITOS Y UNIDADES DE RIEGO.

DISTRITOS O UNIDADES	E M P L E A D O S		PERSONAL TECNICO		PERSONAL DE APOYO	
	TOTAL	RESPECTO AL TOTAL (%)	NUMERO	(%)	NUMERO	(%)
DISTRITOS	19,651	(74)	4,605	(23)	15,046	(77)
UNIDADES DE RIEGO	6,112	(23)	2,189	(35)	3,923	(65)
OFICINAS CENTRALES	724	( 3)	204	(28)	520	(82)
S U M A:	26,497	(100)	6,998	(26)	19,489	(74)



## CUADRO NUM. -

## 1.2.- AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRANEAS.

e) EMBALSES EN OPERACION PARA FINES DE RIEGO (MILES DE MILLONES M<sup>3</sup>).

<u>NOMBRE</u>	<u>CAPACIDAD TOTAL DE ALMACENAMIENTO</u>	<u>CAPACIDAD UTIL</u>
Abelardo Rodriguez	0.1378	0.1358
Adolfo López Mateos	3.1500	3.1030
Sanalona	0.8430	0.8040
Comedero	3.4000	3.2500
Bacurato	2.9000	2.7100
Eustaquio Buelna	0.3163	0.2813
Miguel Hidalgo	3.2808	2.9308
Josefa O. de Dominguez	0.6000	0.5700
Cuauhtémoc	0.0512	0.0492
Adolfo Ruiz Cortinez	1.1150	1.0700
Alvaro Obregón	3.2260	2.7260
Angostura	0.9212	0.8984
Plutarco Elias Calles	3.0200	2.4180
A. Rodriguez L.	0.2500	0.2350
Boquilla	2.9034	2.7442
Fco. I. Madero	0.3488	0.3235
Las Lajas	0.0900	0.0840
Luis L. León	0.8500	0.7600
Abraham González	0.0700	0.0630
El Tintero	0.1300	0.1220
San Gabriel	0.2500	0.2400
San Miguel	0.0113	0.0105
Centenario	0.0150	0.0135

Guadalupe Victoria  
Francisco Villa  
Salinillas  
Venustiano Carranza  
La Amistad  
Falcón  
Marte R. Gómez  
Vicente Guerrero  
R. Caballero D.  
Chicayán  
Calles  
Cajititlán  
Chila  
Coatepec  
Cuarenta  
El Llano  
El Trigo  
Estribón  
La Colonia  
Laguna Colorada  
Las Quemadas  
Lic. S. Camarena  
Mexicacán  
Palo Verde  
San Andrés  
San Miguel  
Santa Rosalia  
Tenasco  
Villa Guerrero  
Volantín  
Amela  
Basilio Badillo  
Hurtado  
Tacotán  
Cajón de Peña  
Tarecuato  
Huaracha  
Jaripo  
Barraje de Ibarra  
Los Olivos  
Tzicubán

0.0810  
0.0787  
0.0190  
1.3850  
2.1070  
1.4040  
1.0969  
5.2830  
0.5711  
0.5700  
0.3409  
0.0457  
0.0006  
0.0015  
0.0306  
0.0012  
0.0040  
0.0064  
0.0058  
0.0208  
0.0012  
0.0440  
0.0016  
0.0043  
0.0042  
0.0028  
0.0004  
0.0105  
0.0024  
0.0141  
0.0383  
0.1457  
0.0220  
0.1489  
0.7070  
0.0011  
0.0401  
0.0102  
0.0241  
0.0220  
0.0500  
0.7100

0.0770  
0.0722  
0.0175  
1.3680  
1.8140  
1.2910  
1.0636  
5.1830  
0.5091  
0.4490  
0.3392  
0.0449  
0.0006  
0.0015  
0.0296  
0.0012  
0.0040  
0.0061  
0.0058  
0.0198  
0.0011  
0.0440  
0.0013  
0.0040  
0.0041  
0.0027  
0.0004  
0.0100  
0.0024  
0.0134  
0.0260  
0.1167  
0.0215  
0.1449  
0.6520  
0.0011  
0.0382  
0.0097  
0.0220  
0.0200  
0.0400  
0.5000



V. C. Villaseñor	0.0144	0.0144
San Juanico	0.0605	0.0402
Coitzaco	0.0848	0.0813
Malpals	0.0237	0.0189
Laguna del Fresno	0.0140	0.0139
Tercer Mundo	0.0200	0.0185
Melchor Ocampo	0.2000	0.1850
Gonzalo	0.0090	0.0089
Agostitlan	0.0166	0.0155
Pucuito	0.0113	0.0108
Sabaneta	0.0056	0.0055
Copandero	0.0060	0.0060
Urepetitro	0.0130	0.0110
El Chique	0.0643	0.0543
Leobardo Reynoso	0.1180	0.1155
Miguel Alemán	0.0716	0.0610
Santa Rosa	0.0155	0.0149
Cazadero	0.0309	0.0229
Julian Adame Alatorre	0.0380	0.0330
Tepuxtepec	0.5375	0.5125
Solis	0.6869	0.6619
Yurubia	0.1879	0.1688
La Purísima	0.1960	0.1710
Ignacio Allende	0.2510	0.2247
Peñuelitas	0.0238	0.0231
Isidro Orozco	0.0049	0.0046
Endrés	0.1829	0.1385
Reguena	0.0525	0.0525
Taxhimy	0.0428	0.0428
La Esperanza	0.0039	0.0020
Vicente Aguirre	0.0210	0.0206
Rojo Lugo Gómez	0.0500	0.0455
El Molino	0.0077	0.0074
Huapango	0.1213	0.1193
Nado	0.0150	0.0131
Vasos Auxiliares	0.0050	0.0050
El Tigre	0.0008	0.0008
El Montero	0.0006	0.0006
Tepetitlan	0.0676	0.0673

Danxhó  
El Rodeo  
M.A. Camacho  
San Ildefonso  
Constitución 1917  
Vasos Auxiliares  
Atlanga  
La Calera  
El Pejo  
Vicente Guerrero  
Valerio Trujano  
Laguna de Tuxpan  
Benito Juárez

0.0310  
0.0280  
0.3306  
0.0520  
0.0740  
0.0153  
0.0540  
0.0390  
0.0074  
0.2500  
0.0461  
0.0269  
0.9465

0.0304  
0.0275  
0.3209  
0.0503  
0.0703  
0.0153  
0.0475  
0.0217  
0.0068  
0.2000  
0.0411  
0.0209  
0.9274

TENENCIA Y USO DE LA TIERRA.  
TIPOS DE PROPIEDAD EXISTENTES EN EL PAIS, 1979.

CONCEPTO	HECTAREAS	EJIDOS	EJIDATARIOS	COMUNIDADES	COMUNEROS	PREDIOS
Propiedad Privada	82 000 000	-	-	-	-	1 200 000
Propiedad Social	83 000 000	24 000	2 600 000	1 497	200 000	2 800 000
Terrenos Nacionales	10 500 000	-	-	-	-	-
Total de Predios	-	-	-	-	-	4 000 000

FUENTE: Informe de México, Conferencia Mundial sobre Reforma Agraria y Desarrollo Rural.

Roma, Julio de 1979.

MEXICO: POBLACION TOTAL, URBANA Y RURAL.  
1900 - 2000  
(Miles de Habitantes)

AÑOS	TOTAL	URBANA	RURAL	RELACION PORCENTUAL	
				URBANA	RURAL
1900	13 607	2 640	10 697	19.4	80.6
1910	15 160	3 669	11 491	24.2	76.8
1921	14 335	4 466	9 869	31.2	68.8
1930	16 553	5 541	11 012	33.5	66.5
1940	19 654	6 897	12 757	35.1	64.9
1950	25 791	10 983	14 808	42.6	57.4
1960	34 923	17 705	17 218	50.7	49.3
1970	48 377	28 329	20 048	58.6	41.4
P R O Y E C C I O N E S					
1980	71 109	47 410	23 699	66.7	33.3
1990	101 932	73 889	28 043	72.5	27.5
2000	140 716	109 383	31 333	77.7	22.3
TAZAS DE CRECIMIENTO ANUAL (%)					
1900-10	1.1	3.3	0.5		
1910-21	-0.5	1.8	-1.4		
1921-30	1.6	2.4	1.2		
1930-40	1.7	2.2	1.8		
1940-50	2.8	4.8	1.5		
1950-60	3.1	4.9	1.5		
1960-70	3.3	4.8	1.5		
1970-80	3.9	5.3	1.7		
1980-90	3.7	4.5	1.7		
1990-2000	3.3	4.0	1.1		

FUENTE: Secretaría de Industria y Comercio, Dirección General de Estadística, Censos Generales de población 1900-1970. Secretaría de Recursos Hidráulicos, Dirección General de Planeación, Estudio de los recursos humanos por Cuencas, 1974q

B). - Total de la población económicamente activa del País (PEA). ANEXO N° 4.

MEXICO: COMPOSICION DE LA POBLACION TOTAL, LA ECONOMICAMENTE ACTIVA  
Y LA ECONOMICAMENTE INACTIVA POR SEXO, 1960 - 1978.

POBLACION Y SEXO	1 9 6 0		1 9 7 0		1 9 7 8 e/	
	PERSONAS	%	PERSONAS	%	PERSONAS	%
Población Total	34 923 129	100.00	48 225 238	100.00	66 943 976	100.00
Hombres	17 415 320	49.87	24 065 614	49.90	32 763 667	48.9
Mujeres	17 507 809	50.13	24 159 624	50.10	34 180 309	51.1
Población Económicamente Activa	11 253 297	100.00	12 909 540	100.00	18 866 288	100.0
Hombres	9 235 022	82.06	10 255 248	79.44	13 844 833	75.0
Mujeres	2 018 275	17.94	2 654 292	20.56	4 621 455	25.0
Población Económicamente Inactiva	14 441 307*	100.0	16 787 763	100.00	23 941 361	100.0
Hombres	3 460 897*	23.97	4 370 342	26.03	5 937 458	24.8
Mujeres	10 980 410*	76.03	12 417 421	73.97	18 003 903	75.2

\* En 1960 la población económicamente inactiva tenía como límite inferior de edad 8 años. En 1970 y 1978, ese límite es de 12 años.

e/ Cifras estimadas.

MEXICO: POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA EN EL SECTOR AGROPECUARIO Y FORESTAL  
1979 - 1982.

(Miles de personas)

SUBSECTORES	1 9 7 9		1 9 8 2	
	POBLACION ECO- NOMICAMENTE - ACTIVA	RELACION PORCENTUAL NACIONAL	POBLACION ECO- NOMICAMENTE - ACTIVA	RELACION PORCENTUAL NACIONAL
Población Econó- micamente Activa Nacional	12 955	100.0	17 043 360	100.0
Población Econó- micamente Activa Sector Primario	5 103	39.39	6 260 486	36.73
Agricultura	4 642	35.83	4 568 233	26.80
Ganadería	173	1.33	1 039 883	6.10
Avicultura	23	0.17	-	-
Forestal	74	0.57	652 370	3.83
Qualquier combina- ción de las Acti- vidades Agropecua- rias Anteriores.	46	0.35	-	-
Otras Actividades Agropecuarias	6	0.04	-	-
Actividades Agropo- cuarias Insuficien- tes Especificados.	125	0.96	-	-
				10.42
				2.55
				72.97
				16.61

ANEXO N° 6.

MEXICO: DISTRIBUCION SECTORIAL DEL PRODUCTO INTERNO BRUTO A PRECIOS DE MERCADO, 1960 - 1978.

(Millones de Pesos de 1960)

Concepto	1960	1965	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977 <sup>d/</sup>	1978 <sup>e/</sup>
<b>PRODUCTO INTERNO BRUTO Y</b>	<b>150 511</b>	<b>212 320</b>	<b>296 600</b>	<b>306 800</b>	<b>329 100</b>	<b>354 100</b>	<b>375 000</b>	<b>390 300</b>	<b>398 600</b>	<b>411 600</b>	<b>440 600</b>
Agricultura	14 790	19 921	21 140	21 517	20 955	21 389	22 079	21 931	21 860	23 241	24 232
Ganadería	7 966	9 008	11 848	12 204	12 832	13 076	13 297	13 762	14 202	14 643	15 003
Otras actividades primarias 2/	1 214	1 293	1 547	1 515	1 618	1 714	1 799	1 818	1 843	1 971	2 099
Industria 3/	43 933	66 508	102 154	104 741	109 782	125 096	134 134	139 936	145 331	152 231	167 436
Comercio	46 860	67 368	94 491	97 326	104 041	111 968	117 773	121 777	120 559	122 006	129 326
Servicios	37 247	44 063	59 509	63 211	68 183	72 877	76 491	80 671	83 826	85 551	89 204
<b>PRODUCTO INTERNO BRUTO</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>
Agricultura	9.8	9.4	7.1	7.0	6.3	6.0	5.8	5.6	5.5	5.6	5.5
Ganadería	5.3	4.2	4.0	4.0	3.9	3.7	3.5	3.5	3.5	3.5	3.4
Otras actividades primarias	0.8	0.6	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5
Industria	29.2	31.3	34.4	34.2	33.3	35.6	35.7	35.9	36.5	37.0	38.0
Comercio	31.1	31.7	31.9	31.7	31.6	31.6	31.4	31.2	30.2	29.6	29.4
Servicios	24.7	20.7	20.1	20.6	20.7	20.6	20.4	20.6	21.0	20.8	20.2
PARTICIPACION RELATIVA (%)											

ANEXO N° 7.

SUPERFICIE COSECHADA NACIONAL Y EN AREAS DE RIEGO Y DE TEMPORAL, 1950-1979  
( Miles de hectáreas )

Años	R I E G O					Total Temporal (5)	Relación (4/1)	Porcentual (5/1)
	Total Nacional (1)	Distritos de Riego (2)	Unidades de Riego para el desarrollo rural (3)	Total Riego (4)	Total			
1950	8 600	1 100	-	1 100	7 500	12.8	87.2	
1960	11 365	1 752	294	2 046	9 319	18.0	82.0	
1965	14 707	2 167	390	2 557	12 150	17.4	82.6	
1970	14 857	2 461	531	2 992	11 865	20.1	79.9	
1975	14 903	3 081	619	3 700	11 203	24.8	75.2	
1976	14 749	2 895	728	3 623	11 126	24.6	75.4	
1977	15 450	4 342	n.d.	4 342	12 148	26.3	73.7	
1978	16 087	4 826	n.d.	4 826	11 261	30.0	70.0	
1979 1/	17 092	n.d.	n.d.	5 643	11 449	-	-	

FUENTE: Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Dirección General de Economía Agrícola y Dirección General de Distritos de Riego.

n.d. No disponibles.

1/ Cifras programadas en el Plan Nacional Agropecuario y Forestal 1979.



ANEXO N° 8.

VALOR DE LA PRODUCCION AGRICOLA NACIONAL Y EN AREAS DE RIEGO, 1950 - 1977.  
(Millones de Pesos)

A ñ o s	Valor de la Producción Agrícola total Nacional ( 1 )	Valor de la Producción en Distritos y Unidades de Riego ( 2 )	Relación Porcentual (2/1)
1950	6 693.0	1 504.0	22.4
1960	16 399.2	4 873.2	29.7
1965	29 202.3	8 155.8	27.9
1970	32 712.5	11 800.9	36.1
1975	76 535.5	30 119	43.3
1976	92 294.2	37 439	40.5
1977	127 979.5	50 118 e/	39.2

FUENTE: Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Dirección General de Economía Agrícola y Dirección General de Distritos de Riego.

e/ Cifras estimadas.

C U L T I V O S	SUPERFICIE SENERADA HA.	%SUP. SEMB. RESPECTO AL TOTAL.	SUPERFICIE COSECHADA HA.	RENDIMEN TO. TON./HA.	PRODUCCION (TON.)	PRECIO ME- DIO RURAL \$/TON.	VALOR DE LA PRODUCCION	
							TOTAL(miles \$	\$/HA.
MAIZ	940 090	20.16	879 966	2.499	2 199 190	4 909	10 795 243	12 269
TRISO	530 842	12.68	573 033	4.281	2 452 939	3 635	8 916 845	15 561
SORGO	556 250	11.94	533 637	3.993	2 130 605	3 476	7 405 167	13 879
ALGODON	320 840	6.88	313 811	3.102	973 297	12 477	12 144 049	38 699
CARTAMO	275 498	5.91	262 478	1.399	367 249	7 367	2 705 470	10 307
CAÑA DE AZUCAR	246 138	5.28	199 170	79.238	15 781 802	378	5 959 656	29 922
FRIJOL	226 213	4.85	194 435	1.111	215 923	14 326	3 093 223	15 916
SOYA	134 482	2.88	130 217	2.143	279 058	7 537	2 103 306	16 152
ALFALFA	182 088	3.90	173 800	44.909	7 805 137	683	5 333 980	30 690
CARNAJO	84 909	1.82	83 162	1.422	118 291	11 446	1 353 991	16 281
ARROZ	73 169	1.67	76 191	4.204	320 298	6 205	1 987 487	26 036
MONJOLI	73 483	1.57	67 334	0.790	53 206	12 378	658 594	9 781
MITOMATE	47 912	1.02	45 859	20.240	928 475	4 930	4 576 924	99 806
GRANADA	42 756	1.91	42 442	3.195	123 807	3 811	490 872	12 180
CHILE	37 055	0.79	34 326	9.491	325 781	7 864	2 561 936	74 635
FORRAJES	255 245	5.48	239 455	10.515	2 517 811	1 412	3 554 850	14 845
FRUTALES	215 038	4.61	159 072	9.340	1 485 720	6 715	9 980 871	62 744
HORTALIZAS	113 375	2.43	107 078	14.251	1 525 955	9 339	6 620 669	61 830
CITRICOS	69 744	1.50	60 004	6.605	396 323	4 715	1 868 600	31 141
HERBES	137 753	3.60	156 367	3.278	512 646	9 390	5 612 730	35 895
	4 657 901	100.00	4 329 607		40 518 514		97 726 524	22 572

DIRECCION GENERAL DE DIAGNOSTICOS Y UNIDADES DE RIEGO  
ESTIMACION DE LA PRODUCCION AGRICOLA EN LAS AREAS DE RIEGO

AÑO AGRICOLA 1981-1982

ANEXO N° 10.

C U L T I V O	SUPERFICIE (ha)		RENDI- MIENTO (ton/ha)	PRODUCCION TOTAL (ton)	PRECIO MEDIO RURAL (\$/ton)	VALOR DE LA PRODUCCION		
	SEMB.	%				COSECH.	MILES \$	\$/ha
MAIZ	1 142 621	2070	1074382	2.851	3 063 867	8 850	27 115 222	25 238
TRIGO	926 557	1679	893 173	4.756	4 248 279	6 930	29 440 573	32 962
SORGO	643 271	1165	602 200	4.486	2 701 983	5 200	14 050 312	23 332
FRIJOL	384 522	6.97	357 268	1.158	413 739	21 100	8 729 893	24 435
SOYA	376 648	6.82	349 819	1.800	629 993	15 300	9 638 893	27 554
FRUTALES	258 667	4.69	240 773	8.970	2 159 891	9 650	20 842 948	86 567
ALFALFA	247 716	4.49	231 329	53.869	12 461 543	1 250	15 576 928	67 337
CANÑA DE AZUCAR	244 255	4.42	227 015	89.747	20 373 953	690	14 058 027	61 926
FORRAJES	214 279	3.88	198 706	22.623	4 495 359	850	3 821 056	19 230
ALGODON	174 188	3.16	161 997	1.588	257 267	23 000	5 917 141	36 526
CARTAMO	125 533	2.27	116 926	1.414	165 411	10 140	1 677 267	14 345
HORTALIZAS	103 122	1.87	96 977	- - -	1 000 837	4 500	4 503 766	46 442
ARROZ	100 409	1.82	93 161	3.867	360 272	8 600	3 098 339	33 258
CITRICOS	89 556	1.62	83 783	6.980	584 859	4 785	2 798 551	33 402
CHILE	59 576	1.08	55 324	7.247	400 948	12 725	5 102 064	32 222
CEBADA	59 124	1.07	56 133	3.440	193 153	6 200	1 197 549	21 334
GARBANZO	54 327	0.98	51 305	1.451	74 446	16 650	1 239 526	24 160
JITOMATE	51 409	0.93	48 749	20.739	1 011 049	10 025	10 135 765	207 917
MELON	21 225	0.38	19 881	12.025	239 085	16 430	3 928 166	197 584
AJONJOLI	18 726	0.34	17 373	1.108	19 266	20 900	402 660	23 177
FRESA	4 274	0.09	4 006	12.395	49 658	16 885	838 476	209 305
VARIOS	219 913	3.98	204 605	- - -	1 803 569	11 745	21 182 918	103 531
T O T A L :	5 519 913	3000	5184885	- - -	56 708 427	- - -	205 296 040	39 595

B).- Valor de los 5 Productos Agrícolas de Importación más importantes.- ANEXO N° 11

( Miles de Pesos )

AÑO CULTIVO	1960	1965	1970	1971	1972	1973	1974	1975
MAIZ	8 911	20 676	704 029	24 336	204 659	1 535 681	2 459 986	4 970 777
SORGO	-	-	31 708	34 051	298 412	49 358	801 161	1 756 291
FRIJOL	38 889	1 035	26 870	2 777	9 693	56 043	387 159	800 072
CEBADA	48 862	101 093	1 701	2 588	3 420	103 995	333 588	482 194
TRIGO	26	2 105	40	146 649	581 578	976 655	2 360 808	217 579

FUENTE: Secretaría de Programación y Presupuesto, Coordinación General del -  
Sistema Nacional de Información. Manual de Estadísticas Básicas:  
Sector Agropecuario y Forestal.

ANEXO N° 12

COMERCIALIZACION DE PRODUCTOS AGRICOLAS.

CONSUMO APARENTE DE LOS PRINCIPALES PRODUCTOS AGRICOLAS, 1960-1978

Producto y Unidad	1960	1965	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978 C/
<b>Maíz</b>											
Nacional (Tonos.)	4 960 816	7 601 225	9 638 309	9 523 854	8 704 300	9 723 298	9 123 634	11 075 314	8 926 660	12 122 150	12 321 387
Por cepitas (Kgs.)	142,909	145,221	199,860	190,732	173,891	181,520	164,465	184,151	143,242	187,666	184,055
<b>Tiño</b>											
Nacional (Tonos.)	1 104 237	1 477 042	2 638 558	1 922 715	2 433 376	2 755 782	3 724 039	2 819 313	3 349 659	2 886 694	3 126 625
Por cepitas (Kgs.)	34,196	36,015	54,651	38,497	47,046	52,006	67,327	47,373	59,739	44,657	46,705
<b>Frijol</b>											
Nacional (Tonos.)	552 842	843 523	922 236	954 715	843 635	946 679	1 010 664	1 125 803	697 790	669 273	908 237
Por cepitas (Kgs.)	15,830	20,554	19,126	19,103	16,103	17,419	18,218	18,718	11,195	10,361	13,506
<b>Ajónjolí</b>											
Nacional (Tonos.)	336 447	266 973	283 985	244 490	254 984	323 218	391 518	472 979	305 669	371 323	396 557
Por cepitas (Kgs.)	9,634	6,505	5,890	4,894	4,929	6,034	7,058	7,664	4,904	5,748	5,924
<b>Ajónjolí*</b>											
Nacional (Tonos.)	129 228	154 274	195 272	180 255	137 296	161 085	151 031	105 747	62 481	107 712	94 422
Por cepitas (Kgs.)	3,780	3,759	5,738	5,679	2,654	3,167	2,759	1,541	1,412	1,667	1,470
<b>Café</b>											
Nacional (Tonos.)	32 015	79 624	288 493	410 454	223 405	245 510	272 429	526 515	237 026	518 425	356 750
Por cepitas (Kgs.)	0,918	1,940	5,982	8,218	4,329	5,330	4,911	8,754	3,803	8,025	8,217
<b>Soye</b>											
Nacional (Tonos.)	8 275	66 771	337 308	324 139	387 517	627 872	923 856	620 377	666 799	1 041 858	1 041 858
Por cepitas (Kgs.)	0,227	1,427	6,993	6,444	7,482	11,721	16,690	10,320	10,697	16,121	16,121
<b>Soye Grano</b>											
Nacional (Tonos.)	215 676	790 817	2 772 264	2 475 345	2 844 554	3 538 415	3 925 810	5 032 541	5 462 402	5 039 483	4 920 876
Por cepitas (Kgs.)	6,262	19,027	57,483	49,563	45,323	61,296	70,767	83,670	16,641	76,013	73,507

El presente, Secretaría de Agricultura y Recursos Mundiales, Dirección General de Fomento Agrícola, Secretaría de Programación y Presupuesto, Facultad Nacional de Información Económica y Banca de Valdeh, S.A., Informe Anual Preliminar 1978.

S/ Cifras estimadas.

## DIRECCION GENERAL DE DISTRITOS Y UNIDADES DE RIEGO

## " SUPERFICIE REGABLE EN DISTRITOS DE RIEGO, AGRUPADOS SEGUN SU TIPO DE APROVECHAMIENTO "

D I S T R I T O	SUPERFICIE REGABLE (Ha)
<b>ALMACENAMIENTO</b>	
006: Palestina, Coah.	16 326
018: Colonias Yaquis, Son.	21 684
019: Tehuantepec, Oax.	43 411
034: Estado de Zacatecas	15 787
044: Jilotepec, Méx.	5 968
068: Tepecoacuilco-Quechultenango, Gro.	4 011
073: La Concepción, Méx.	903
074: Mocorito, Sin.	21 154
076: Valle del Carrizo, Sin.	47 555
083: Papigochic, Chih.	4 803
086: Soto La Marina, Tamps.	37 485
090: Bajo Río Conchos, Chih.	6 260
093: Tomatlán, Jal.	12 512
096: Arroyozarco, Méx.	19 649
098: José Ma. Morelos, Mich.	6 104
099: Quitupan-La Magdalena, Mich.	5 120
<b>S U M A :</b>	<b>260 132</b>
<b>DERIVACION</b>	
008: Metztitlán, Hgo.	5 457
029: Xicoténcatl, Tamps.	14 035
035: La Antigua, Ver.	17 308
043: Estado de Nayarit	46 311
046: Cacahoatán, Chis.	6 747
049: Río Verde, S.L.P.	4 772
059: Río Blanco, Chis.	5 631
082: Río Blanco, Ver.	16 000
095: Atoyac, Gro.	1 870
101: Cuxtepecques, Chis.	10 400
104: Cuajirahuilape, Gro.	4 420
107: San Gregorio, Chis.	2 500
<b>S U M A :</b>	<b>135 451</b>

D I S T R I T O	SUPERFICIE REGABLE (Ha)
<u>BOMBEO DE POZOS</u>	
048: Ticul, Yuc.	8 863
051: Costa de Hermosillo, Son.	145 611
066: Santo Domingo, B.C.S.	33 054
081: Estado de Campeche	3 142
084: Gauyamas, Son.	23 938
106: Cuchuta, Son.	1 460
S U M A :	216 068
<u>ALMACENAMIENTO-DERIVACION</u>	
003: Tula, Hgo.	42 843
016: Estado de Morelos	34 110
020: Morelia, Mich.	47 337
028: Tulancingo, Hgo.	1 136
045: Tuxpan, Mich.	8 050
053: Estado de Colima	24 100
056: Atoyac-Zahuapan, Tlax.	5 493
061: Zamora, Mich.	18 424
087: Rosario-Mezquite, Mich.	37 607
094: Jalisco Sur	11 729
105: Nexpa, Gro.	390
S U M A :	231 219
<u>ALMACENAMIENTO-BOMBEO</u>	
001: Pabellón, Ags.	11 879
004: Don Martín, N.L.	29 601
005: Delicias, Chih.	60 449
010: Culiacán-Humaya, Sin.	233 165
011: Alto Río Lerma, Gto.	107 292
017: Región Lagunera, Dgo. y Coah.	223 612
023: San Juan del Río, Qro.	13 868
024: Ciénega de Chapala, Mich.	45 901
025: Bajo Río Bravo, Tamps.	200 787
026: Bajo Río San Juan, Tamps.	86 158
037: Altar-Pitiquito, Son.	56 958
038: Río Mayo, Son.	78 456
041: Río Yaqui, Son.	233 989
042: Buenaventura, Chih.	7 718
052: Estado de Durango	15 609
063: Guasave, Sin.	88 400
075: Río Fuerte, Sin.	225 947
085: La Begoña, Gto.	11 483

D I S T R I T O	SUPERFICIE REGABLE (Ha)
089: El Carmen, Chih.	24 213
092: Río Pánuco, Tamps.	140 600
103: Río Florido, Chih.	8 818
S U M A :	1'904 903
<u>ALMACENAMIENTO-DERIVACION-BOMBEO</u>	
013: Estado de Jalisco	54 299
030: Valsequillo, Pue.	35 672
033: Estado de México	17 497
057: Amuco-Cutzamala, Gro.	15 288
097: Lázaro Cárdenas, Mich.	82 641
100: Alfajayucan, Hgo.	32 954
S U M A :	238 351
<u>DERIVACION-BOMBEO</u>	
009: Cd. Juárez, Chih.	18 940
014: Río Colorado, B.C.	207 141
031: Las Lajas, N.L.	4 409
S U M A :	230 490
<u>BOMBEO DE CORRIENTES</u>	
050: Acuña-Falcón, Tamps.	7 532
060: El Higo, Ver.	2 299
088: Chiconautla, Méx.	4 399
S U M A :	14 230
TOTAL DISTRITOS DE RIEGO	3'230 814
TOTAL UNIDADES DE RIEGO	1 790 000
S U M A :	4'020 814

NOTA: El total de la superficie de riego es manejada por el sector público.





**VII SEMINARIO  
LATINOAMERICANO  
DE IRRIGACION**

**SANTIAGO DE CHILE, 28 DE NOVIEMBRE  
AL 2 DE DICIEMBRE DE 1983**

**DOCUMENTO B-12**

✓  
**INFORME NACIONAL DE NICARAGUA**

**Por: Ing. Manuel Coronel K. (\*)  
Ing. Armando Sánchez M. (\*\*)**

---

**(\*) Vice Ministro - Ministerio de Desarrollo Agropecuario y Reforma Agraria  
(MIDINRA)  
(\*\*) Director Agrícola TECNOPLAN Ings. Consultores.**





**VII SEMINARIO  
LATINOAMERICANO  
DE IRRIGACION**

SANTIAGO DE CHILE, 28 DE NOVIEMBRE  
AL 2 DE DICIEMBRE DE 1983

**INFORME NACIONAL REPUBLICA DE NICARAGUA**

\* Ing. Manuel Coronel K.  
\*\* Ing. Armando Sánchez M.

**1. INFORMACION GENERAL**

**1.1. BASE DE TIERRAS AGRICOLAS**

Nicaragua tiene una superficie total de 13,1 millones de hectáreas, de las cuales 5,9 millones son aptas para la agricultura. De éstas, 1,2 millones pueden soportar un uso intensivo y 4,7 millones son tierras aptas para agricultura extensiva y pastizales. El resto de la superficie del país 7,2 millones de hectáreas es de vocación forestal o la conforman ríos y lagos.

Del total de tierras agrícolas 5,9 millones de hectáreas; unos 4,3 millones conforman el área de propiedades en fincas, de las cuales unas 500.000 hectáreas se utilizan en cultivos anuales; 200.000 en permanentes y 3,2 millones son pastizales; la diferencia son tierras cubiertas de bosques y ríos.

En el cuadro, en que se presenta sinópticamente para el país el potencial agrícola y la adaptabilidad de tierras para riego, se señala que existe un total de 5,9 miles de hectáreas, que pueden ser utilizadas para propósitos agrícolas, las que equivalen al 45 % de la superficie de la nación; sin embargo, de esta extensión aproximadamente 1,200 miles de hectáreas (9,2 %) son adecuadas para la producción intensiva de cultivos. Esta área no incluye 797 miles de hectáreas distribuidas en la región tropical húmeda del Atlántico, adecuadas principalmente para cultivos perennes.

Las tierras aptas para riego ocupan 929 miles de hectáreas distribuidas, la mayor parte de ellas, en la región del Pacífico. Esta superficie es equivalente al 15,7 % del total de las tierras de vocación agrícola con que cuenta Nicaragua.

## 1.2. CLIMA Y RECURSOS DE AGUA

Bajo el punto de vista climatológico, nuestro país se puede dividir en tres grandes zonas:

- a) Pacífico seco, con precipitación anual de 600 a 1.500 mm y altitud de 0 a 200 m.s.n.m,
- b) Central Semihúmedo, con valores de 1.500-2.000 mm y alturas de 200-2.000 m.s.n.m.
- c) Atlántico húmedo, con valores de 2.500-4.000 mm y alturas de 0 a 200 m.s.n.m.

La temperatura oscila entre 23 y 28°C y valores de humedad relativa del orden del 40 al 100 %. En las zonas del Pacífico seco y central semihúmedo la evapotranspiración normalmente supera a la precipitación.

### 1.2.1 HIDROGRAFIA

La Hidrografía de la Región del Pacífico es bastante característica. pues difiere notablemente de la del Caribe en cuanto a la longitud de sus ríos, caudal, fisiografía, dirección geológica, etc. Los ríos que fluyen hacia el Pacífico son más cortos, menos caudalosos y tortuosos y se pueden agrupar como ríos de la vertiente del Pacífico que comprende El Negro, El Estero Real, los ríos del Istmo de Rivas, Acayo, Escalante, Nahualapa y Brito y, los ríos del sector Tamarindo Escalante y como parte integrante de la Región del Pacífico los ríos de la vertiente lacustre que incluye todos aquellos que desembocan en los lagos de Managua (Xolotlán) y Nicaragua (Cocibolca), los que finalizan desaguando en El Caribe a través del Río San Juan formando una cuenca independiente.

El sistema lo conforman los ríos Sinecapa, Viejo y Pacora que desembocan en el Lago de Managua y al Lago de Nicaragua, lo alimentan el río Tipitapa que permite el desague del Lago Managua, el Malacatoya, Tecolostote, Mayales, Lóvago, Oyate, Tepenaguasapa y otros de menor caudal.

(Los ríos de la vertiente del Atlántico con caudalosos por la intensa pluviosidad del área y comprende los de mayor longitud entre los que se encuentran El Coco, El Huahua, el Cucalaya, El Tuma, Río Grande de Matagalpa, El Kurinwas, Huashuashán, Punta Gorda y el Río San Juan).

El aprovechamiento de estos ríos se hace para fines de riego y generación hidroeléctrica (el Sistema Tuma, Matagalpa y Viejo) haciendo uso del embalse artificial de Apanás y con una capacidad de almacenamiento de 410 MMC. El resto de los embalses del país son naturales y sirven para fines de riego como el caso del Lago de Nicaragua y el sistema de lagunas con fines turísticos y abastecimiento de agua potable.

### 1.2.2 AGUA SUBTERRANEA

En la zona del Pacífico y Norcentral de Nicaragua se dispone perennemente de abundante agua subterránea de pozos que por lo general son fáciles de localizar así como de manantiales que emanan de fracturas y zonas porosas de conos volcánicos. En el resto del país sólo se encuentra abundancia de agua en ciertos sitios, de pozos profundos más difícil de localizar y, de pozos superficiales sujetos a fluctuaciones estacionales intensas. El resumen del potencial de las mismas se presenta en cuadro adjunto.

### 1.3. PROPIEDADES AGRICOLAS

El proceso de desarrollo agropecuario fue concentrador de la tierra y del ingreso. A finales de la década de 1960, de conformidad con los censos de 1970, unos 60.000 agricultores campesinos no tenían tierras, dedicándose a cultivar tierra en condiciones precarias o de mediería.

La practica más usual fue la del desmonte y siembra de pastos, en las fincas de los terratenientes, quedándose el campesino con parte de la cosecha de los granos en una o dos cosechas que permitía el dueño de la tierra. Además, como puede apreciarse, el 0.9 % de familias poseía el 41.2 % de la tierra mientras que en el extremo del minifundio, 32.500 familias poseían sólo el 1.6 % de la tierra.

### 1.4. POBLACION

La población estimada en el país para 1981 es de 2.8 millones de habitantes, siendo un 43 % rural y un 53 % urbana. Con una tasa de crecimiento total de 3.78%; 2.67 % rural y 4.87 % urbana. Es necesario subrayar que las proyecciones censales de 2.8 millones, subestiman la población real, en una proporción que puede fácilmente fluctuar entre un cuarto y un tercio, según estimaciones realizadas después de la Campaña Nacional de Alfabetización. Los cuadros de Población contienen los indicadores primarios y suplementarios respectivos.

### 1.5. PIB AGRICOLA

A partir de 1979 uno de los hechos de mayor trascendencia en los resultados económicos del país han sido la recuperación parcial de la producción agropecuaria. Este sector genera más del 30 % del producto, más el 80 % de las ventas externas y aproximadamente el 40 % de la ocupación total, y por ende, sus resultados tienen gran influencia en el comportamiento del resto de las actividades productivas. Este fue uno de los sectores más afectados, no tanto por las consecuencias destructivas de la guerra, sino por la desorganización y desarticulación en que quedaron las unidades productivas; y continúa siéndolo por las agresiones militares externas.

La evolución de los indicadores económicos PIB Agrícola para los años (1960-1979) se registra en cuadro anexo y la evolución del PIB para los años posteriores al triunfo de la Revolución Popular Sandinista, se registra por actividad económica a costo de factores.

## 1.6. SUPERFICIE Y VOLUMEN DE PRODUCCION DE LOS PRINCIPALES RUBROS

### a) Area Cultivada

La agricultura sufrió un estancamiento que se manifiesta tanto en áreas cultivadas como en los rendimientos obtenidos. Los mayores rendimientos en todos los artículos se habían obtenido ya durante la década de los sesenta. Durante la de los setenta se presentaron mas bien fluctuaciones que dependen, principalmente, del régimen pluviométrico durante un ciclo agrícola específico.

Por lo concerniente a la superficie cultivada en el caso del algodón, los límites están fijados por las condiciones pluviométricas de la zona del Pacífico en sus tierras arables y por los precios internacionales prevaletientes cada año; así cuando éstos se presentaron favorables, el área sembrada alcanzó hasta las 207.000 Hás. . no pudiendo expandirse más por la escasez de lluvias en las tierras arables.

Cuando las perspectivas de precios no eran favorables el área se reduce a 167.000 Hás. . En el caso del maíz y del frijol la superficie cultivada estaba relacionada con la apertura de la frontera agrícola y la implementación de pastizales. La práctica del desmonte implicaba una o dos cosechas de cada uno de estos productos, al tiempo que se implementaban los pastizales y ya no se daba lugar a la producción de granos. Se estabilizó la producción por el área dedicada a estos productos en los departamentos de Jinotega, Matagalpa, Chinandega y Zelaya.

A partir de 1979, si bien es cierto que el sector agropecuario se ha reactivado de manera significativa en determinados rubros, el analizar comparativamente las áreas de cultivo entre el ciclo 77/78 y 82/83 observamos que mientras en el ciclo 77/78 se cultivaron 356.300 Hás. de productos de exportación, en 82/83 se cultivó apenas 242.200 Hás. . Por otro lado, en cuanto al área cultivada de productos de consumo interno, observamos que en el ciclo 77/78 fue de 319.150 y en 82/83 de 321.830 Hás. . Al totalizar, notamos que en 77/78 se cultivaron 678.800 Hás. , mientras que 82/83 el área fue de 564.300 Hás.

### b) Producción

El sector agropecuario ha podido recuperar en algunos rubros sus niveles de producción y garantizar un mejor abastecimiento nacional, sin embargo, la producción insuficiente de algodón, así como el estancamiento del maíz repercute en la actividad industrial y, por supuesto, en la situación de la balanza comercial.

## 2. SUPERFICIE AGRICOLA MEJORADA CON DRENAJE, TERRAZAS Y REGADIOS

De la superficie apta para cultivos anuales 1.2 millones de hectáreas; unas 500.000 son aptas para toda clase de cultivos; 500.000 son tierras arcillosas que pueden ser utilizadas para cultivos específicos como arroz, caña de azúcar, algodón y pastizales, y las restantes 200.000, además de ser muy arcillosas son mal drenadas, utilizables para muy pocos cultivos, como arroz y pastos.

Sólo en unas 250.000 hectáreas, del millón para diversos cultivos. las lluvias son favorables con una precipitación anual de 1.5 a 2.0 metros por año, repartidas normalmente en seis meses del año, que van de Mayo a Noviembre. En el resto de las tierras la precipitación normal es de 1 a 1.5 metros por año y no permite una regularidad de las siembras ni de las cosechas, usándose entonces de conformidad a las expectativas de lluvias y obteniéndose rendimientos bajos cuando no hay precipitación adecuada.

Debido a lo anterior, sólo unas 250.000 hectáreas se cultivan con sistemas modernos. Estas tierras se trabajan con sistemas mecanizados, se utilizan en ellas fertilizantes e insecticidas y han sido mejoradas con drenajes y terrazas. Se utilizan principalmente para algodón, caña de azúcar y arroz.

El riego sería una respuesta adecuada a la falta de lluvias en estas tierras y su instalación es además de relativa facilidad dada las condiciones que prestan el manto freático entre 7 y 20 metros de profundidad y los ríos y lagos de la zona. Pero hasta ahora no se han podido implementar más que en unas 50.000 hectáreas, de las cuales unas 20.000 riegan caña de azúcar, más de 20.000 de arroz y el resto algodón, hortalizas y pastizales. No incluimos 15 mil Hás. de un proyecto fracasado que se está rehabilitando.

Actualmente se están realizando inventarios y diagnósticos detallados con el propósito de generar la información necesaria para conocer el estado actual de las unidades de riego tanto de administración estatal como privada.

Es necesario hacer notar que la falta de datos estadísticos nacionales, no permite, en la mayoría de los casos, hacer los desgloses por las categorías sugeridas ni tampoco abarcar las series e información solicitada para los diferentes períodos.

### PROYECTOS EN EJECUCION

Actualmente el proyecto en fase ejecutiva que hace uso de sistema de riego con pivote central lo constituye el TIMAL (Tipitapa-Malacatoya) el cual contempla el desarrollo de 14.419 hectáreas de siembra de caña de azúcar.

El mismo cuenta como fuentes de abastecimiento agua subterránea con entrega de 40 MMC para abastecer 4.337 hectáreas y agua superficial, haciendo uso de una presa que entregará 100 MMC para abastecer 10.082 hectáreas.

La red de canales para riego y drenaje presentan longitudes de 31 km y 245 km respectivamente. La primera zona de desarrollo en el período 1982-1984 lo constituye la parte inferior del proyecto abastecidas por pozos y el que actualmente está en funcionamiento con la meta cubierta a la fecha.

Existen además una serie de proyectos en fase de Estudios de Factibilidad y otros que completados dicha fase entraron a la fase de diseño. Además se encuentran unidades existentes en fases de rehabilitación.

### 3. LEYES Y REGLAMENTOS

Históricamente, el país no ha contado con una ley de aguas. El único esfuerzo realizado en ese sentido antes del triunfo de la Revolución lo constituye el anteproyecto denominado "Código de Aguas" que elaboró la F.A.O. en 1956 y el que no fue sometido al Congreso en esa época, por lo que nunca tuvo vigencia. Este no contemplaba normas relativas a irrigación.

Después del triunfo de la Revolución, en 1983 el Instituto de Recursos Naturales y del Ambiente (IRENA) elaboró un anteproyecto denominado "Ley de Aguas de Nicaragua" relativo al uso de la misma como recurso y su conservación.

### 4. ASPECTOS INSTITUCIONALES

El Instituto Nicaraguense de Recursos Naturales y del Ambiente (IRENA) ostenta la autoridad de legislación de los recursos naturales y como tal el agua. Es de su incumbencia según ley orgánica, elaborar planes nacionales de ordenamiento de recursos hídricos, conservación y manejo de cuencas.

En lo relativo a la definición y supervisión de la política nacional de irrigación la autoridad máxima a nivel nacional es el Ministerio de Desarrollo Agropecuario y Reforma Agraria (MIDINRA).

Asimismo, se ha creado la Comisión Nacional de Recursos Hídricos, Presidida por un Miembro de la Junta de Gobierno y compuesta por el Instituto Nacional de Energía, el Instituto de Recursos Naturales y del Ambiente, el Instituto Nicaraguense de Estudios Territoriales, el Instituto Nicaraguense de Acueductos y Alcantarillado y el Ministerio de Desarrollo Agropecuario y Reforma Agraria, con un Secretario Técnico adscrito a la Junta de Gobierno.

Dentro del marco de la estrategia de los aspectos institucionales y legales, se tiene como objetivos inmediatos, los siguientes:

- Formulación y Reglamentación del Código de Aguas para regular el uso de las aguas superficiales y subterráneas, por los particulares e instituciones públicas y privadas, de manera que todos los usuarios del recurso se sometan a las reglamentaciones del Código. IRENA será la institución responsable de la aplicación del Código. Para tal efecto se establecerá al más alto nivel la coordinación obligatoria entre las principales instituciones usuarias del recurso agua (INE, MIDINRA, INAA) y el organismo rector de los recursos naturales del país (IRENA) a fin de obtener los máximos beneficios del recurso de agua y su utilización racional.



- **Formulación e Institucionalización del Plan Nacional de Aprovechamiento del Recurso de Agua**, que tenga como propósito fundamental establecer una distribución lógica y razonable de las disponibilidades de agua entre las probables demandas, a fin de lograr un equilibrio del balance demanda-disponibilidad e impedir así que el agua sea un factor limitante al desarrollo socio-económico del país. Para tal efecto: a) se determinarán las disponibilidades de agua, b) se estimarán las demandas que sobrevendrán para los diversos fines sobre dicho recurso, tanto en el tiempo como en el espacio y c) se asignarán las disponibilidades geográficamente, así como entre los diferentes tipos de usos potenciales. Se establecerá como horizonte para la planificación un período de 10 años.

Como componente del Plan Nacional de Aprovechamiento del Recurso Agua, se formulará el Plan de Desarrollo del Riego, que oriente el desarrollo y fije metas en cuanto a las áreas requeridas bajo riego a diferentes horizontes de tiempo, a fin de cuantificar las demandas futuras de agua para riego. Este Plan se compatibilizará con el "Plan Maestro de Energía 1977-2000".

## 5. LINEAS DE INVESTIGACION

La Dirección General de Ingeniería y Fomento a través del Departamento de Irrigación, proyecta la investigación en materia de riego para determinar los coeficientes biológicos por cultivo y por zona, así como también determinar los factores que intervienen en la eficiencia de los sistemas de riego para mejorarlos.

Por otro lado, actualmente la Dirección General de Ingeniería y Fomento a través del Departamento de Riego y Drenaje tiene como objetivo desarrollar la investigación y transferencia de tecnología en materia de Riego y Drenaje y la conservación y operación de los sistemas de riego a nivel nacional.

Finalmente lo que es el registro y procesamiento de información hidrometeorológica es realizado por el Instituto Nicaraguense de Energía (INE), Instituto Nicaraguense de Estudios Territoriales (INETER) y el Programa de Agrometeorología con fines de construcción de embalses y pronósticos de tiempo para los cultivos.

Los estudios de suelos los realiza actualmente la Dirección General de Ingeniería y Fomento Agropecuario para explotación y conservación de los suelos.

Se considera completar y actualizar la información hidrogeológica existente sobre las principales cuencas subterráneas de acuerdo a un orden de prioridades basado en la importancia socio-económica de las mismas. Las cuencas subterráneas consideradas prioritarias son las siguientes: Valle de Sébaco; León-Chinandega; Tipitapa-Malacatoya; Río Viejo-Sinecapa; Nandaime-Rivas; Los Brasiles-Chiltepe y Nagarote.

## 6. CONCLUSIONES

La disponibilidad de aguas superficiales en Nicaragua se caracteriza por la distribución marcadamente desigual entre la vertiente del Atlántico y la vertiente del Pacífico. El 90 % del territorio nacional drena hacia el Atlántico y el 10 % hacia el Pacífico. El 93 % de la precipitación anual que recibe el país cae sobre la vertiente Atlántica y únicamente el 7 % sobre las cuencas del Pacífico. Como consecuencia del total del escurrimiento nacional, el 96 % escurre hacia el Atlántico (167,249 MMC/año) y solamente el 4 % (6,836 MMC/año) drena hacia el Pacífico.

Existen grandes diferencias entre la extensión superficial de las cuencas de la vertiente Atlántica y las de la vertiente Pacífico. La gran mayoría de las cuencas hidrográficas del Pacífico tienen extensiones sumamente pequeñas si se comparan con las cuencas del Atlántico. La cuenca del Río Estero Real, la más grande del Pacífico (3,700 km<sup>2</sup>) es menor que la del Río Punta Gorda (4,250 km<sup>2</sup>), una de las cuencas pequeñas del Atlántico. La superficie de la gran mayoría de las cuencas del Pacífico (Ríos Tamarindo: 250 km<sup>2</sup>, Brito 275 km<sup>2</sup>) resulta casi insignificante en relación a la superficie de la cuenca del Grande de Matagalpa (18,500 km<sup>2</sup>) o la del Prinzapolka (11,700 km<sup>2</sup>); o la de la parte nicaraguense del Río Coco (22,000 km<sup>2</sup>). La cuenca del Río Grande de Matagalpa es más extensa que toda la vertiente del Pacífico de Nicaragua.

Los abundantes recursos de aguas superficiales en la parte baja de la vertiente Atlántica no tienen demanda de tipo consuntivo (consumo, riego) debido a la escasa población y a la precipitación que hace innecesario el riego. La mayor parte del potencial hidroeléctrico de Nicaragua está localizado en las partes altas y media de las cuencas del Atlántico. Por la configuración fisiográfica, climática y edáfica de estas cuencas, el uso del agua para fines energéticos no entra en competencia con otros usos importantes del agua, aguas arriba de los posibles aprovechamientos.

El régimen hidrológico de los ríos de Nicaragua es exclusivamente pluvial, sin regulación natural, exceptuando el Río San Juan y el Río Viejo después de recibir la descarga del Lago de Apanás. Consecuentemente los ríos responden a la precipitación con sus mayores caudales durante la estación lluviosa Mayo-Noviembre. Los ríos de la vertiente del Atlántico son más regularizados ya que durante el período Junio-Noviembre escurren del 75 % al 80 % de su descarga total anual. Los ríos de la vertiente del Pacífico, durante el mismo período llevan más del 96 % de su descarga total anual, secándose varios de ellos durante Marzo y Abril.

Nicaragua tiene tres cuencas internacionales importantes. Con Honduras se comparten las cuencas del Río Coco y del Río Negro y, con Costa Rica se comparten la cuenca del Río San Juan. De los 2,400 kilómetros cuadrados de la cuenca del Río Negro, 1,500 kilómetros cuadrados pertenecen a Nicaragua. Por otra parte, de los 40,000 kilómetros cuadrados que comprende la cuenca del Río San Juan y los Lagos, 26,600 kilómetros cuadrados están situados en territorio nicaraguense. No existen a la fecha tratados o acuerdos relativos al aprovechamiento y uso de las aguas de estas cuencas internacionales, con los países vecinos mencionados.

La obtención de datos hidrológicos, meteorológicos y de sedimentos se lleva a cabo de manera desigual entre las vertientes del Atlántico y del Pacífico, existiendo amplias zonas y cuencas en la vertiente Atlántica sin datos hidrometeorológicos. Están localizadas principalmente en los ríos con mayor potencial hidroeléctrico que son los que han recibido la mayor atención para la obtención de datos. Por otra parte, no existe un programa sistemático y continuo que estudie las características y comportamiento de las aguas subterráneas del país.

Las aguas subterráneas de Nicaragua se consideran de importancia económica en relación a su aprovechamiento, es decir dependiendo de su utilización potencial como fuente de agua potable, para el consumo industrial y para el riego. Su aprovechamiento para el riego se justifica en aquellas zonas del país con precipitación promedio anual inferior a los 2.000 mm y períodos secos relativamente prolongados (de 5 a 6 meses). En zonas de alta precipitación la importancia práctica de las aguas subterráneas disminuye o es nula, debido a la abundancia de aguas (lluvia y aguas superficiales). En la mayor parte de la vertiente Atlántica las aguas subterráneas son de interés únicamente en los alrededores de las principales ciudades (Bluefields, Puerto Cabezas) por su valor como fuente de agua potable. Las demandas de agua para consumo doméstico e industrial, por la misma distribución de la población del país, son muy pequeñas en estas cuencas.

En la vertiente del Pacífico, en la cuenca de los Lagos y en los valles intramontañas en las partes altas de la vertiente Atlántica, donde existen demandas de agua potable, de riego y de consumo industrial, las aguas subterráneas poseen importancia económica.

Estudios económicos preliminares y sujetos a revisión, nos indican que el valor promedio potencial del uso de un millón de m<sup>3</sup> en Energía es de US\$ 25.000 y el agroppecuario es de US\$ 250.000.-

### 7. ESTRATEGIA PARA EL FUTURO

El triunfo de nuestra Revolución encuentra en 1979 un país sin estrategias de desarrollo. Ahora ya tenemos una estrategia de desarrollo agroppecuario y rural agraria definida y clara que pretende como objetivos generales:

- a) La liquidación del latifundio ocioso.
- b) La distribución de buenas tierras al campesino organizado.
- c) Impulsar las formas colectivas de propiedad y producción.
- d) Garantizar la autosuficiencia alimentaria.
- e) Fortalecer la base agroindustrial y la generación de divisas.

El análisis objetivo del potencial de producción del suelo en nuestro país contrastado con el crecimiento y la demanda integral de nuestro pueblo nos coloca ante la disyuntiva de una expansión acelerada de la limitada frontera agrícola (al uso del riego que puede hasta triplicar el potencial de producción de los suelos y se convierte en la punta de lanza de una estrategia alimentaria. Consideramos que no es difícil escoger entre estas alternativas.

Ahora, para nuestro país teniendo ya una visión clara de su estrategia el problema se centra realmente en la consecución de los recursos para implementar sobre todo en estos tiempos en que por pretendidas divergencias ideológicas se trata de justificar el uso de los alimentos y el crédito como un arma política.

CUADRO No. 1.1

NICARAGUA: POTENCIAL AGRICOLA Y ADAPTABILIDAD PARA RIEGO  
(Miles de Hectáreas)

POTENCIAL DE LA TIERRA		ADAPTABILIDAD PARA RIEGO	
CATEGORIA	AREA	CATEGORIA	AREA
			%
Uso Intensivo	1.200	Tierras apropiadas	238
Uso Extensivo	4.700	Apropiadas con restricciones mod. de pend. y dren.	232
Uso Forestal, Ríos y Lagos	7.200	Apropiadas pero con restricción de pend. y dren.	459
TOTAL	13.100	TOTAL	929
			%
			25.6
			24.9
			49.5
			100%

1/ FUENTE: Plan Maestro de los Recursos Hidráulicos, Nicaragua 1974.

CUADRO No. 1.2

RESUMEN DEL POTENCIAL DE AGUAS SUBTERRANEAS DE NICARAGUA

REGION	CUENCA	RECARGA M <sup>3</sup> /C	APROVECHAMIENTO ESTIMADO M <sup>3</sup> /C	POTENCIAL M <sup>3</sup> /C	%
Costa del Pacifico	Chinandega-León	330	230	420	31.9
	Nagarote-La Paz Centro	90	15	90	6.8
	Valle del Sur Costa del Pacifico	35	2	40	3.0
Depresión Nicaraguense	Estero Real-Rfo Negro	90	5	90	6.8
	Llanos del Noroeste	60	20	80	6.0
	Costa Oeste y Sur Lago Managua	10	5	10	0.8
	Tipitapa-Malacatoya	110	5	130	9.8
	Costa Este del Lago de Nicaragua	150	0	150	11.4
	Nandaime - Rivas	60	10	65	4.9
Cordillera Volcánica del Pacifico.	Meseta de Carazo	70	2	70	5.3
	Laguna de Asososca y Masaya	75	25	75	5.7
Serranías del Interior	Sébaco, Ciudad Darío, Estelí, El Sauce, Limay, Jalapa, Ocotal y El Jícaro.	60	5	65	4.9
	Costa Atlántica	Bluefields, Puerto Cabezas, Prinzapolca.	30	05	30
<b>TOTALES</b>		<b>1170</b>	<b>324.5</b>	<b>1315</b>	<b>100.0</b>

CUADRO No. 1.3.1

NICARAGUA: NUMERO Y SUPERFICIE DE FINCAS SEGUN TAMAÑO, 1970

	FINCAS (Miles )		SUPERFICIE (Miles de Hectáreas)	
	NUMERO	PORCENTAJES	NUMERO	PORCENTAJES
TOTAL	183.3	100.0	3.939	
Trabajadores sin Tierra	60.0	32.7	-	-
Micro Fincas (Menos de 0.7 Ha)	2.6	1.4	1	-
Sub-Familiares Pequeñas (de 0.7 a 4 Hectáreas)	43.0	23.4	64	1.6
Sub-Familiares Medianas (de 4 a 7 Hectáreas)	14.1	7.1	72	1.8
Familiares (de 7 a 35 Ha)	32.2	17.5	443	11.3
Multifamiliares Medianas (de 35 a 350 Ha)	23.9	13.0	1.737	44.1
Multi Familiares Grandes (Más de 350 Hectáreas)	1.7	0.9	1.622	41.2

FUENTE: Elaborado en base a cifras del Censo Agropecuario de 1970.

CUADRO No. 1.3.2

NICARAGUA: CAMBIOS EN EL CONTROL DE LAS TIERRAS  
(SIN INCLUIR ZELAYA)

SECTOR	1978		1981		1982	
	MZS	%	MZS	%	MZS	%
<u>1. SECTOR PRIVADO</u>	7.068.304	100	5.536.841	78.33	5.247.250	74.24
Más de 500	2.920.309	41.32	1.498.305	21.50	1.409.121	19.94
De 200 a 500	983.780	13.92	885.845	12.53	787.720	11.14
De 50 a 200	2.086.397	29.52	2.058.481	29.12	2.030.565	28.73
De 10 a 50	909.930	12.87	909.930	12.87	909.930	12.87
Menos de 10	167.698	2.37	184.280	2.61	184.280	2.61
<u>2. COOP. DE PRODUC.</u>	-	-	110.827	1.57	121.054	1.71
<u>3. A.P.P.</u>	-	-	1.420.636	20.10	1.625.634	23.0
<b>TOTAL</b>	<b>7.068.304</b>	<b>100.0</b>	<b>7.068.304</b>	<b>100.0</b>	<b>7.068.304</b>	<b>100.0</b>

FUENTE: Catastro, Elaboración Ciera.-

CUADRO 1.4.1

NICARAGUA: POBLACION, SUPERFICIE Y DENSIDAD  
POBLACIONAL (AÑO 1960 / 1981)

AÑO	POBLACION TOTAL	SUPERFICIE (KM <sup>2</sup> )	DENSIDAD HAB./KM <sup>2</sup>
1906	505.377	138.909.0 (a)	4
1920	630.119	138.709.0	5
1940	835.686	138.709.0	6
1950	1.057.023	138.709.0	7
1963	1.535.588	118.858.0 (b)	13
1971	1.877.952	118.858.0	16
1981	2.823.979*	120.254.0 (c)	23

FUENTE: INETER  
 INEC-1981

- (a) Sup. en base a estimación tradicional no confirmada, que incluye 9.221 Km<sup>2</sup> de Lagos y Lagunas.
- (b) Cifras revisadas, incluye 9 Km<sup>2</sup>, San Andrés, Providencia, Cayos.
- (c) Cifras revisadas.

\* Estimación.



Cuadro No. 1.4.2

NICARAGUA: EVOLUCION DE LA POBLACION TOTAL RURAL

AÑOS	POBLACION TOTAL (en miles de per- sonas)	POBLACION RURAL (miles personas)	POBLACION RURAL %	POBLACION URBANA %
1.950	1.075	716	67	33
1.960	1.411	927	66	44
1.965	1.613	950	59	41
1.970	1.836	990	54	46
1.975(*)	2.162	1.066	49	51
1.977	2.325	1.093	48	53
1.981	2.823	1.311	47	52

FUENTE : INEC,  
75 a 81 estimaciones

Cuadro No. 1.4.3

NICARAGUA: TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL

TASA DE CRECIMIENTO	TOTAL	URBANA	TOTAL
1975 - 1980	3.34%	4.79%	1.77%

FUENTE: SIECA; Compendio Estadfstico.

Cuadro No. 1.4.4

NICARAGUA: POBLACION TOTAL Y POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA (77-81)

Miles de Personas

	1977	1978	1979 a)	1980	1981
Población Total	2325	2559	2609	2696	2823
Poblacion económica activa	77.0	797	814	843	872
Tasa Bruta de participación	31.1	31.1	31.2	31.3	31.3
Tasa de Crecimiento anual	-	-	-	-	-
Población total	-	3.3	2.0	3.3	3.3
Población económicamente act.	-	3.5	2.1	3.5	3.4

Fuente: OEDEC " Análisis Demográfico de Nicaragua, parte I  
Empleo y salarios en Nicaragua, 1980

a) Los niveles de población total y económicamente activa fueron ajustados por el número de personas que se estima perdieron la vida durante la insurrección, 35.000.

Cuadro No. 1.4.5

NICARAGUA: ESTRUCTURA DE LA POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA POR RAMA DE ACTIVIDAD ECONOMICA (1950, 60, 70, 80) EN PORCENTAJES.

RAMAS DE ACTIVIDADES ECONOMICA	1950	1960	1970	1980
Total	100.0	100.0	100.0	100.0
Agricultura	68.8	62.0	51.9	41.8
Minerfa	0.9	0.9	0.6	0.4
Industria	10.9	11.6	13.5	15.0
Construcción	2.5	3.2	3.9	4.6
Electricidad	0.2	0.2	0.7	0.7
Comercio	4.5	6.5	8.9	11.5
Transporte	1.8	2.3	3.2	4.3
Servicios	10.4	13.3	17.3	21.7

FUENTE : Elaborado por MIPLAN en base a Edenic, 1977 y coeficientes de -  
Prealc.

(\*) Director Nacional de Ingeniería Agrícola del Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA)

Por: Ing. Alberto Saenz(\*)

RESUMEN DEL INFORME DE PANAMA

DOCUMENTO B-13

SANTIAGO DE CHILE, 28 DE NOVIEMBRE  
AL 2 DE DICIEMBRE DE 1983

VII SEMINARIO  
LATINOAMERICANO  
DE IRRIGACION





B I B L I O G R A F I A

1. Estrategia de los Recursos Naturales y el Medio Ambiente de Nicaragua (1984-2000).  
INSTITUTO NICARAGUENSE DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE (IRENA).
2. Informe de Nicaragua a la FAO (1983)  
MINISTERIO DE DESARROLLO AGROPECUARIO Y REFORMA AGRARIA
3. Anuario Estadístico de Nicaragua 1980-1981-1982  
INSTITUTO DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS (INEC)
4. Plan de Desarrollo para los Recursos Hídricos  
TAHAL CONSULTING ENGINEERS L.T.D. Diciembre 1974.
5. Geografía de Nicaragua.  
FRANCISCO TERAN y JAIME INCER B.  
Primera Edición 1974
6. Inventario Nacional de Recursos Físicos Nicaragua  
AID/RIC GIPR No. 6 Noviembre 1966.
7. INE Anuario Hidrológico 1974-1975 Enero 1977
8. Evaluación de la Demanda de Agua para riego al año 2000  
en Nicaragua 1978.  
MINISTERIO DE DE AGRICULTURA Y GANADERIA 1978.
9. Estrategia de Desarrollo Agropecuario y Reforma Agraria  
MINISTERIO DE DESARROLLO AGROPECUARIO Y REFORMA AGRARIA  
Diciembre 1982.
10. Inventario y Diagnóstico de los Sistemas de Riego de la  
región II.  
MINISTERIO DE DESARROLLO AGROPECUARIO Y REFORMA AGRARIA  
Agosto 1983.
11. Proyecto Agroindustrial Azucarero Tipitapa-Malacatoya  
MINISTERIO DE DESARROLLO AGROPECUARIO Y REFORMA AGRARIA.

C U A D R O N° 2.1

PROYECTOS DE DESARROLLO (Area en Has)

<p>1. Irrigación</p> <p>Caña de Azúcar 15.000 Arroz 6.000 Semilla Certificada 1.600 Tabaco-Frijol 6.000 Algodón - Maíz 15.000 Papa - Maíz 1.000 Hortalizas 1.500 Pastos 1.000</p> <p>Sub-Total <u>47.100</u></p> <p>Zona: Pacífico y Central</p>	<p>2. Drenaje</p> <p>Palma Africana 6.000 Coco 5.000 Cacao 6.000</p> <p>Sub-Total <u>17.000</u></p> <p>Zona: Atlántico Húmedo</p>
<p>3. Desarrollo Integral Valles</p> <p>20.000 Zona: Nor-Central</p>	<p>4. Ganaderos</p> <p>Programa Regional Boaco-Chontoles Programa Regional Muy-Muy-Matiguas Proyecto Chiltipe (Leche) Cuenca Lechera Managua Programa Genético Centro de Inseminación Artificial</p>

CUADRO No. 1.6.3

NICARAGUA: AREA CULTIVADA, RENDIMIENTOS POR HA. Y VOLUMEN DE PRODUCCION DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS BAJO RIEGO  
(AREA EN HA, RENDIMIENTO Y VOLUMEN DE PRODUCCION EN TONFLAJAS)

CULTIVOS	1970/71		1974/75		1981/82		1982/83		1983/84					
	AREA	REND/HA	VOL. PROD.	AREA	REND/HA	VOL. PROD.	AREA	REND/HA	VOL. PROD.	AREA	REND/HA	VOL. PROD.		
Caña de Azúcar	ND	ND	15.9	80.0	1,272.0	17.6	83.8	1,475.0	19.0	78.1	1,484.0	18.5	80.9	1,497
Arroz	ND	ND	16.5	2.68	44.2	22.3	2.64	58.8	29.5	2.73	80.6	36.6	2.68	98
Banano	ND	ND	2.3	45.7	105.2	2.6	46.3	120.4	2.7	31.7	85.5	2.7	53.7	145
Tabaco	0.49	1.51	0.74	0.73	1.96	1.43	0.78	1.47	1.15	0.80	1.76	1.41	0.95	2.07
Hortalizas	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
TOTAL	-	-	35.4	-	1,422.8	43.3	-	1,655.3	52.0	-	1,652.0	58.8	-	1,742.0

VALOR DE LA PRODUCCION DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS BAJO RIEGO  
(Millones de Dólares)

CULTIVOS	A R O S				
	1970	1974	1981	1982	1983
Caña de Azúcar	N.D.	4.9	26.0	26.1	26.3
Arroz	N.D.	5.6	18.9	25.9	31.4
Banano	N.D.	5.74	6.38	5.89	6.19
Tabaco	0.64	1.08	4.72	6.06	8.52
Hortalizas	N.D.	ND	N.D.	N.D.	N.D.
TOTAL	-	17.3	56.0	64.0	72.4

FUENTE: Area, producción y Rendimiento: De los cultivos bajo riego: Dpto. de Control de Producción de Estadística-MIDINRA

NOTAS: a. Valor de la producción: Millones de dólares con paridad 10 x 1

b. Los años 70-74 base 1958

c. Los años 81/82/83 base 1980

d. Arroz tonelada oro

e. Areas en Miles de Hectáreas

## CUADRO No. 1.6.2

AREA TOTAL CULTIVADA EN EL PAIS, AREA BAJO RIEGO Y VALOR DE LA PRODUCCION

CULTIVOS	1970/71	1974/75	1981/82	1982/83	1983/84	VALOR DE LA PRODUCCION			
	AREA ( Ha. )	AREA ( Ha. )	AREA ( Ha. )	AREA ( Ha. )	AREA ( Ha. )	1974	1981	1982	1983
<b>TOTAL DE CULTIVOS</b>						MILLONES DE DOLARES			
Algodón	95.98	179.20	93.50	91.00	105.60	27.43	104.70	97.98	121.91
Café	84.58	83.80	88.50	90.20	100.00	25.11	24.86	164.93	175.96
Caña de Azúcar	32.60	35.30	44.30	45.80	47.70	7.11	7.33	38.80	42.44
Banano	n. d.	2.30	2.61	2.66	2.66	0.29	5.74	6.38	5.89
Tabaco	0.49	0.73	0.77	0.80	0.95	0.64	1.08	4.72	6.06
Ajonjolí	9.93	4.70	15.10	9.90	20.60	0.75	0.43	4.77	3.31
Maíz	210.60	263.60	207.00	170.10	211.30	6.95	7.77	38.34	34.44
Frijol	46.90	90.35	75.70	68.90	102.20	4.76	6.73	27.54	25.13
Arroz	33.60	32.90	43.20	44.40	57.00	6.34	6.69	31.50	38.75
Sorgo	41.60	55.80	66.30	39.60	58.60	2.14	2.51	11.72	8.00
Hortalizas	N. D.	N. D.	3.10	3.40	5.7	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.
<b>T O T A L</b>	556.28	748.38	668.08	566.76	712.31	81.52	117.3	433.4	438.0
<b>CULTIVOS BAJO RIEGO</b>									
Algodón	-	2.7	-	-	-	-	-	-	-
Caña de Azúcar	-	15.9	17.6	19.0	18.5	-	4.9	2.6	26.1
Banano	-	2.3	2.6	2.7	2.7	-	5.74	6.38	5.89
Tabaco	-	0.73	0.78	0.80	0.95	-	1.08	4.72	6.06
Maíz	-	1.06	2.1	4.6	N. D.	-	0.13	1.2	3.7
Frijol	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Arroz	-	16.5	22.3	29.5	36.6	-	5.6	18.9	25.9
<b>T O T A L</b>	-	39.19	45.38	56.60	58.75	-	17.45	57.20	67.65

FUENTE a) Areas : Dpto. de Control de Producción de Estadísticas Mifnra

b) Valor de Producción : MIPLAN

### NOTAS

- a) Areas miles de Hectáreas
- b) Valor de la Producción : Millones de Dólares
- c) Los años 70 - 74 base 1958
- d) Los años 81/82/83 base 1980



## CUADRO No. 1.6.1

NICARAGUA: AREA CULTIVADA, RENDIMIENTO POR HECTAREA Y VOLUMEN DE PRODUCCION DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS DE SECANO (Area en Ha., rendimiento y volumen de Producción en Toneladas).

CULTIVOS	1970/1971			1974/1975			1981/1982			1982/1983			1983/1984		
	AREA	REND./HA.	VOL. PROD.	AREA	REND./HA.	VOL. PROD.	AREA	REND./HA.	VOL. PROD.	AREA	REND./HA.	VOL. PROD.	AREA	REND./HA.	VOL. PROD.
Algodón	96.00	2.47	236.80	179.20	2.03	363.60	93.50	1.98	185.5	91	2.53	230.5	105.6	2.36	249.2
Café	84.60	0.46	39.00	83.80	0.48	40.50	88.52	0.68	60.4	90.21	0.72	65.	100.0	0.64	63.6
Matz	210.50	0.85	179.10	263.40	0.76	200.60	207.00	0.92	191	170.1	1.06	179.7	211.2	1.14	241.5
Frijol	46.90	0.74	34.90	90.40	0.51	46.00	75.70	0.54	41.1	68.8	0.68	46.8	102.1	0.67	68.5
Sorgo	41.60	1.02	42.30	55.80	0.92	51.30	66.30	1.44	95.3	39.5	1.32	52.30	58.6	2.60	152.4
<b>TOTAL</b>	<b>479.60</b>	<b>-</b>	<b>532.10</b>	<b>672.60</b>	<b>-</b>	<b>702.00</b>	<b>531.00</b>	<b>-</b>	<b>573.30</b>	<b>459.60</b>	<b>-</b>	<b>574.30</b>	<b>577.5</b>	<b>-</b>	<b>775.20</b>

### VALOR DE LA PRODUCCION DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS EN SECANO

(Valores en US\$ Dolares)

CULTIVOS	A N O S				
	1970	1974	1981	1982	1983
Algodón	27.43	54.13	104.7	97.9	121.9
Café	25.11	24.9	164.9	176.	178.4
Sorgo	2.14	2.51	11.72	8.0	19.39
Matz	6.95	7.77	38.3	34.4	51.4
Frijol	4.76	6.7	27.5	25.1	34.4
<b>TOTAL</b>	<b>66.39</b>	<b>96.00</b>	<b>347.10</b>	<b>841.40</b>	<b>405.40</b>

FUENTE: a) Area, producción y rendimiento: Departamento de control de producción de estadística. MIDINRA  
 b) Valor de la producción: MIPLAN (en millones de dólares con paridad 10 x 1)

#### NOTAS:

- a. N.D. No disponible
- b. Los años 70-74 base 1958
- c. Los años 81/82/83 base 1980
- d. Arroz: toneladas oro
- e. Algodón: Baza

CUADRO No. 1.5.2

NICARAGUA: PRODUCTO INTERNO BRUTO POR ACTIVIDAD ECONOMICA  
A COSTO DE FACTORES

	MILLONES DE CORDOBAS A PREC. DE 1970			TASAS DE CRECIMIENTO		
	1980	1981	1979	1980	1981	1981
<u>PRODUCTO INTERNO BRUTO</u> <sup>a/</sup>	<u>5.541</u>	<u>6.012</u>	<u>-25.5</u>	<u>10.0</u>	<u>8.5</u>	<u>8.5</u>
<u>BIENES</u>	<u>2.777</u>	<u>3.006</u>	<u>-23.1</u>	<u>0.8</u>	<u>8.3</u>	<u>8.3</u>
Agricultura	1.409	1.552	-14.9	-10.0	10.1	10.1
Minería	8	8	-57.9	49.2	2.6	2.6
Industria Manufacturera	2.248	1.283	-26.4	11.8	2.8	2.8
Construcción	112	163	-74.2	117.3	44.7	44.7
<u>SERVICIOS BASICOS</u>	<u>448</u>	<u>494</u>	<u>-16.5</u>	<u>16.3</u>	<u>10.3</u>	<u>10.3</u>
Electricidad, gas y agua	149	162	- 9.3	11.8	8.4	8.4
Transporte, almacenamiento y						
Comunicaciones	299	332	-19.9	18.5	10.9	10.9
<u>OTROS SERVICIOS</u>	<u>2.431</u>	<u>2.627</u>	<u>-25.5</u>	<u>19.1</u>	<u>8.1</u>	<u>8.1</u>
Comercio y Finanzas	1.194	1.319	-33.4	16.3	10.5	10.5
Propiedad de Vivienda	220	231	-26.6	-	5.0	5.0
Servicios Gubernamentales	756	787	- 6.3	29.4	4.1	4.1
Otros Servicios	261	290	-29.8	17.5	10.9	10.9

FUENTE: Sobre la base de cifras del Ministerio de Planificación de Nicaragua.

<sup>a/</sup> : La suma de las actividades no coincide con el total por el método general aplicado en el cálculo, que consistió en extrapolar independientemente cada actividad y el total.

CUADRO No. 1.5.1

NICARAGUA: INDICADORES ECONOMICOS - PIB AGRICOLA (1960 - 1979)

ANOS	PIB POR HABITANTE	PIB AGRICOLA	PIB AGRICOLA POR HABITANTE
<u>MILLONES DE DOLARES DE 1978</u>			
1960	840	595	196
1970	1608	876	357
1975	2065	955	474
1979	1609	649	465
<u>TASAS DE CRECIMIENTO MEDIAS ANUALES</u>			
1970/1960	0.7	3.9	0.2
1975/1970	5.1	1.8	5.8
1979/1975	6.0	9.2	0.5
			3.4
			2.5
			3.8

FUENTE: Elaborado en base a estadísticas oficiales.

CUADRO No. 1.4.6.

NICARAGUA: Segmentación de la población económicamente activa, 1950, 1970, 1980 (porcentajes).

	1950	1960	1970	1980 *
Total PEA	100.0	100.0	100.0	100.0
Sub Total Urbano	30.3	37.2	47.5	57.8
Formal	18.6	22.1	26.8	29.5
Servicio Doméstico	6.5	9.1	12.6	17.6
Sub Total Agrícola	5.2	6.0	8.1	10.7
Moderno	42.9	33.5	25.9	18.0
Tradicional	25.9	28.5	26.0	23.8
Minería	0.9	0.9	0.6	0.4

Fuente: Elaborado por PREALC en base a los censos oficiales.  
\* 1980 - estimaciones

## RESUMEN DEL INFORME NACIONAL DE PANAMA

No obstante las limitaciones de las características de clima tropical-húmedo y las condiciones accidentales del relieve se ha establecido una política agresiva en cuanto al desarrollo del riego en Panamá.

Se han identificado 200.000 hectáreas de tierras agrológicamente aptas para el riego, con aproximadamente 90.000 con posibilidades de puestas en riego, dentro de los límites económicos permisibles.

En la actualidad se tienen 36.400 has. irrigadas y se espera para el año 2000 cubrir las 60.000 has. con riego, con sistemas de riego medianamente grandes para nuestras condiciones y un programa especial de Pequeñas Obras de Riego a nivel de pequeñas y medianas fincas de producción de alimentos.

Se tiene adelantado estudios de prefactibilidad para 47.900 has. (Coclé 1, llanos de Coclé, Tonosí, Dolega y Barú), sin embargo no se ha logrado obtener el financiamiento para iniciar la ejecución de estos proyectos; las restantes 12.000 has. se lograrán mediante el programa en ejecución de Pequeñas Obras de Riego.

Los problemas de interés principalmente que nos toca resolver son el conocimiento sobre aguas subterráneas y la generación de estrategias que nos permitan irrigar zonas con carencia de fuentes superficiales de agua permanentes y topografías inadecuadas para riego por gravedad.

Siempre que sea factible, sea rentable y se incremente la explotación ganadera a nivel intensivo, se tratará de ampliar las áreas irrigables hasta cubrir las 90 mil hectáreas identificadas.

Las acciones de gobierno encaminadas a promover el uso de riego en nuestro país tropical-húmedo, está logrando la aceptación de los productores en forma positiva, lo cual facilita en parte las acciones tendientes a incrementar las áreas irrigables.





**VII SEMINARIO  
LATINOAMERICANO  
DE IRRIGACION**

**SANTIAGO DE CHILE, 28 DE NOVIEMBRE  
AL 2 DE DICIEMBRE DE 1983**

**DOCUMENTO B-14**

**RESUMEN DEL INFORME DE PERU**

**Por: Ing. Roger Sánchez Vélez(\*)**

---

**(\*)Director General de Planificación - Instituto Nacional de Ampliación de la Frontera Agrícola (INAF)**





## RESUMEN DEL INFORME NACIONAL DEL PERU

### 1. INFORMACION GENERAL

El Perú cuenta con una superficie total de 128,52 millones de Has., de las cuales, en la actualidad, sólo se explotan agrícolamente 3.021.600 Has. o sea un 2,35 % de la superficie total.

Las 3.021.600 Has de área agrícola se descomponen, por regiones naturales y modalidad de abastecimiento hídrico, de la siguiente forma (Has):

MODALIDAD	REGIONES			TOTAL	%
	COSTA	SIERRA	SELVA		
SECANO	- o -	1.276.200	497.600	1.773.800	59
RIEGO	706.400	434.800	106.600	1.247.800	41
TOTAL	706.400	1.711.000	604.200	3.021.600	100

Tal como se desprende del cuadro que antecede, del total de 1.247.800 Has. bajo riego con que cuenta actualmente el Perú, el 56% se ubica en su Región - de la Costa; el 35% en la Región de la Sierra y el 9% restante en la Región - Selva.

### 2. POTENCIAL DE TIERRAS APROVECHABLES PARA LA AGRICULTURA (Has)

Area actualmente cultivada:	3.021.600	40 %
Area apta no aprovechada actualmente:	4.587.400	60 %
	<u>7.608.000</u>	<u>100 %</u>

### 3. POBLACION

Según el Censo de 1981, el Perú cuenta con 17.031.221 habitantes. De dicho total, el 65% (11.070.294) es población urbana y el 35% (5.960.927) es rural.

### 4. VERTIENTES HIDROGRAFICAS

VERTIENTES	%DEL AREA TOTAL DEL PAIS.	CAUDAL PROMEDIO ESCURRIMIENTO ANUAL		CANTIDAD DE RIOS	INVENTARIADO
		m <sup>3</sup> /seg.	%		
ATLANTICO	74,5	63.379	97,81	4	564 hasta 6 ordin.
PACIFICO	21,7	1.097	1,69	53	381 hasta 4 ordin.
TITICACA	3,8	322	0,50	12	62 hasta 4 ordin.
TOTAL	100,00	64.799	100,00	69	1.007

#### 5. REGIONES HIDROGRAFICAS Y CUENCAS

La cordillera de Los Andes establece claramente regiones hidrográficas de diferentes características: climáticas, geológicas, ecológicas, etc. y que las denominamos:

1. Región del Pacífico
2. Región Interandina
3. Región del Altiplano
4. Región Amazónica

Dentro de estas regiones se han demarcado espacios más o menos homogéneas que permitan un mejor desarrollo de sus recursos hídricos y un eficaz control del uso, conservación y preservación de los recursos de agua y suelo.

#### 6. RECURSO AGUA Y SUS CARACTERISTICAS DE USO

En el Perú el recurso agua se presenta con características muy especiales de variabilidad espacial y temporal, condicionada por la configuración topográfica y variación climática, igualmente se da una distribución inversa entre la población y sus actividades económicas respecto a la disponibilidad de este recurso.

Por ejemplo en la Región del Pacífico (Costa) se tiene:

AÑO	POBLACION	CAUDAL PROMEDIO DE ES CURRIMIENTO (53 rios)
1981	8,5 millones (50% total del país)	1.097 m <sup>3</sup> /seg. (1,69 %)
1990	13.0 millones (59% total del país)	1.097 m <sup>3</sup> /seg (1,69 %)

## 7. TRABAJOS REALIZADOS

Breve historia:

**EPOCA PRE-COLONIAL:** La actividad básica de las culturas pre-Inca fue la agricultura. No obstante la escasez del recurso agua y quizás por esto mismo desarrollaron avanzados procesos de explotación de la tierra mediante obras de irrigación que aún subsisten, muchas de ellas están en servicio, y que hicieron decir de investigadores (Dr. Valcarcel) "lograron ser, sin tierras y sin agua, los más grandes agricultores de América".

Así tenemos obras como:

- Canal de Raca Rumi en el área del Proyecto Tinajones (Costa Norte del País)
- Canal de La Achirana realizado por el ejército conquistador del Inca Pachacutec (Costa Sur del País).

Se estima que el área agrícola en la costa peruana es actualmente menor en 900.000 Has. a la que se regaba en la época pre-colonial (Dr. Paul Gash).

**EPOCA COLONIAL:** Se estima que en esta época el área irrigada decreció a 450000 Has. en la Costa.

**EPOCA REPUBLICANA:** A comienzos del presente siglo, se reactiva la agricultura en la Costa y en las últimas décadas se está introduciendo el riego en la Sierra y Cajón de Selva, habiéndose alcanzado aproximadamente con proyectos de irrigación desde 1906 a 1983 un total de 526.129 Has; de las cuales 338.231 Hás son de mejoramiento; 183.523 Hás son nuevas para la agricultura y 4.375 Hás. son de rehabilitación.

## 8. PROYECTOS EN AGTUAL EJECUCION

Actualmente el Perú tiene proyecto en ejecución de obras con los que se alcanzará las siguientes metas (Has)

	AGRICULTURA				
	Total	Mejoradas	Nuevas	Rehabilitación	Energía MW
<b>Grandes</b>					
Proyectos(6)	617.000	368.000	249.000	- o -	1.577
Pequeños	90.411	53.922	22.013	14.456	- o -
<b>Total</b>	<b>707.391</b>	<b>421.922</b>	<b>271.013</b>	<b>14.456</b>	<b>1.577</b>

## 9. LEYES Y REGLAMENTOS

Hasta Junio de 1969 el Perú estuvo regido por el Código en Aguas de 1902. El Decreto Ley N° 17752 "Ley General de Aguas" promulgada el 24 de Junio de 1969 establece entre otros aspectos, lo siguiente:

- No reconoce derechos adquiridos sobre el agua.
- El Estado es el dueño de todas las aguas.
- El uso de las aguas es aleatorio y condicionado tanto a su existencia o disponibilidad como al interés social.
- Para todo uso sin excepción se requiere de : autorización, permiso o licencia por parte del Estado, aún cuando se trate de organismos públicos.
- El uso agrícola está sujeto a planes de cultivo y tiempo.
- Establece prioridades de uso.
- Se crea la autoridad del Agua: Ministerio de Agricultura
- Establece jurisdicción Administrativa:
  - 1ra. Instancia: Las Administraciones Técnicas de los Distritos de Riego.
  - 2da. Instancia: El Ministerio de Agricultura.



**VII SEMINARIO  
LATINOAMERICANO  
DE IRRIGACION**

**SANTIAGO DE CHILE, 28 DE NOVIEMBRE  
AL 2 DE DICIEMBRE DE 1983**

**DOCUMENTO B-15**

**INFORME NACIONAL DE REPUBLICA DOMINICANA  
"SITUACION DEL RIEGO EN REPUBLICA DOMINICANA"**

**Por: Ing. Isidro Pazos Mejía(\*)  
Ing. Gilberto Reynoso S. (\*\*)**

---

**(\*)Asesor del Director Ejecutivo del Instituto Nacional de Recursos  
Hidráulicos (INRH)**

**(\*\*)Ing. Encargado Departamento de Distritos de Riego (INRH)**



## INFORME NACIONAL DE REPUBLICA DOMINICANA

### INTRODUCCION.

La República Dominicana con una extensión de 48,442 Km<sup>2</sup>., ocupa la porción oriental de la Isla de Santo Domingo. Situada entre el Océano Atlántico, y el Mar Caribe entre las Latitudes 17<sup>a</sup> - 30' y 20<sup>a</sup> - 00' Norte entre los Meridianos 68<sup>a</sup> - 00' y 72<sup>a</sup> - 00' de Longitud al Oeste de Greenwich.

El clima es de tipo tropical con temperaturas medias anuales entre 24 y 28 °C y precipitaciones totales que oscilan entre 400 hasta 2500 mm., anuales. En la costa Norte influencia de por las corrientes de los vientos alisios en verano y los efectos debilitados de las masas de aire polar continental, en invierno se producen lluvias abundantes, mientras que para el resto del país hay dos estaciones definidas: de diciembre a abril y de mayo a noviembre.

La historia del riego comienza a desarrollarse en una región con lluvias promedios de 750 mm., en la cual fue construido el primer canal de riego en 1885; extendiéndose la construcción de nuevos canales a regiones feraces, hasta alcanzar un cierto desarrollo a principios del Siglo XX con un proyecto de riego y drenaje de 13,000 Has. para el cultivo de caña de azúcar. Entre los años 1920 y 1960 se construyeron y ampliaron sistemas pequeños y medianos, casi todos exclusivamente para el riego del cultivo de arroz. A partir del 1968 se incrementó sustancialmente la construcción de sistemas de riego asociados a presas de almacenamiento hasta cubrir una superficie de 188,000 Ha., y capacidad de almacenamiento de 1400 millones de metros cúbicos.

### 1. INFORMACION GENERAL.

#### 1.1 Tierras.

En el cuadro No.1, se consigna la información sobre la superficie total aptas para la actividad agrícola con riego y/o drenaje y los porcentajes en relación a superficie total del país y a las cultivadas con riego y drenaje.

Cuadro No. 1

Superficie del País en Miles de Hectáreas y su Relación con el uso Agrícola.

	Ha.	%
Superficie total	4,844.20	300.0
Superficie apta para agricultura	1,309.82	
Superficie apta para agricultura con riego y/o drenaje	7,100.00	
Porcentaje de la superficie total apta para agricultura con riego y/o drenaje en relación a la superficie total del país.		14.7
Porcentaje de la superficie apta para la agricultura con riego y/o drenaje en relación con la superficie apta para la agricultura.		54.2

1.2 Aguas Superficiales y Subterráneas.

En los Cuadros Nos. 2, 3 y 4 se resumen las informaciones sobre las aguas superficiales y subterráneas en el país. Los valores presentados sobre las aguas superficiales corresponden a los flujos naturales de cada cuenca considerada.



Cuadro No.2

Vertientes o Grandes Cuencas de la República Dominicana.

Cuencas	Area Km <sup>2</sup>	Superf. con rela- ción % Area to tal país	Descarga MM <sup>3</sup> .	Descarga en rela- ción de- más río país	Estacio- ciones
Yaque del Norte	7044	14.5	6773.5558	61.95	9
Yuna	5498	11.3	4616.8704	40.95	6
Yaque del Sur	4972	10.3	1160.2094	10.29	7
Ozama-Nizao	3660	7.5	666.98632	5.91	5
San Juan	2005	4.1	294.54624	2.61	6
<b>Totales</b>	<b>23179</b>	<b>47.7</b>	<b>13712.167</b>		<b>33</b>

Cuadro No.3

Ríos más Importantes de la República Dominicana, Volúmenes y Gastos Promedios Anuales.

Ríos	Cuencas	Descarga	Gastos Pro	Gastos M <sup>3</sup> /S	
		Anual	medios	diarios anua	les
		MM <sup>3</sup> .	M <sup>3</sup> / Seg.	MIN	MAX
Macasías	Artibonito/Maca- sías	180.07056	5.71	0.0	0.90
Joca	Artibonito Joca	168.08688	5.33	0.99	7.56
Nizao	Río Nizao	532.01232	16.87	2.03	34.94
Artibonito	" Artibonito	485.33904	15.93	0.16	65.83
Yaque del Sur	" Yaque del Sur	697.26096	22.11	0.00	21.72
San Juan	" Y. del Sur/San Juan	294.54624	10.44	1.81	5.70
Mijo	" Y. del Sur/Mijo	168.40224	5.34	0.86	14.81

**Cont. Cuadro No.3 . Ríos más Importantes de la República Dominicana, Volúmenes y Gastos Promedios Anuales.**

Ríos	Cuencas	Descarga Anual MM <sup>3</sup> .	Gastos Promedios M <sup>3</sup> / Seg.	Gastos M <sup>3</sup> / s. diarios MIN	Gastos anuales MM <sup>3</sup>
Yaque del Norte	Río Yaque del Norte	1457.2786	46.21	2.25	46.96
Mao	Río Y. del Norte/Mao	654.05664	20.74	2.92	97.32
Amina	Río Y. del Norte/Amina	303.06096	9.61	0.09	52.05
Bao	Río Y. del Norte/Bao	622.836	19.75	0.81	64.44
Yuna	Río Yuna	1195.2144	37.90	0.98	129.12
Payabo	Río Yuna/Payabo	210.34512	6.67	0.41	99.40
Jima	Río Yuna/Jima	334.59696	10.61	0.47	22.65
Chavón	Río Chavón	172.81728	5.48	0.02	37.79
Nizaito	" Nizao	134.974080	4.28	-	-
Jura	" Jura	39.42	1.25	0.05	2.66
Ocoa	" Ocoa	109.74528	3.48	0.32	4.67
Haina	" Haina	154.21104	4.89	0.03	55.73
Soco	" Soco	317.25216	10.06	0.00	52.13
Duey	" Duey	123.62112	3.92	0.03	28.42
Cenoví	" Yuna/Cenón	42.88896	1.36	0.19	5.79
Jaya		34.65891	1.06	0.10	4.79
<b>Totales</b>		<b>11,266.521</b>			

El potencial explotable de aguas subterráneas en las distintas cuencas se resumen en el siguiente cuadro.

**Cuadro No.4**

**Resumen del Potencial Explotable de Aguas Subterráneas (MM<sup>3</sup>)**

Cuenca	Potencial Explotable		
	Total	Explotado al Presente	Explotable Adicional
Yaque del Norte	45	13	32
San Juan	50	2	48
Yaque del Sur	540	40	500
Yuna-Camú	225	20	205

Cont. Cuadro No.4

Resumen del Potencial Explotable de Aguas Subterráneas (MM<sup>3</sup>)

Cuenca	Potencial Explotable		
	Total	Explotado al Presente	Explotable Adicional
Ozama-Nizao	550	170	380
<b>Total</b>	<b>1510</b>	<b>245</b>	<b>1265</b>

Los datos incluidos muestran tanto el potencial explotable total como el que se estima que ya es aprovechado al presente y el remanente que aún está disponible para ser aprovechado. Según se puede apreciar en el cuadro el potencial es del orden de  $1.5 \times 10^9$  M<sup>3</sup>.

Cuadro No.5

Demanda de Agua de los Distintos Sectores Según las Cuencas en (Millones de M<sup>3</sup>/Año).

Cuenca	Urbano	Agrícola	Industrial	Total
Yaque del Norte	39.6	820	11	870.6
San Juan	8.4	148	0.3	156.7
Yaque del Sur	15.8	543	3.9	532.7
Yuna	32.7	533	4.4	570.1
Ozama-Nizao	190.8	79	62.3	332.1
<b>Total</b>	<b>287.0</b>	<b>2,123</b>	<b>82.0</b>	<b>2,492.0</b>

1.2.1 Características de las Presas de Almacenamiento en la República Dominicana.

A partir del año 1968 se han venido construyendo presas de almacenamiento planificadas por los años de 1956, y en los últimos años previéndose que con la ejecución de estos proyectos de presas se elevarán la capacidad de almacenamiento para 1984 a 2,600 millones de M<sup>3</sup>. En el cuadro No.6 se resumen las características de los cinco embalses en operación más importantes del país.

Cuadro No.6

Embalses más Importantes en Operación de República Dominicana y Algunas Características.

Presa	Río	Capaci- dad To- tal de Almace- namien- to. (MM <sup>3</sup> )	Capaci- dad Util Dispo- nible (MM <sup>3</sup> )	Verte- dero Exce- lencia (M <sup>3</sup> /Seg)	Descarga de Operación (M <sup>3</sup> /Seg)
Tavera +	Yaque del Nor- te.	417	251.0	6,000	
Bao	Bao			Plus way emer- gencia.	200
Valdesia	Mizao	186.07	128.0	7,200	
Sabana	Yaque del Sur	401.0	368.00		
Yegua	Río Grande Las Cuevas				
Rincón	Jima	75.5	60.5	390	-
Sabaneta	San Juan	78.0	68.0	4,000	900

1.3 Propiedades Agrícolas.

Según los datos del Censo Nacional Agropecuario de 1981, existen:

No. de Propiedades	:	385,060
Area Total	:	1,002,453.3 Has
Promedio Nacional de Superficie por Propiedad	:	2.6 "

1.4 Población.

De acuerdo al Censo Nacional, 1981, se tiene la siguiente distribución en la población:

a) Total de Habitantes	:	5,647,977
Población Urbana	:	2,935,860
Población Rural	:	2,712,117
b) Población Económicamente Activa (PEA)	:	1,800.23

**Población Económicamente Activa/Población Total=31.87%**

**1.5 Producto Interno Bruto (PIB)**

Como puede observarse en el cuadro siguiente, el Producto Interno Bruto (PIB) total a 1981 (estimado) es de 3,048.6 Millones de US\$, en donde la Manufactura, el Comercio y la Agricultura son los sectores de origen de mayor aporte: 19%, 17% y 10%, respectivamente. También se presentan los datos para los años 1970 a 1975, y los últimos tres años.



# PRODUCTO INTERNO BRUTO POR SECTORES DE ORIGEN ( A Precios De 1970 En Millones De US \$.)

CUADRO N.º 7

SECTORES	AÑOS									
	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1980	1981	1982	
1. AGRICULTURA.	232.8	247.0	253.9	279.3	279.1	262.8	296.5	310.3	318.4	
2. GANADERIA.	103.1	97.7	113.7	119.5	119.6	122.9	132.2	132.1	100.3	
3. SILVICULTURA Y PESCA.	9.5	9.0	9.9	12.8	12.3	11.2	18.5	18.5	20.5	
4. MINERIA.	22.7	23.5	63.4	100.2	109.9	121.7	124.8	132.2	60.2	
5. MANUFACTURA.	275.4	311.0	332.5	361.3	399.4	422.5	530.2	543.1	563.9	
6. CONSTRUCCIONES.	72.7	103.3	112.7	137.5	141.0	152.8	30.9	32.8	34.7	
7. COMERCIO.	237.8	269.9	308.9	340.3	369.0	385.6	473.6	491.6	508.8	
8. TRANSPORTE.	104.5	116.3	124.7	140.7	155.0	161.5	199.6	210.1	222.1	
9. COMUNICACIONES.	10.3	11.4	13.5	16.2	19.1	21.2	30.9	32.8	34.7	
10. ELECTRICIDAD.	17.5	19.8	22.4	26.0	28.1	30.0	49.0	55.4	61.8	
11. FINANZAS.	27.0	26.2	28.6	32.6	40.7	48.7	70.4	73.2	77.4	
12. PROPIEDAD DE VIVIENDAS.	180.2	110.6	118.6	129.8	140.6	149.1	198.1	198.7	197.9	
13. GOBIERNO.	132.1	137.6	156.8	157.1	158.6	163.1	277.7	274.7	281.7	
14. OTROS SERVICIOS.	129.3	133.7	154.6	180.6	193.1	206.9	255.4	278.1	295.3	
<b>TOTALES</b>	<b>1,435.6</b>	<b>1,647.1</b>	<b>1,816.3</b>	<b>2,082.6</b>	<b>2,174.9</b>	<b>2,288.5</b>	<b>2,733.6</b>	<b>2,837.4</b>	<b>2,888.0</b>	

El Producto Interno Bruto Por Sectores De Origen (A Precios Corrientes) En Composición Porcentual Para Los Años 1970 a 1975 Y Los Últimos Tres Años Se Exponen En El Cuadro Siguiente:

cuadro 28 "Prod. Interno Bruto Por Sectores De Origen (Precios Corrientes-Composición Porcentual"

SECTORES	AÑOS									
	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1980	1981	1982	
1. AGRICULTURA.	15.7	15.0	14.0	13.6	12.8	11.3	10.2	10.3	10.4	
2. GANADERIA.	8.9	8.5	8.3	8.0	8.4	8.3	8.3	8.3	8.3	
3. SILVICULTURA Y PESCA.	0.6	0.5	0.5	0.9	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	
4. MINERIA.	1.5	1.4	3.5	4.9	6.0	5.3	4.3	4.5	3.0	
5. MANUFACTURA.	18.5	18.9	18.6	18.3	18.7	18.7	18.3	18.2	18.6	
6. CONSTRUCCIONES.	4.9	6.3	6.2	6.7	6.5	6.7	6.8	6.6	6.4	
7. COMERCIO.	16.0	16.4	17.0	17.0	16.9	16.9	16.3	16.4	16.7	
8. TRANSPORTE	7.0	7.1	6.9	7.2	7.1	7.1	6.9	7.0	7.3	
9. COMUNICACIONES	0.7	0.7	0.7	0.9	0.9	0.9	1.1	1.1	1.1	
10. ELECTRICIDAD.	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.7	1.8	1.7	
11. FINANZAS.	1.8	1.6	1.6	1.9	2.1	2.1	2.4	2.4	2.5	
12. PROPIEDAD DE VIVIENDA.	6.3	6.7	6.5	6.6	6.5	6.6	6.6	6.7	6.5	
13. GOBIERNO.	10.3	9.6	6.6	8.9	9.0	9.0	9.6	9.2	9.3	
14. OTROS SERVICIOS.	8.1	8.1	8.5	8.9	9.0	9.0	9.2	9.3	9.7	
<b>TOTALES</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100.1</b>	<b>102.5</b>	<b>106.8</b>	<b>101</b>	<b>100</b>	<b>100.1</b>	<b>100</b>	



**1.6 Area Total Cultivada y con Riego y/o Drenaje.**

En el cuadro mostrado a continuación se presentan las cifras sobre áreas cultivadas con riego y/o drenaje para el año 1982.

**Cuadro No.9**

**Area Total Cultivada con Riego y/o Drenaje.**

<u>Descripción</u>	<u>Ha.</u>
1. Area total cultiva en el país	1,309,852.6
2. Area total cultivada con riego y/o drenaje	188,169.18
3. Area total cultivada exclusivamente con riego.	188,169.18
4. Area total cultivada exclusivamente con drenaje.	-

**1.7 Cultivos en Areas de Secano o Temporal.**

Los principales cultivos de secano o temporal, considerando el área que ocupan, su porcentaje con relación al total nacional y los rendimientos/Ha., se consignan en el cuadro siguiente.

**Cuadro No.10**

**Cultivos en Areas de Secano o Temporal para el Año 1982.**

<u>Cultivos</u>	<u>Areas (Ha)</u>	<u>Rend. Ton./Ha.</u>	<u>Area Cultivo/Total del País %</u>	<u>Valor de la Producción (US\$)</u>	<u>% del valor de producción primaria sobre el valor de la producción agrícola nacional</u>
Café	229,062.5	1.44	17.48	96,073,000	1.5
Cacao	119,689.5	0.28	9.13	61,830,000	0.99
Caña Azúcar	77,119.06	6.40	7.71	335,223,000	9.5

**1.8 Cultivos en Areas con Riego y/o Drenaje.**

En el cuadro siguiente se presentan los cultivos más impor-

tantes en las áreas con riego y/o drenaje, con indicación para cada cultivo de : área bajo cultivo, rendimiento unitario (Ton/Ha), valor de la producción (US\$), % del área cultivada con respecto al área total cultivada con riego y drenaje, volúmen total de la producción (Ton.).

Tal como puede verse en el citado cuadro, el cultivo que ocupa mayor área a nivel nacional es el arroz, con aproximadamente 95,000 Ha., lo cual representa el 50.4% con respecto al total del área cultivada con riego y/o drenaje. Otros cultivos de importancia según el área que ocupan son caña de azúcar y los plátanos con 8.73% y 7.52 %, respectivamente, con respecto al área cultivada con riego y/o drenaje.

Cuadro No.11 Cultivos en Areas con Riego y Drenaje y Volúmenes de Agua Aplicadas.

ORDEN	CULTIVOS	AREAS (Ha.)	RENDIMIENTO Ton/Ha.	VALOR DE LA PRODUCCION M.D./Ha.	AREA CULTIVADA SOBRE AREA DA DEL CULTIVO (Ha)	AREA CULTIVADA CON RIEGO Y DRENAJE (Ha.)	VOLUMEN TOTAL ( Ton.)	PROMEDIO M <sup>3</sup> /Ha
1	Arroz	94,858.88	3.004	142,680	9.46	50.4	288,827.81	30,000
2	Caña de Azúcar	16,432.18	6.4	21,033	1.64	8.73	105,166.00	20,000
3	Plátanos	12,622	48 Manos/Ha.	19,560	1.26	6.7	605,856	14,800
4	Pastos	12,386.438	-	198,183	1.23	6.58	-	16,000
5	Tomates	4,345.9	1.3	13,057	0.4	2.3	14,193.3	6,200

\* Valor de la superficie cosechada.

1.9 Principales Productos Agrícolas de Exportación e Importación.

A continuación se detallan los principales productos de exportación e importación:

<u>Exportación</u>	<u>Importación.</u>
Caña de Azúcar	Maíz
Café	Trigo
Cacao	Habichuelas rojas
Tábaco	Manzana
Coco	Uvas
Yautía	Peras

1.10 Destino de la Producción Agrícola Nacional.

Para el año 1979 se tienen los datos que se indican a continuación:

- Valor total del consumo nacional de la producción agrícola..... US\$ 134,039.739.2
- Valor total de los productos importados..... US\$ 484,628.697.0

2. AREAS CON RIEGO Y/O DRENAJE.

2.1 Areas Comprendidas en los Sistemas de Riego y/o Drenaje.

En la República Dominicana los Distritos de Riego son unidades operativas encargada de efectuar la política de riego del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos a nivel del país. El país está dividido en 7 (siete) Distritos de Riego que cubren geográficamente toda la superficie del territorio. El área total comprendida en los Distritos es de 188,169.18 Ha. En el cuadro No.12 se resume las áreas netas comprendidas en los sistemas de riego para los años 75-81.

Cuadro No.12

Areas Comprendidas en los Sistemas de Riego.

<u>Distritos</u>	<u>1978</u>	<u>1979</u>	<u>1980</u>	<u>1981</u>	<u>1982</u>
Yaque del Norte	38,099.87	38,099.87	41,764.07	41,762.07	44,682.9

Cont. Cuadro No.12

Áreas Comprendidas en los Sistemas de Riego.

<u>Distritos</u>	<u>1978</u>	<u>1979</u>	<u>1980</u>	<u>1981</u>	<u>1982</u>
Yaque del Sur	35,905.77	35,903.77	40,418.71	40,418.71	49,183.88
Yuna-Camú	40,229.80	43,012.89	43,012.89	43,926.25	43,972.75
Ozama-Nizao	15,050.69	15,050.69	15,910.42	15,934.75	20,925.06
Valle San Juan	24,695.89	24,695.86	25,375.02	27,814.25	28,194.56
<b>Totales</b>	<b>153,979.99</b>	<b>156,763.08</b>	<b>166,479.11</b>	<b>169,856.03</b>	<b>189,659.18</b>

Nota: El sector privado no interviene en el manejo del agua.

2.2 Sistemas, Proyectos o Distritos de Riego y/o Drenaje Públicos en Servicio.

En los cuadros siguientes se consignan las características principales de los sistemas de riego en operación en la República Dominicana.

Algunas Características Relacionadas Con El Total De Los Distritos De Riego Cuadro No. 13

N.º. DISTRITOS DE RIEGO	AREA BRUTA (Ha.)	CAPACIDAD MAX. CAPTACION (M <sup>3</sup> /Seg.)	AREA META (Ha.)	LONG. TOTAL CANALES (KM.)	LONG. TOTAL DRENES (KM.)	No. TOTAL PROPIEDADES	No. USUARIOS
7	100,100.10	343.0	100.030	2,000	300	300,000	50,000

Continuacion Cuadro No.13

Cuadro No.13-A

N.º. FUNCIONARIO PERMANENTES EN OPERACIONES.	N.º. FUNCIONARIO PERMANENTES EN CONSERVACION.	N.º. FUNCIONARIO PERMANENTES EN ADMINISTRACION.	VALOR PROMEDIO TARIFA (RD\$)		PRESUPUESTO ANUAL DE ADM., OPER. Y CONSERV.	% AUTOSUFICIERA ECONOMICA DE LOS D.R.	% EFICIENCIA DE COBRANZA.
			(No.)	(M <sup>3</sup> )			
470	39	04	17.90	NO SE COBRA	32,000,000	1.87	7

Continuacion Cuadro No.13

Cuadro No.13-B

AREA TOTAL CULTIVOS ANUALES	AREA CULTIVOS PERMANENTE	INDICE DE USO DE LAS TIERRAS	VALOR TOTAL PROD. AGRICOLA
143,924.00	44,229.20	1.0	610,000,430.20

Algunas Características Relacionadas Con El Total De Los Distritos De Riego

Cuadro No. 13

Nº. DISTRITOS DE RIEGO	AREA BRUTA (Ha.)	CAPACIDAD MAX. CAPTACION (M <sup>3</sup> /DIA)	AREA META (Ha.)	LONG. TOTAL CANALES (KM.)	LONG. TOTAL DRENES (KM.)	Nº. TOTAL PROPIEDADES	Nº. USUARIOS
7	188,109.15	343.5	150,939	2,500	398	389,000	55,000

Continuacion Cuadro No.13

Cuadro No.13-A

Nº. FUNCIONARIO PERMANENTES EN OPERACIONES.	Nº. FUNCIONARIO PERMANENTES EN CONSERVACION.	Nº. FUNCIONARIO PERMANENTES EN ADMINISTRACION.	VALOR PROMEDIO TARIFA (RD\$)		PRESUPUESTO ANUAL DE ADM. OPER. Y CONSERV.	% AUTOSUFICENCIA ECONOMICA DE LOS D.R.	% EFICIENCIA DE COBRANZA.
			(No.)	(M <sup>3</sup> )			
470	39	54	17.90	NO SE COBRA	32,000,000	1.07	7

Continuacion Cuadro No.13

Cuadro No.13-B

AREA TOTAL CULTIVOS ANUALES	AREA CULTIVOS PERMANENTE	INDICE DE USO DE LAS TIERRAS	VALOR TOTAL PROD. AGRICOLA
143,924.09	44,229.26	1.9	619,890,436.20

### 2.3 Sistemas de Riego y Drenaje en Proceso de Construcción con Fondos Públicos.

En la actualidad se encuentra en ejecución con fondos públicos 6 (seis) proyectos de riego, con un área bruta de influencia de 51,050 Ha. y un área neta de 45,416.67 Has. Estas áreas serán beneficiadas por los sistemas de riego y drenaje que comprenden estos proyectos.

La capacidad máxima de captación del total de proyectos es de 85 M3/Seg., con una longitud total de la red de riego de 420 Km. y 73 Km. de drenaje.

El número total de propiedades agrícolas a ser beneficiadas en el total del proyecto es de 20,420 propiedades con un número total de usuarios de 17,116.

El año previsto para la finalización de estos proyectos es 1985 con un monto total de RD\$201.705 millones. Hasta el 31 de diciembre de 1982 el monto invertido fue de US\$82,483 millones.

El porcentaje promedio de la inversión pública realizada desde 1978-1982 en infraestructuras de riego y drenaje en relación al promedio de inversión pública total realizada durante ese mismo período es de 6%.

El financiamiento externo para la construcción de dichos proyectos asciende a un total de US\$61.59 millones. El valor promedio de construcción por hectárea neta beneficiadas en los proyectos señalados es de US\$4,441,27.

El valor incremental estimado de la producción agrícola del total de los proyectos al terminarse su construcción y desarrollo es de US\$165.3 millones, con un porcentaje sobre el valor de la producción sin los proyectos de 23%.



**2.4 Proyectos de Riego y Drenaje que se encuentran a Nivel de Estudio Definitivo Financiado con Fondos Públicos.**

**Cuadro No. 14**

**Proyectos de Riego y/o Drenaje que se encuentran a Nivel de Estudios de Factibilidad o Definitivos.**

No. de Proyectos	Area Neta (Has)	Capacidad de Captación (M3/Seg)	No. Total de Predios	No. Usuarios	Costos RD\$
4	18480	27.7	9240	8700	168,063

**2.5 Proyectos de Riego y/o Drenaje que cuentan con Estudios de Menor Nivel que el de Factibilidad.**

En la actualidad hay identificado cinco (5) Proyectos de Riego y Drenaje que no cuentan todavía con estudio de factibilidad y que incorporarían 29000 Has. netas, con un número total estimado de usuarios de 116000 y, un valor incremental total de la producción agrícola al culminarse su construcción y desarrollo de US\$ 82,000,000.00.

**2.6 Métodos de Riego.**

En la República Dominicana el método de riego más utilizado es el riego por gravedad, actualmente se tienen 187,669.18 Ha., bajo este método.

Con menos importancia está el riego por aspersión donde hay aproximadamente 500.0 Ha. El riego por goteo está limitado a fincas privadas de la que no se tiene registro en cuanto a áreas regadas.

**2.7 Metas Previstas para los años 1990 y 2000 Referentes a Areas Totales con Facilidades de Riego.**

La República Dominicana contará para los años de 1990 y 2000, con una áreas netas de 234,350 Ha. y 319,302 Ha., comprendidas en sistemas, proyectos o distritos de riego, y/o drenaje

construidos y manejados por el sector público nacional. Los incrementos de las áreas indicadas son de 33.33 y 80% respectivamente.

Estas cifras excluyen la superficie que alcanzará el sector privado.

### 3. LEYES Y REGLAMENTOS RELACIONADOS CON LA IRRIGACION EN REPUBLICA DOMINICANA.

#### 3.1 Antecedentes.

Al sector privado se la atribuye la iniciativa de regular y controlar los cursos de agua para riego. En 1885 agricultores construyen el primer canal de riego en el Sur del país, hacia 1895 la iniciativa se traslada a la Región Norte de país, poniéndose varios canales de riego en operación. Al ascuar el Siglo XX se crea la Secretaría de Estado de Agricultura e Irrigación, sin e bargo, el incipiente desarrollo del riego seguiría estrechamente ligado al sector privado. En 1907 el Estado, por primera vez, asigna fondos para estudiar obras de riego. El crecimiento poblacional por los años del 1920 obliga la importación de alimentos, tales circunstancias motivan al Gobierno, en 1924, a crear a través de la Secretaría de Agricultura la primera oficina nacional de riego (conocida sucesivamente como Comisión Nacional de Irrigación, Comisión Nacional de Riego y Servicio Nacional de Riego), concebida para dirigir el desarrollo de proyectos de riego a gran escala. En 1928, el Servicio Nacional de Riego pasa a ser dependencia de la Secretaría de Estado de Obras Públicas y Fomento. En 1956 la Dirección Nacional de Riego se convierte en Secretaría de Recursos Hidráulicos; pero en 1957 retorna a ser dependencia de Obras Públicas y Fomento. En ese mismo año los Servicios de Operación y Mantenimiento pasan a la Secretaría de Agricultura, quedándose en Obras Públicas la Sección de Estudios y Diseños, Secretaría de Agricultura.

#### 3.2 Leyes Vigentes.

A continuación se presenta una relación de las Leyes vigentes en la República Dominicana, su denominación y fecha de promulgación.

Ley No. 5852, del 29 de marzo de 1962, Gaceta Oficial Núm. 8666, sobre Dominio de Aguas Terrestres y Distribución de Aguas Públicas,

Ley No.436, del 19 de octubre de 1964, Gaceta Oficial Núm. 8897, que modifica los Párrafos I, II, III, IV, V y VI, del Artículo 70 de la Ley Núm.5852, sobre Dominio de Aguas Terrestres y Distribución de Aguas Públicas.

Ley Núm. 6, del 8 de septiembre de 1965, Gaceta Oficial Núm.8945, que crea el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI), con carácter autónomo, patrimonio propio e independiente y duración ilimitada.

Ley Núm. 281, del 29 de junio de 1966, Gaceta Oficial Núm. 8992, de fecha 29 de junio de 1966, que modifica el ordinal 3 del Artículo 61 de la Ley Núm.5852, del 29 de marzo de 1962, sobre el uso anual de Aguas Públicas.

Ley Núm. 221, del 25 de noviembre de 1967, Gaceta Oficial Núm.9063 de la misma fecha, que modifica el Artículo 2 (Transitorio) de la Ley Núm. 436, de fecha 10 de octubre de 1964, que modifica a su vez el Artículo 70 de la referida Ley sobre Dominio de Aguas Terrestres y Distribución de Aguas Públicas.

Ley Núm. 263, del 6 de marzo de 1968, Gaceta Oficial Núm.9074, del 28 de marzo de 1968, que prohíbe las operaciones de traspaso de terrenos comprendidos dentro del área del Proyecto denominado complejo de Tavera, sin la previa autorización del Poder Ejecutivo.

Ley Núm. 264, del 6 de marzo de 1968, Gaceta Oficial Núm.9074, de la misma fecha, que consigna que el complejo de Tavera se ejecutará en las cuencas de los ríos del yaque del Norte y Bao y será construída, administrada y operada por cuenta del Estado.

Ley No.414, del 14 de marzo de 1969, Gaceta Oficial No.9131, que deroga el Artículo 110, de la Ley No.5852, sobre Dominio de Aguas Terrestres y Distribución de Aguas Públicas, de fecha 29 de marzo de 1962.

Ley Núm. 487, del 15 de octubre de 1969, Gaceta Oficial Núm. 9162, del 1ro. de noviembre de 1969, que reglamenta el uso de Aguas Subterránea .

Ley 591, del 2 de julio de 1970, Gaceta Oficial Núm.9191 del 8 de julio de ese mismo año, que agrega un párrafo III (transitorio) al artículo 12 de la Ley Núm.6, que crea el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI).

Ley Núm 134, del 9 de abril de 1971, Gaceta Oficial Núm.9229, de la Ley Núm.5852, sobre Dominio de Aguas Terrestres y Distribución de Aguas Públicas, de fecha 29 de marzo de 1962.

Ley Núm. 214, del 22 de octubre de 1971, Gaceta Oficial Núm. 9245, del 13 de noviembre del mismo año, que declara inembargables todos los bienes, muebles e inmuebles del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI).

Ley Núm. 501, del 3 de mayo de 1973, Gaceta Oficial Núm.9300, que modifica el inciso c) del ordinal 3 del artículo 61 de la Ley Núm. 5852, sobre Dominio de Aguas Terrestres y Distribución de Aguas Públicas, de fecha 29 de marzo de 1962, modificado por la Ley Núm. 281, del 29 de julio de 1966.

Ley Núm. 278, del 3 de diciembre de 1975, Gaceta Oficial Núm. 9075, que traspaasa a favor del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI), todas las obras fluviales, de Hidráulicos Agrícolas de Riego por Infiltración, Riego por Canales, entre otras y modifica en parte el artículo 2 de la Ley Núm.6, de creación del INDRHI.

Ley Núm. 126, del 24 de abril de 1980, Gaceta Oficial Núm.9530, del 30 de abril que crea la Ley de Cuota Parte, que modifica el Artículo 70 de la Ley 5852, de fecha 29 de marzo de 1962.

Ley Núm.322, del 7 de junio de 1981, Gaceta Oficial Núm.9556, del 15 de junio del mismo año que exige que para que una empresa extranjera pueda participar en concurso, sorteos fuera de contratos, etc., con el Estado Dominicano y/o sus Instituciones autónomas, deberá estar asociada con una empresa dominicana o de capital mixto.

Por su importancia en desarrollo del riego y el drenaje, también citaremos los Decretos siguientes:

Decreto Núm. 3287, del 21 de marzo de 1973, Gaceta Oficial Núm. 9299, del 24 de abril de ese mismo año, que encarga el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI) de toda obra de reparación, rehabilitación, limpieza, a reglo y drenaje, mantenimiento de canales de regadío del Estado.

Decreto Núm. 1294, del 2 de noviembre de 1979, Gaceta Oficial Núm. 9514, del 15 de noviembre del mismo año, que creó el Distrito de Riego del Valle de San Juan.

Decreto Núm. 2659, del 5 de agosto de 1981, que creó el Distrito de Riego del Valle de Azua.

Decreto Núm. 1330, de fecha 15 de agosto de 1983, Gaceta Oficial Núm. 9619 de fecha 16 de agosto de 1983, que creó los Distritos de Riego Alto Yaque del Norte y Bajo Yaque.

### 3.3 Aspectos Resaltantes de las Leyes Vigentes.

La aguas del territorio nacional son bienes públicos del Estado, están fuera del comercio y su dominio es inalienable e indescriptible. El uso de las aguas en beneficio particular solo puede hacerse en virtud de un derecho de aprovechamiento concedido por la autoridad competente, salvo los casos contemplados expresamente en la Ley, y de conformidad con los requisitos y reglas que prescribe la misma.

El orden de preferencia en el uso de la aguas públicas es el siguiente:

1. Para las necesidades primarias y abastecimiento de poblaciones.
2. Para el abrevadero de la cría de animales.
3. Para la agricultura.
4. Para usos energéticos, industriales y mineros.
5. Para otros usos.

En cuanto a las formas de otorgamiento de derechos de uso, la ley vigente señala que los particulares que deseen utilizar las aguas públicas deberán proveerse previamente de un título de aguas y llenar, para el momento de la utilización efectiva los demás requisitos que se establecen en dicha Ley.

Los arrendatarios de terrenos podrán también solicitar títulos de aguas, cuando están autorizados por el propietario del terreno en el entendido de que, si los títulos de aguas son concebidos, constituirán un derecho inherente al terreno y no al arrendatario.

Los derechos de aguas obtenidos por la concesión de títulos, formarán parte inseparable de la propiedad correspondiente. Estos derechos consistirán en la facultad de utilizar las aguas para los fines indicados en los títulos, pero con la obligación, a cargo del titular, de solicitar permisos anuales para el uso efectivo de las aguas.

Sin embargo, el INDRHI podrá autorizar, después de un informe técnico que pruebe sus justificación, el traspaso de los títulos de aguas de un terreno a otro, caso en el cual el título formará parte inseparable del nuevo terreno.

El agua concedidas para un aprovechamiento no podrán dedicarse a otro diverso sin la formación de expediente, como si se tratara de una nueva concesión; disponiéndose, sin embargo, que las aguas concedidas para riego puedan además ser aplicadas en preparación industrial de los productos mismos de la propiedad regada, con tal de que no se aumente el volumen total concedido, y que las aguas concedidas para mover artefactos y que por consiguiente hayan de ser devueltos al cauce, puedan también ser usados para cualesquiera otros fines industriales.

Las concesiones de aprovechamiento de aguas caducarán por falta de cumplimiento de las condiciones y plazos con arreglos a las cuales hubieran sido otorgados.

Para la construcción de canales, estanques para viveros y criaderos de peces, instalaciones industriales, así como para utilizar efectivamente las aguas, los titulares de aguas deberán solicitar y obtener permiso del INDRHI.

Las solicitudes para utilización de aguas podrán ser hechas también por los arrendatarios o usuarios de los terrenos bajo cualquier forma, siempre que los terrenos estén amparados por títulos de aguas.

En cuanto a las Sociedades de Regantes, la Ley consagra que en los aprovechamientos colectivos de aguas públicas para riego, se formará necesariamente una comunidad o sociedad de regantes sujeta al régimen de sus ordenanzas o reglamentos. Indica la citada Ley; además, que la Sociedad será necesaria cuando:

- 1- El número de regantes llegue a diez y no baje de 200 el número de hectáreas regables.
- 2- Cuando lo exigiésen los intereses locales de la agricultura.

Fuera de éstos casos, quedará a la voluntad de la mayoría de los regantes de una localidad, la formación de la Sociedad de Regantes.

La Sociedad de Regantes tendrá por finalidad la construcción de canales de riego en común para la mejor distribución y uso de las aguas, desde la fuente pública hasta determinados puntos donde puedan disponer de las aguas los miembros de las referidas asociaciones, cada uno sus respectivos terrenos.

Estas sociedades se registrarán por un reglamento aceptado y firmado por todos los socios.

El cobro a los usuarios queda establecido en la Ley de la siguiente forma:

RD\$ 11.00 Ha., para riego de cultivos diferentes al arroz.  
RD\$ 22.00 Ha., para riego del cultivo del arroz.

### 3.4 Reglamentos Generales.

Mediante Ley No.1558, del 29 de junio de 1966, Gaceta Oficial No.8994, de fecha 30 de junio de 1962, se tratan los aspectos relacionados con el Reglamento para la aplicación de la Leyn Núm.6, del 8 de septiembre de 1965, que crea el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, (INDRHI).

Este Reglamento otorga ciertas atribuciones y prerrogativas que le permiten normar aspectos fundamentales en materia de riego y drenaje; entre éstas, pueden citarse:

- Confeccionar sus propias tarifas y tasas, rentas y costos, para la aprobación del Poder Ejecutivo.
- Suspender los servicios por falta de pago de parte de los usuarios, sean éstos particulares u oficiales.
- Dictar los Reglamentos necesarios para el cumplimiento de sus fines.

### 3.5 Reglamentos Específicos.

En este sentido, la Ley faculta al INDRHI a la elaboración de Reglamentos Específicos para cada Distrito, Zona o Sistema de Riego.

## 4. ASPECTOS INSTITUCIONALES.

### 4.1 Autoridad Nacional.

El INDRHI es la máxima autoridad nacional en la aplicación de la legislación de fondo con materia de aguas.

### 4.2 Autoridad de Aguas.

No existe otra autoridad a nivel nacional en lo relacionado con la aplicación de la legislación en materia de aguas.

#### 4.3 Otras Autoridades en Materia de Riego y Drenaje.

La Ley de Aguas vigente señala la necesidad de colaboración por parte de la Secretaría de Estado de Agricultura y del Instituto Agrario Dominicano en algunos aspectos relacionados con el manejo de cuencas y con la capacitación a diferentes niveles.

#### 4.4 Coordinación Interinstitucional.

A nivel regional pueden señalarse algunos casos de mecanismos de coordinación interinstitucional, en los cuales se tienen en cuenta los aspectos de riego y drenaje.

#### 4.5 Recursos Humanos.

En el cuadro que se presenta a continuación se consigna discriminado por niveles; el personal permanente con que cuenta actualmente el país desempeñando cargas dentro del sector público en todo lo que se relaciona con la operación, riego y/o drenaje y conservación de los sistemas de riego.

#### Cuadro No.15

#### Recursos Humanos en Actividades de Operación, Riego y/o Drenaje y Conservación y Mejoramiento.

Profesional	Técnico Medio	No. Técnico
154	164	1,124

#### 5. LINEAS PRIORITARIAS DE INVESTIGACION EN RIEGO Y DRENAJE.

Requerimientos óptimos de agua y frecuencia de riego con los principales cultivos.



**6. VOLUMENES DE AGUA ACTUALMENTE UTILIZADOS EN LAS AREAS BAJO RIEGO Y REQUERIMIENTOS ESTIMADOS PARA LAS METAS PREVISTAS PARA LOS AÑOS 1990 y 2000.**

**6.1 Volúmen de Uso Actual y Futuro.**

**Cuadro No.16**

Volumen Actualmente Utilizado (MM3)	Años		Requerimiento Hídricos %	
	1990	2000	1990	2000
2100	2800	3800	33.33	80

**7. EFICIENCIA DEL USO DE LAS AGUAS EN LOS PROYECTOS DE RIEGO PUBLICOS.**

**Cuadro No.17**

Distritos de Riego	Ec %	Eo %	Ea %	Et %	Promedio Eficiencia 1990-2000 (%)
Yaque del Norte	95	85	35	28	50
Yaque del Sur	85	80	38	26	50
Yuna-Camú	90	85	41	31	50
Ozama-Nizao	83	83	46	32	50
Valle de Azua	95	85	31	25	50
Valle San Juan	87	82	40	29	50

En algunos Distritos el reuso de agua a nivel de fincas es elevado, lo que se considera al estimar la eficiencia.

**8. INFORMACION COMPLEMENTARIA**

El desarrollo del riego y drenaje en República Dominicana ha estado influenciado por un conjunto de factores, de tipo institucional, operacional, social y humano.

En ningún proyecto o sistema de riego y drenaje se han integrados las actividades de ingeniería con las prácticas agrícolas. El divorcio se evidencia desde la etapa de planificación donde el criterio de aprovechamiento de las aguas para la producción agrícola no ha sido claro. Hasta el diseño y ejecución donde se ha buscado solución a los problemas de ingeniería, pero no al desarrollo de las fincas.

Las consecuencia de este enfoque clásico en los proyectos de riego y drenaje, se ha traducido en resultados muy pobres en cuanto a metas de producción programadas.

En los nuevos Proyectos en estudio o ejecución se comienza a cambiar este enfoque, asignándole mayor importancia al desarrollo del riego y drenaje a nivel de fincas.



**VII SEMINARIO  
LATINOAMERICANO  
DE IRRIGACION**

**SANTIAGO DE CHILE, 28 DE NOVIEMBRE  
AL 2 DE DICIEMBRE DE 1983**

**DOCUMENTO B-16**

✓  
**INFORME NACIONAL DE EL SALVADOR**

**Por: Ing. Elmer A. Guerrero(\*)**

---

**(\*)Gerente Oficina Pequeñas Obras de Riego - Centro de Recursos Naturales -  
Ministerio de Agricultura**



## INFORME NACIONAL DE EL SALVADOR

### 1. INFORMACION GENERAL

#### 1.1 TIERRAS

- 1.1.1. La superficie total de tierras aptas para la actividad agrícola es de: 1,195.3 miles de hectáreas.
- 1.1.2. La superficie total de tierras para la agricultura bajo riego es de: 279.3 miles de hectáreas.
- 1.1.3. El porcentaje de superficie apta para la actividad agrícola en relación a la superficie total del país es de: 57%
- 1.1.4. El porcentaje de la superficie total apta para la agricultura bajo riego, en relación a la superficie total del país es de: 13%.

#### 1.2 AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRANEAS

En los cuadros siguientes se consigna la información solicitada.

CUADRO No.1

CUENCAS HIDROGRAFICAS Y SU DISPONIBILIDAD DE AGUA

CUENCA	AREA TOTAL Km. 2	AREA* Km. 2	PORCENTAJE SO BRE LA SUPERF. DEL PAIS	DESCARGA PROM. ANUAL 6 m <sup>3</sup> x 10	PORCENTAJE SO BRE DESCARGA DE TODOS LOS RIOS
Río Lempa	19,240	10,255	48.7	14,435	67.6
Río Paz	2,011	925	4.4	1,056	4.9
Ríos San Francisco a Copínula	674	674	3.2	174	0.8
Ríos San Pedro Sensunapán, Banderas.,	875	875	4.2	602	2.8
Ríos Puluya a Comalapa	1,400	1,400	6.7	1,300	4.8
Río Jiboa	575	575	2.7	153	0.7
Río Jalponga	958	958	4.6	713	3.3
Ríos El Progreso a El Molino	971	971	4.6	532	2.5
Río Grande de San Miguel	2,350	2,350	10.8	1,276	6.0
Río Goascorán y Strama	2,120	2,120	10.1	1,371	6.6
				21,345	
				21,103	

## CUADRO No.2

### INFORMACION SOBRE LOS RIOS MAS IMPOR- TANTES DEL PAIS

RIO	VERTIENTE	DESCARGO PROM. ANUAL $m^3 \times 10^6$	GASTO PROM. DIARIO $m^3 / s$	GASTO MAXIMO REGISTRADO $m^3 / s.$	GASTO MINIMO DIARIO REGIS- TRADO $m^3 / s.$
Lempa	Idem	14,435	457.73	3,336	180.0
Paz	Idem	1,056	33.48	2,113	10.0
Jiboa	Idem	153	4.85	224	0.9
Grande de San Miguel	Idem	1,276	40.45	136	4.6
Goascorán-Si- rama	Goascorán	646	20.49	883	0.15
Sucio	Lempa	329	10.40	118	8.46
Acelhuate	Lempa	191	5.00	99	1.67
Torola	Lempa	-	--	590	0.78





CUADRO No.3

## INFORMACION SOBRE AGUAS SUBTERRANEAS

CUENCA	VOLUMEN TOTAL ESTIMADO m <sup>3</sup> x 10 <sup>6</sup>
A Rfo Lempa	1,613
B Rfo Paz	120
C Rfo San Francisco A rfo Copinula	18
D Rfos San Pedro, Sensuna- pán y Banderas	85
E Rfo Jiboa	46
F Rfo Jalponga y Otros	76
G Rfo El Progreso a Rfo El Molino	118
H Rfo Grande de San Miguel	417
I Rfo Pululuya a rfo Coma lapa	90
J Rfo Goascorán, Sirama y Otros	26
T O T A L	2,609 =====



CUADRO No. 4

DESARROLLO HIDROELECTRICO RECOMENDADO PARA EL RIO LEMPA

	ESTADO	ELEVACION DE	AREA DEL	ALMACENAMIENT	CAPACIDAD	ENERGIA AN
		LAS AGUAS DE CABECERA	EMBALSE	TO UTIL		
		M	Km <sup>2</sup>	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	MW	GWh
Guajoyo	Existente	430	52	(490)	(15)	(53)
Zapotillo	Futuro	430	84	1170	120	405
Paso del Oso	Futuro	330	5	---	40	142
Cerrón Grande	En construcción	243	133	1430	135	534
	Futuro	-	-	--	135	5
5 de Noviembre	Existente	178	19	--	81	559
	Propuesto	-	-	--	120	142
El Tigre	Futuro	125	55	1050	540	1557
San Lorenzo	Existente	47	30	--	180	757
<b>TOTAL</b>					<b>1351</b>	<b>4101</b>

NOTA: El Proyecto Guajoyo existente dejará de operar cuando se construya el Proyecto Zapotillo.

CUADRO No.5

PARCELAS AGRICOLAS EN EL SALVADOR  
(Catastro 1980)

DEPARTAMENTO	Nº TOTAL DE PARCELAS RURALES	SUPERFICIE TOTAL			SUPERFICIE PROMEDIO POR PARCELA
Ahuachapán	26017	117698 Ha	44 a	30 ca	4.5 Ha
Santa Ana	35190	116948 Ha	53 a	52 ca	3.3 Ha
Sonsonate	24404	122103 Ha	75 a	85 ca	5.0 Ha
Chalatenango	12974	71912 Ha	52 a	00 ca	5.5 Ha
La Libertad	36757	162061 Ha	27 a	84 ca	4.4 Ha
San Salvador	35326	85390 Ha	55 a	50 ca	2.4 Ha
Cuscatlán	34307	72737 Ha	17 a	30 ca	2.1 Ha
La Paz	32753	11705 Ha	77 a	49 ca	3.6 Ha
Cabañas	14960	57988 Ha	75 a	87 ca	3.9 Ha
Usulután	38263	209996 Ha	41 a	09 ca	5.5 Ha
San Miguel	36686	191387 Ha	36 a	73 ca	5.2 Ha
San Vicente	22919	119867 Ha	43 a	27 ca	5.2 Ha
Morazán	21778	86844 Ha	14 a	20 ca	4.0 Ha
La Unión	32072	17723 Ha	03 a	93 ca	0.5 Ha
<b>TOTAL</b>	<b>404406</b>	<b>1444365 Ha</b>	<b>18 a</b>	<b>89 ca</b>	<b>3.6 Ha</b>

CUADRO No.6

DATOS DEL 4to. CENSO NACIONAL POBLACIONAL, AÑO 1971

Población Total	:	3,554,648	=	100%
Población Urbana	:	1,405,532	=	40.0%
Población Rural	:	2,149,116	=	60.0%
Tasa de crecimiento	:			3.48%
Población económicamente activa	:	1,166,479		
Población económicamente activa dedicada a la agricultura <u>1/</u>	:	631,730	=	33.0%
Porcentaje de la población activa s/la población .				33.0%
Porcentaje de la población activa dedicada a la agricultura s/la población activa total.			=	18.0%

---

1/ Incluye trabajadores agrícolas y forestales, pescadores y cazaderos.

CUADRO No. 7

**CUENTAS NACIONALES DE EL SALVADOR**  
**ESTRUCTURA DEL PRODUCTO TERRITORIAL BRUTO**  
**( A precios constantes de 1962)**

SECTORES	P 1970	O 1975	R 1979(r)	C 1979(r)	E 1980(r)	N 1980(r)	T 1980(r)	A 1981(p)	J 1981(p)	E 1981(p)	S 1981(p)
Agropecuario	26.20	25.21	24.64	24.64	25.74	25.74	25.74	25.74	25.56	25.56	25.56
Minería y Cantera	0.15	0.14	0.11	0.11	0.12	0.12	0.12	0.12	0.13	0.13	0.13
Industria Manufacturera	18.31	18.51	18.43	18.43	17.01	17.01	17.01	17.01	15.84	15.84	15.84
Construcción pública y - privada.	2.67	4.10	3.93	3.93	2.82	2.82	2.82	2.82	3.08	3.08	3.08
Electricidad agua y servi- cios sanitarios.	1.88	2.26	2.88	2.88	3.10	3.10	3.10	3.10	3.32	3.32	3.32
Transporte, almacenaje y comunicaciones.	5.34	5.54	5.80	5.80	5.91	5.91	5.91	5.91	5.76	5.76	5.76
Comercio	23.63	22.71	21.63	21.63	21.07	21.07	21.07	21.07	20.04	20.04	20.04
Financiero	2.13	2.49	2.94	2.94	2.96	2.96	2.96	2.96	3.17	3.17	3.17
Propiedad de vivienda	3.78	3.53	3.53	3.53	3.96	3.96	3.96	3.96	4.44	4.44	4.44
Administración Pública	7.64	7.81	8.96	8.96	10.13	10.13	10.13	10.13	11.45	11.45	11.45
Servicios personales	8.27	7.70	7.16	7.16	7.18	7.18	7.18	7.18	7.25	7.25	7.25

(r) cifras revisadas

(p) cifras provisionales

CUADRO No.8-A

AREA CULTIVADA, RENDIMIENTOS Y PRODUCCION DE CULTIVOS  
DE EXPORTACION

Cultivos	C			A			F			E			CAÑA DE AZUCAR			ALGODON (Rama)		
	Area Culti- vada (Ha.)	Rendi- miento (TM/Ha)	Volumen Producido (T.M.)	Area Culti- vada (Ha.)	Rendi- miento (TM/Ha)	Volumen Producido (T.M.)	Area Culti- vada (Ha.)	Rendi- miento (TM/Ha)	Volumen Producido (T.M.)	Area Culti- vada (Ha.)	Rendi- miento (TM/Ha)	Volumen Producido (T.M.)	Area Culti- vada (Ha.)	Rendi- miento (TM/Ha)	Volumen Producido (T.M.)	Area Culti- vada (Ha.)	Rendi- miento (TM/Ha)	Volumen Producido (T.M.)
1970/71	152,341	0.85	129,490	19,624	85.0	1,671,892	62,475	2.4	152,9									
1975/76	148,146	0.85	125,924	42,000	67.0	2,814,627	73,990	2.8	209,8									
1979/80	136,954	0.92	179,998	42,000	61.0	2,563,500	84,560	2.2	184,2									
1980/81	175,800	1.3	199,502	30,100	74.6	2,247,718	58,240	2.1	119,7									
1981/82	175,800	1.0	177,100	31,710	72.0	2,282,462	52,500	2.1	110,2									

FUENTE: Anuarios Estadísticos Agropecuarios - Dirección General de Economía Agropecuaria.

AÑOS: 1970/71, 1975/76, 1979/80, 1981/82.

CUADRO No. 8-B

AREA CULTIVADA, RENDIMIENTOS Y PRODUCCION DE CULTIVOS DE  
CONSUMO INTERNO

Cultivos	M A I Z		F R I J O L		A R R O Z		
	Area Culti- vada (Ha.)	Volumen Producido (T.M.)	Area Culti- vada (Ha.)	Rendi- miento (TM/Ha)	Area Culti- vada (Ha.)	Rendi- miento (TM/Ha)	Volumen Producido (T.M.)
1970/71	201,901	249,357	33,180	0.82	11,900	3.72	44,233
1975/76	242,375	454,153	53,410	0.70	16,940	3.5	60,722
1979/80	273,700	362,219	53,480	0.83	14,770	3.94	58,242
1980/81	289,800	522,462	49,910	0.74	16,800	3.6	60,722
1981/82	275,514	498,131	47,285	0.75	13,860	3.6	50,133

FUENTE: Anuarios Estadísticos Agropecuarios - Dirección General de Economía Agropecuaria  
AÑOS : 1970/71, 1975/76, 1979/80, 1981/82.



VALOR DE LA PRODUCCION DE SECANO A PRECIOS CORRIENTES  
(EN U.S. \$)

Año	C A F E *		CARA DE AZUCAR**		A L G O D O N*	
	Precio co- rriente/TM	Valor a pre- cios ctes.	Precio co- rriente/TM	Valor a pre- cios ctes.	Precio co- rriente/TM	Valor a pre- cios ctes.
1970	1,023.12	132,483,809	217.50	34,567,275	562.10	85,999,052
1975	1,066.90	134,348,32	217.50	56,940,934	344.88	72,391,200
1979	3,727.20	670,888,346	435.00	77,782,002	549.75	101,284,800
1980	3,158.60	630,147,017	452.40	78,724,476	845.90	101,282,400
1981	2,608.85	462,027,335	452.40	89,026,891	692.47	76,353,600

\* Precios medios de exportación a mercados internacionales.

\*\* Se ha considerado la producción de azúcar.

CUADRO No. 9-B

**VALOR DE LA PRODUCCION DE SECANO A PRECIOS CORRIENTES**  
(En US \$ )

Cultivos	M A I Z		F R I J O L		A R R O Z	
	Precio co- rriente/TM	Valor a pre- CIOS ctes.	Precio co- rriente/TM	Valor a pre- cios ctes.	Precio co- rriente/TM	Valor a pre- cios ctes.
1970	95.75	23,875,932	382.00	10,416,758	116.60	5,157,335
1975	147.90	67,169,228	574.20	21,291,910	261.00	15,847,920
1979	131.86	47,762,197	457.40	20,407,715	246.87	14,378,993
1980	149.90	178,317,054	626.80	23,383,400	262.30	15,926,856
1981	149.30	74,370,958	772.40	27,644,968	265.31	13,299,990

CUADRO No.10

**VOLUMEN Y VALOR DE LAS EXPORTACIONES**

PRODUCTO	AÑOS			VALOR TOTAL DE LA EXPORTACION (\$)	
	1979	1980	1981	1979	1981
<u>CAFE</u>					
Volúmen TM	184,730.74	77,730.54	55,889.85	575,196,105.00	262,038,200.00
Precio \$/TM	3,113.70	3,371.11	2,600.80		145,358,321.00
<u>AZUCAR</u>					
Volúmen TM	151,157.01	50,938.89	44,743.44	26,827,346.00	13,366,874.00
Precio \$/TM	177.48	262.41	331.50		14,832.450.00
<u>ALGODON</u>					
Volúmen TM	66,526.83	53,441.90	36,352.49	87,003,123.00	84,624,180.00
Precio \$/TM	1,307.79	1,583.48	1,518.81		25,212,525.00
<u>MAIZ</u>					
Volúmen TM	84.14	19,594.77	14,729.65	213,109.4	4,065,130.98
Precio \$/TM	253.40	207.46	251.33		3,702,002.00
<u>FRIJOL</u>					
Volúmen TM	2,084.2	940.5	400.00	724,600.46	20,446.47
Precio \$/TM	356.3	121.74	259.89		103,956,000.00
<u>ARROZ</u>					
Volúmen TM	10.81	89.24	19.31	5,619.90	9,259.54
Precio \$/TM	519.88	103.76	667.01		12,879,960.00

CUADRO No. 11

PORCENTAJE DEL VALOR DE LA PRODUCCION DE SECANO CON LA PRODUCCION AGRICOLA TOTAL

	1979		1980		1981	
	TOTAL	%	TOTAL	%	TOTAL	%
Valor total de la agricultura en (\$)	1,003,920,400.0	100.0	988,186,000.0	100.0	790,508,800.0	100.0
T O T A L	932,507,707.0	92.0	927,778,316.0	93.0	742,724,407.0	93.9
Café	670,892,000.0	66.8	630,144,400.0	63.7	462,028,000.0	58.4
Caña de azúcar *	77,782,002.0	7.7	78,724,476.0	7.9	89,026,891.0	11.2
Algodón	101,284,800.0	10.0	101,282,400.0	10.2	76,353,600.0	9.6
Mafz	47,762,197.0	4.7	78,317,054.0	7.9	74,370,958.0	9.4
Frijol	20,407,715.0	2.0	23,383,400.0	2.3	27,644,968.0	3.4
Arroz	14,378,993.0	1.4	15,926,586.0	1.6	13,299,990.0	1.6

CUADRO No. 12

PORCENTAJE DEL VALOR DE LA PRODUCCION DEL CULTIVO SOBRE  
LA PRODUCCION AGRICOLA ( US \$ )

	1979		1980		1981	
	TOTAL	%	TOTAL	%	TOTAL	%
Valor total de la agricultura en dólares (\$) T O T A L	1,003,920,400.00		988,186,000.00		790,508,800.00	
	954,542,402.00	95.0	929,966,476.00	94.0	744,908,410.00	94.0
Café	670,892,000.00	66.8	630,144,400.00	63.7	462,028,000.00	58.4
Caña de Azúcar *	77,782,002.00	7.7	78,724,476.00	7.9	89,026,810.00	11.2
Algodón (Rama)	101,284,800.00	10.0	101,282,400.00	10.2	76,353,600.00	9.6
Mafz	68,935,200.00	6.8	78,891,200.00	7.9	74,644,800.00	9.4
Frijol	21,269,600.00	2.1	24,999,600.00	2.5	29,562,000.00	3.7
Arroz (granza)	14,378,800.00	1.4	15,924,400.00	1.6	13,293,200.00	1.7

\* Se ha utilizado el valor del azúcar.

CUADRO No.13

**PORCENTAJE DE EXPORTACION Y CONSUMO DEL VALOR DE LA PRODUCCION  
AGRICOLA**

	PORCENTAJE DE EXPORTACION				PORCENTAJE DE CONSUMO			
	1979	1980	1981	1981	1979	1980	1980	1981
Café	85.7 %	41.5 %	31.5 %	31.5 %	14.3 %	58.5 %	58.5 %	68.5 %
Azúcar	34.5 %	16.9 %	16.6 %	16.6 %	65.5 %	83.1 %	83.1 %	83.4 %
Algodón	85.8 %	33.5 %	33.0 %	33.0 %	14.2 %	16.5 %	16.5 %	67.0 %
Maíz	0.3 %	5.1 %	4.9 %	4.9 %	99.7 %	94.9 %	94.9 %	95.1 %
Frijol	3.40 %	0.08 %	0.35 %	0.35 %	96.6 %	99.91 %	99.91 %	99.65 %
Arroz	0.03 %	0.05 %	0.09 %	0.09 %	99.97 %	99.95 %	99.95 %	99.91 %

## 2. AREAS CON RIEGO Y DRENAJE

### 2.1 AREAS COMPRENDIDAS EN LOS SISTEMAS, PROYECTOS O DISTRITOS DE RIEGO Y/O DRENAJE PUBLICOS O PRIVADOS.

La información presentada a continuación, es la que corresponde a 1981, por ser la mas reciente disponible.

2.1.1 El área total bajo riego manejado por el sector público es de: 7,100 ha.

2.1.2 El área total bajo riego manejada por el sector privado es de: 21,410 ha.

2.1.3 El porcentaje de área neta pública con riego sobre el área neta total con riego en el país es de: 25.0%

2.1.4 El porcentaje del área neta pública con riego - sobre el área neta privada con riego en el país es de: 33.2%

### 2.2 SISTEMAS O DISTRITOS DE RIEGO Y DRENAJE PUBLICOS, EN SERVICIO.

2.2.1 Número total de distritos de riego públicos, en operación: dos.

2.2.2 Area bruta comprendida dentro de los límites de dichos distritos: 11,550 has.

2.2.3 Area neta total, beneficiada con infraestructura de riego y drenaje a nivel de predios o propiedades agrícolas: 7,950 has.

2.2.4 Area neta total, beneficiada exclusivamente con infraestructura de riego a nivel de predios: 7,100 has.

- 2.2.5 Area neta total, beneficiada exclusivamente - con infraestructura de drenaje a nivel de pre dios: 350 has.
- 2.2.6 Total de la capacidad máxima de captación: 9.5 m<sup>3</sup>/seg.
- 2.2.7 Longitud total de la red de canales de riego: 145.5 km.
- 2.2.8 Longitud total de canales de drenaje: 116.8 Kms.
- 2.2.9 Número total de propiedades agrícolas: 1,833
- 2.2.10 Número total de usuarios: 1,930
- 2.2.11 Número total de funcionarios permanentes adscriti tos a los servicios de operación de los distriti tos: 14
- 2.2.12 Número total de funcionarios permanentes adscriti tos a los servicios de conservación y manteniti miento de la infraestructura: 7.
- 2.2.13 Número total de funcionarios permanentes adscriti tos a los servicios de administración: 12.
- 2.2.14 Valor promedio de la tarifa o canon por hectárea que se cobra a los usuarios de los sistemas: US \$ 25.00
- 2.2.15 Suma total de los montos de los presupuestos anua les de administración, operación y conservación: US \$805,000.00.
- 2.2.16 Porcentaje de auto suficiencia económica de los Distritos: 20%
- 2.2.17 Area total de los distritos de riego y drenaje de dicados a cultivos anuales: 4,956 ha.



- 2.2.18 Porcentaje de efectividad de cobranza: 50%
  - 2.2.19 Area total de los distritos de riego y drenaje dedicados a cultivos permanentes: 904 ha.
  - 2.2.20 Indice promedio de uso de la tierra en los distritos de riego y drenaje: 1.52
  - 2.2.21 Valor total de la producción agrícola en los distritos de riego y drenaje durante 1982:
- 
- 2.3 En el Cuadro No.14 se muestra la información solicitada.
  - 2.4 En el Cuadro No.15 se muestra la información solicitada.
  - 2.5 En el Cuadro No.16 se muestra la información solicitada.
  - 2.6 En el Cuadro No.17 se muestra la información solicitada.
  - 2.7 En el Cuadro no.18 se muestra la información solicitada.

CUADRO No.14

PROYECTOS DE RIEGO Y/O DRENAJE EN PROCESO DE  
CONSTRUCCION CON FONDOS PUBLICOS

- Número total de sistemas, proyectos o distritos de riego y/o drenaje en actual proceso de construcción con fondos públicos: 10.
- Area neta total a ser beneficiada con infraestructura de riego y drenaje a nivel de las propiedades de los usuarios en el total de proyectos: 512 has.
- Capacidad máxima ( $m^3$ /seg,) de captación del total de proyectos: 0.99  $m^3$ /seg.
- Longitud total (Km) de la red de riego: 38.9 Km.
- Longitud total (Km) de la red de drenaje: 12.1 Km.
- Número total de propiedades agrícolas a ser beneficiadas en el total de proyectos: 10
- Número total de usuarios previstos en el total de los proyectos: 1,838.
- Año previsto para la culminación de la construcción del total de proyectos: 1984.
- Monto total de los presupuestos de construcción del total de proyectos: Miles US \$763.7
- Valor promedio de construcción por hectárea neta beneficiada en el total de los proyectos: US \$1,500/Ha.
- Monto total del financiamiento externo previsto para la construcción del total de proyectos: Miles US \$763.7
- Valor incremental estimado de la producción agrícola del total de los proyectos al culminarse su construcción y desarrollo: (US\$ dólares) Miles US\$680.3
- Porcentaje del valor incremental anual precedente sobre el valor de la producción sin los proyectos: 374,5%

CUADRO No. 15

**PROYECTOS DE RIEGO Y DRENAJE A NIVEL DE ESTUDIOS DE  
FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS DEFINITIVOS**

MBRE DEL PRO- YECTO	NIVEL DE ESTUDIO	AREA NETA A BENEFICIAR	CAPACIDAD DE CAPTACION -	NUM. DE PROP. A BENEFICIAR	PRESUPUES TO DE LA INFRAEST. Miles de US US\$	VALOR INCRE MENTAL ANUAL DE LA PROD. Miles de US \$	INCREMENTO ANUAL ENTRE VALOR DE LA PROD. S/PROY
n Dionisio	E.D.	2,035	2.40	580	9,515.6	2,636.6	563
cotal	E.D.	3,505	4.80	1,002	16,389.3	3,937.8	488
ulután I	E.D.	3,600	3.60	720	3,350.0	2,497.2	49
amuaca	E.D.	1,400	1.70	280	7,855.7	1,648.7	310
ulután II	E.F.	8,350	9.70	1,670	16,555.0	5,792.2	49
n Miguel	E.F.	9,350	12.00	1,870	76,018.2	11,011.5	310
alchuapa- iquizaya	E.F.	859	0.92	180	4,224.0	1,015.5	432
la de Monte	E.F.	462	0.80	185	1,980.0	905.3	957
trerillos	E.F.	400	0.44	100	1,924.0	663.1	405

ENTE: Estudios de Factibilidad y Documentos de Licitación.

CUADRO No.16

PROYECTOS DE RIEGO Y DRENAJE A NIVEL DE ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD

NOMBRE DEL PROYECTO	AREA A BENEFICIAR.	NUM DE USUARIOS A BENEFICIAR.	VALOR INCREMENTAL DE LA PRODUCCION	PORCENTAJE DEL V.I. SOBRE EL VALOR DE LA PRODUCC. S/PROYECTO
	Has.		Miles de US\$	MILES US\$
Rfo Paz-El Rosario.	5,000	399	3,225.6	85
Sonsonate-Banderas	5,000	346	--	--
Bajo Lempa	35,000	4,248	29,392.2	189
Chapeltique	303.	67	775.0	628
La Barranca	558.	117	588.4	1,375
Omoa	800	147	2,362.2	1,165
Lempa-Acahuapa	4,000	533	6,631.0	405

FUENTE: Estudios de Factibilidad.

CUADRO No.17

METAS PREVISTAS HASTA EL AÑO 1990 PARA  
PROYECTOS DE RIEGO Y DRENAJE  
(En Has.)

PROGRAMAS	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	TOTAL
Plan de medianas obras de riego	--	667	1,433	2,633	1,967	1,300	1,300	9,300
Plan de pequeñas obras de riego	1,100	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	8,600
TOTALES	1,100	1,917	2,683	3,883	3,217	2,550	2,550	17,900

CUADRO No. 18

COMPARACION DE DISPONIBILIDADES Y DEMANDAS POR REGION

REGION	DISPONIBILIDAD PARA UNA PROBABILIDAD DEL 90%	1980	DEMANDAS 2000*	PORCENTAJES DE LAS DEMANDAS AL AÑO 2,000, SOBRE LAS DISPONIBILIDADES DEL 90%
A	4,882	101	232	4.8
B	567	1	48	8.5
C	240	11	70	29.2
D	341	213	255	75.0
E	129	13	49	38.0
F	300	54	364	121.3
G	127	30	163	128.4
H	333	51	258	77.5
I	71	6	50	70.4
J	349	1	81	23.2
TOTAL	7,339	487	1570	21.4

\* Se ha supuesto que un 50% de los suelos regables, están incorporados a la agricultura de regafo, a excepción de la Región D, - que se ha considerado el 75%.

### 3. LEYES Y REGLAMENTOS RELACIONADOS CON LA IRRIGACION

#### 3.1. ANTECEDENTES

El Código Civil Salvadoreño, que data de 1,860, contiene diferentes disposiciones relacionadas con el recurso de agua, algunas de las cuales tienen relación con el riego y que a continuación se mencionan:

- Art. 576. Establece que todos los ríos y todas las aguas que corren por cauces naturales son bienes nacionales de uso público.
- Art. 578. Establece que las obras que se construyan con permiso de la autoridad competente, son de propiedad nacional, pero su uso corresponde a particulares.

Posteriormente en 1949, se creó la LEY DE NACIONALIZACION DE LOS MANTOS DE AGUA POTABLE y en 1958 se promulgó el REGLAMENTO GENERAL DE RIEGOS. En 1970, se creó la LEY DE RIEGO Y AVENAMIENTO, que es la que actualmente se encuentra en vigencia.

#### 3.2 LEYES VIGENTES

Como se dijo anteriormente, la ley que regula el uso de las aguas con fines agrícolas, es la LEY DE RIEGO Y AVENAMIENTO, promulgada el once de noviembre de 1970. De acuerdo a ella, las aguas de cualquier naturaleza, exceptuando las aguas lluvias captadas en embalses construidos por particulares, son bienes nacionales, sin reconocerse ningún derecho adquirido en cuanto a la propiedad o en cuanto al uso que se destinen.

En cuanto al uso de prioridades de los distintos usos del agua, la ley establece preferencia legal a los usos potables. Por otra parte, las prioridades que deban definirse entre los diferentes usos, exceptuando el potable, se

resolverán por medio del Poder Ejecutivo, de acuerdo a la planificación global y sectorial de la nación.

La Ley específica también que únicamente podrán aprovecharse aguas con fines de riego mediante permiso o concesión otorgados por el Ministerio de Agricultura y Ganadería; entendiéndose por permiso la autorización de carácter transitorio y por concesión la de carácter permanente.

La ley también permite a los usuarios de las aguas nacionales con fines agrícolas, constituirse en Asociaciones de Regantes con el fin de una mejor utilización del recurso.

Para efectos de recuperación de las inversiones en los estudios y construcción de las obras de riego y drenaje; así como para el pago de los servicios de administración, operación y conservación de las obras, la Ley establece tarifas, las cuales se determinarán de la siguiente forma:

para el pago de las amortizaciones del costo de las obras, el Estado aportará al menos el cuarenta por ciento de este, recuperando el resto de la inversión mediante cuotas que resulten de prorratear este monto entre las hectáreas beneficiadas; se tomará en cuenta también las condiciones financieras en que fueron obtenidos los fondos empleados en la realización de las obras.

Para el monto de las tarifas por los servicios de agua de riego, estas serán establecidas por la Asamblea Legislativa, a propuesta del Poder Ejecutivo y deberán cubrir totalmente la operación y conservación de las obras.

#### DECRETOS Y REGLAMENTOS

Basados en la Ley de Riego y Avenamiento, el Estado ha promulgado los siguientes Decretos que norman los aspectos fundamentales en materia de riego y drenaje; estos Decretos son:



- Reglamento General de la Ley de Riego y Avenamiento, de fecha veintiocho de febrero de mil novecientos setenta y tres.
- Decreto de Creación del Distrito de Riego y Avenamiento No.1 Zapotitán, de fecha veinte de enero de mil novecientos setenta y uno.
- Decreto de Puesta en Servicio del Distrito de Riego y Avenamiento, de fecha veinticinco de enero de mil novecientos setenta y tres.
- Decreto de Tarifa por servicios de agua para riego, avenamiento, costos de operación y mantenimiento del Distrito de Riego y Avenamiento No.1, Zapotitán de fecha veinticinco de enero de mil novecientos setenta y tres.
- Decreto de Creación del Distrito de Riego y Avenamiento No.2 Atiocoyo de fecha ocho de marzo de mil novecientos setenta y tres.
- Decreto de tarifa por servicios de riego y mantenimiento Atiocoyo, de fecha dieciocho de abril de mil novecientos ochenta.
- Reglamento interno del Distrito de Riego y Avenamiento No.1, Zapotitán de fecha veintidos de marzo de mil novecientos setenta y siete.
- Reglamento interno del Distrito de Riego y Avenamiento No.2, Atiocoyo de fecha veintiuno de marzo de 1977.
- Decreto de puesta en Servicio del Distrito de Riego y Avenamiento No.2, Atiocoyo, de fecha once de julio de 1978.
- Decreto de cobro de tarifas municipales por uso del agua con fines agrícolas, fuera de los Distritos, de fecha quince de febrero de 1983.

#### 4. ASPECTOS INSTITUCIONALES

##### 4.1. AUTORIDAD NACIONAL

La Institución a nivel nacional que ostenta la máxima autoridad en lo relacionado con la definición y supervisión de la política nacional de riego y drenaje y programa sobre la materia es el MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA.

##### 4.2. AUTORIDAD DE AGUAS

Es el Ministerio de Agricultura y Ganadería.

##### 4.3. OTRAS AUTORIDADES EN MATERIA DE RIEGO Y DRENAJE

Dentro de la estructura organizativa del Ministerio de Agricultura y Ganadería pueden identificarse específicamente las dependencias encargadas con atribución en materia de:

- a- Investigación y transferencia de tecnología de riego y drenaje.
  - 1- Servicio de Riego y Drenaje - Centro de Recursos Naturales.
  - 2- División de Investigación Agrícola y División de Extensión Agrícola - Centro de Tecnología Agrícola.
- b- Estudio, construcción, administración, operación, conservación y mejoramiento de sistemas, proyectos o tritos de riego y/o drenaje. ,
  - 1- Servicio de Riego y Drenaje - Centro de Recursos Naturales (CENREN)
  - 2- Oficina de Pequeñas Obras de Riego - Centro de Recursos Naturales (CENREN)
- c- Planes Nacionales de Ordenamiento de los Recursos hídricos - Servicio Hidrológico (Centro de Recursos

turales (CENREN).

e- Capacitación a diferentes niveles, incluyendo usuarios de los sistemas, proyectos o distritos de riego y/o drenaje.

Servicio de Riego y Drenaje - Centro de Recursos Naturales (CENREN)

f- Registro y procesamiento de información hidrometeorológica. - Servicio Hidrológico-Centro de Recursos Naturales (CENREN)

g- Estudios de Suelos.

1- Uso potencial del suelo - Centro de Recursos Naturales (CENREN)

2- Servicio de Riego y Drenaje (CENREN)

#### 4.4 COORDINACION INTERINSTITUCIONAL

Oficina Sectorial de Planificación Agropecuaria (OSPA)  
Ministerio de Agricultura y Ganadería.

#### 4.5 RECURSOS HUMANOS

NOMBRE DE LA PLAZA	NUMERO
Jefe de Servicio	1
Jefe de Departamento	4
Jefe de Distrito	2
Jefe de Sección	8
Técnicos Especializados	7
Técnico III	2
Técnico II	9
Técnico I	10
Técnicos Auxiliares	47
Colaboradores técnicos	30
Otros (motoristas, ordenanzas, etc.)	12
Trabajadores por jornal	400
TOTAL	532





**VII SEMINARIO  
LATINOAMERICANO  
DE IRRIGACION**

**SANTIAGO DE CHILE, 28 DE NOVIEMBRE  
AL 2 DE DICIEMBRE DE 1983**

**DOCUMENTO B-17**

**INFORME NACIONAL DEL URUGUAY**

**Por: Ing. Guillermo Cardellino Sterkren(\*)**

---

**(\*) Técnico del Departamento de Investigación - División Uso y Manejo del Agua  
Ministerio de Agricultura y Pesca**



## INFORME NACIONAL DEL URUGUAY

### I. INTRODUCCION

Las condiciones climáticas del Uruguay, permiten en general la producción de cultivos y pasturas, sin necesidad de recurrir al uso del riego.

Sin embargo, existen cultivos como el arroz y la caña de azúcar, en los que el uso de esta práctica es imperioso para obtener beneficios económicos adecuados.

Por otro lado, la potencialidad de producción de cultivos y pasturas es frecuentemente afectada por las deficiencias de agua en el suelo.

El riego suplementario o el uso de técnicas de manejo de suelos y cultivos que conduzcan a un uso más eficiente del agua de lluvia, son las herramientas disponibles para enfrentar el problema de las deficiencias hídricas.

El uso de una u otra alternativa está determinado por la sensibilidad de los cultivos al stress hídrico y el valor de su producción.

Se cuenta en la actualidad con información que demuestra las ventajas físicas y económicas que trae consigo la utilización del riego suplementario en varios cultivos.

Es de destacar que dichas ventajas, se logran en cultivos manejados adecuadamente desde el punto de vista agronómico. Por esto, el futuro del riego de cultivos tradicionalmente de secano, en el país, va a estar en gran medida condicionado por la previa adopción de tecnologías mejoradas de manejo de suelos y cultivos.

El objetivo de este trabajo, es presentar los principales aspectos relacionados a la situación del riego en el país y los factores que inciden en el desarrollo de esta técnica.

### II. CARACTERISTICAS PRINCIPALES DEL CLIMA

El Uruguay se encuentra ubicado íntegramente en la zona templada. La temperatura media del aire anual varía desde 16,1°C en el sureste hasta 19,9 °C en el noroeste.

El promedio de lluvias anual es de 1000 mm en el sur del país y de 1300 mm en el norte. La variabilidad de la lluvia anual es baja y constante a través de todo el país.

La distribución mensual de la lluvia es marcadamente aleatoria.

La ETP anual promedio es 1000 mm en el Noroeste y 800 mm en el Sureste. Este parámetro presente una marcada estacionalidad, con valores máximos en verano y mínimos en invierno.

Esta variación de la ETP determina la ocurrencia de deficiencias de agua en el suelo desde mediados de primavera y durante el verano y excesos de agua en invierno. La variabilidad de las deficiencias de agua está principalmente determinada por el comportamiento de las lluvias.

Las lluvias que ocurren en nuestro país, son frecuentemente de intensidad alta, Rovira encontró valores de intensidad máxima de 162 mm/hora, 52,7 mm/hora

ra y 36,9 mm/hora en 10, 60 y 120 minutos respectivamente, para el sur del país.

Debido a esto la relación infiltración/escorrimento, es con frecuencia baja.

### III NECESIDADES DE UTILIZACION DE RIEGO

Henry, J realizó estimaciones de deficiencias de agua en el suelo, en tres tipos de suelos, para cada una de 3 localidades. La deficiencia de agua se midió en base al número de días en que el suelo presentaba un contenido de agua igual al punto de marchitez permanente. Los resultados de este estudio se presentan en el cuadro N° 1.

#### CUADRO N° 1

Estimación del número de días promedio de 6 años en los que el agua disponible en el suelo (ADS) llegó al punto de marchitez permanente.

LOCALIDAD	ADS MAXIMA		
	30 mm	90 mm	150 mm
La Estanzuela ( Suroeste).	87 (65-121) *	42 (24-57)	29 (15-54)
La Charqueada ** ( Este)	67,5 (56 - 98)	36,5 (23-59)	21 ( 7-45)
Bella Unión (Noroeste)	88 (77-96)	29 (5 - 52)	18 ( 0-43)

\* Los valores entre paréntesis indican los mínimos y máximos estimados.

\*\* Promedio de 5 años

Fuente: Elaborado en base a datos de Henry, J. Estudios sobre Evapotranspiración. UNESCO, 1974.

Henry, J. concluye que técnicamente el uso del riego sería conveniente en nuestras condiciones .

Christiansen, J.E. realizó un análisis detallado de los registros de precipitación pluvial de la zona de producción de caña de azúcar, ubicada en el noroeste del país. De este estudio surgió como conclusión que la lluvia ocurrida durante la época de crecimiento de las plantas fue inferior a la requerida para el desarrollo óptimo, el 54% del tiempo.

El mismo autor, estudió los registros de 14 estaciones meteorológicas, - que abarcan diferentes zonas del país. Los resultados que obtuvo indican que en 5 de cada 6 años, la lluvia que puede esperarse en verano es aproximadamente un 44% de la precipitación anual media, durante los mismos meses.

Un estudio realizado por una firma de ingenieros consultores, para la zona central-norte del país, indica que por lo menos en un mes durante el período - de desarrollo vegetal en cada año, en una serie de 46 examinados, las lluvias fueron insuficientes.

Cepal en base a un exámen de los registros de lluvias de Montevideo (Sur - del País) y Tacuarembó (Centro-Norte) que abarcan 82 y 59 años respectivamente,



concluye que el riego habría sido necesario en el 70% de los años.

Por otro lado, el mismo informe de Cepal, utilizando el método de Blaney y Criddle, para 3 áreas de producción diferentes del país, llegó a la conclusión que el riego es necesario en un año medio y que en el 50% de los años, las precipitaciones son iguales o inferiores a las necesidades agrícolas,

Los estudios presentados son coincidentes en cuanto a que el uso del riego en el país es deseable desde el punto de vista técnico. Sin embargo dejan la interrogante acerca de la viabilidad económica del uso de dicha práctica, salvo en el caso del cultivo de arroz y caña de azúcar que son cultivos de alto requerimiento hídrico.

#### IV. SITUACION GENERAL DEL RIEGO

En la actualidad la superficie bajo riego se estima en 94.746 hás, que constituyen el 0,6% de la superficie agropecuaria. Si se consideran los cultivos potencialmente regables, tomando en cuenta únicamente los que son realizados - en primavera-verano, los frutales, viñedos, praderas convencionales y sin considerar la superficie con campo natural incluso la mejorada, la cifra se eleva a 9,0%.

En el Cuadro N° 2 se presentan para cada cultivo, la superficie con riego, el porcentaje con riego sobre el total del área dedicada a cada cultivo y la variación registrada desde 1970 hasta la última fecha con información disponible.

Una de las causas por la cual el área regada es un porcentaje muy bajo del total del área agropecuaria radica en que el tipo de producción predominante - en el país es la ganadería que ocupa el 92,7% del área productiva, en alta proporción como campo natural (85% de las tierras dedicadas a ganadería).

CUADRO N° 2

#### Areas con riego

Cultivos	Hectáreas con	Porcentaje de hectáreas con riego sobre el total dedicado a cada cultivo *	Variación porcentual del número de hectáreas con riego (1970=100)
Total	94.746	5,5 **	181
Campo natural mejorado	2.201	0,3	Información no comparable.
Praderas	1.175	0,2	Información comparable.
Arroz	70.000	100,0	196
Caña de Azúcar	10.155	100,0	121
Otros cultivos cereales y otros e industriales de verano.	1.810	0,6	Información no comparable.
Papas	843	4,2	66
Otros cultivos hortícolas regables	4.461	16,1	139
Frutales	3.638	11,7	172
Viñedos	463	3,0	129

\* Para arroz y caña se tomaron los datos de la cosecha 1982/1983 y para el resto de los cultivos los del último Censo General Agropecuario realizado en el 1980.

\*\* No incluye la superficie con campo natural sin mejorar.

El crecimiento de las pasturas tiene alta relación con la disponibilidad de agua. En nuestras condiciones, dicho crecimiento puede llegar a anularse debido a la ocurrencia de deficiencias hídricas. Cepal, estimó que las sequías que tuvieron lugar en el período 1942-1945 y en 1962 produjeron una pérdida de producción de carne bovina, por reducción en peso vivo de los animales, sin incluir las pérdidas por muerte de ganado, de 50 millones de dólares. Dichas sequías no solo afectaron la producción de pasturas, sino también la disponibilidad de agua para abrevadero.

De acuerdo con Cepal, el riego sería necesario para aumentar y asegurar la producción de pasturas y por lo tanto la producción animal.

Sin embargo, se considera que actualmente el riego de pasturas naturales no se justifica económicamente. El uso de dicha práctica en praderas cultivadas, salvo en algunos tipos de producción animal más intensiva como la lechería, o en predios donde ya existe infraestructura para el riego de otros cultivos tampoco sería viable desde el punto de vista económico en las condiciones actuales.

En la ganadería extensiva, se debería considerar previo al uso de riego, la incorporación de prácticas agronómicas relacionadas al manejo de las pasturas, división de los potreros y aguadas, entre otras. Flanagan estimó que con una inversión en riego de 1000 US\$/Há, para justificar el uso de esta práctica en campo natural, frente a la instalación de praderas cultivadas, los aumentos de rendimiento debidos al riego tendrían que ser del orden de las 36 veces. Evidentemente esto no es posible, por lo que el uso del riego en campo natural, no constituye una práctica rentable.

Respecto a los cultivos cerealeros e industriales, que ocupan el 5,6% del área productiva, excepto en el arroz, la caña de azúcar y en algunas situaciones el maíz; en el resto de los cultivos, el riego es una práctica innecesaria, como en cereales de invierno o es dudosa su viabilidad económica como en cultivos extensivos de verano. En relación a estos últimos, parece más conveniente la aplicación de prácticas de manejo de suelos y cultivos que conduzcan a minimizar o evitar los efectos negativos de las deficiencias de agua. Dentro de estas cabe citar: elección del suelo, considerando, el riesgo de sequía, métodos de laboreo del suelo y manejo de residuos que favorezcan la infiltración de agua de lluvia, modificación del subsuelo con el fin de lograr una mayor exploración radicular, selección de variedades y épocas de siembra.

## V. SITUACION ACTUAL Y PRESPECTIVAS DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS REGADOS

### v.1 Arroz

#### v.1.a Aspectos Generales

El cultivo de arroz, que es el principal cultivo regado en el país, ha casi duplicado su área sembrada en los últimos 12 años, llegándose a plantar en la zafra 82/83 aproximadamente 70.000 há. Los rendimientos promedio de las últimas zafras fueron del orden de los 5.000 Kg/Há alcanzándose en la cosecha 81/82 un rendimiento de 6.030 Kg/Há. Estas cifras que sitúan al país entre los primeros puestos a nivel mundial en cuanto a la productividad del arroz, son el reflejo de las favorables condiciones ambientales

y suelos que presenta el país para su cultivo y al alto grado de tecnología utilizada en el mismo.

Entre el 85 a 90% de la producción se destina a la exportación. En 1982 la exportación de arroz constituyó el 9% del total exportado por el país y casi el 15% de las exportaciones no tradicionales. En los cuadros incluidos en el anexo se presentan el valor bruto de la producción y arroz y el volumen exportado en diferentes años.

De acuerdo con Rogberg, C. existen 330 productores arroceros, siendo la ocupación laboral que brinda el cultivo de 1 persona cada 15 Hás y 1 profesional cada 800 Hás. De los cereales extensivos, el arroz es el cultivo que emplea más mano de obra..

#### v.1.b Características del riego

El riego del cultivo de arroz se realiza por inundación, utilizándose fuentes de agua superficiales.

Los resultados de la experimentación nacional indican que el manejo del agua de riego más eficiente consiste en la aplicación de baños hasta aproximadamente 45 días luego de la emergencia, que es el momento en que se inunda hasta una profundidad de 10 cm, la cual se mantiene hasta la cosecha. El drenaje en diferentes momentos previos a la cosecha es actualmente un tema de investigación.

El consumo de agua global del cultivo es del orden de los 15.000 m<sup>3</sup>/Ha, incluyendo el agua bombeada a nivel de toma y el agua de lluvia. Las diferentes prácticas de manejo del agua que utilizan los productores así como la incidencia de factores como tipo de suelo, topografía y eficiencia de conducción de canales hace que se hayan encontrado valores de 7.000 m<sup>3</sup>/Há.

Los datos de la zafra 82/83 indican que el 27% del área sembrada se regó con sistemas por gravedad utilizando represas como fuente de agua. El resto del área se regó con sistemas de riego por bombeo a partir de corrientes naturales o lagunas. Los sistemas por gravedad han registrado una importante evolución en los últimos años. De regarse 1226 Hás (2,3% del área total), con 8 represas en 1975/76, se han pasado a regar 18.960 Hás (27% del área total), con 46 represas, en la zafra 1982/1983.

Se estima que con los sistemas de riego por gravedad se ha logrado un ahorro de 4.000.000 de litros de gas-oil anuales y 230.000 horas de motor de riego por bombeo.

En el anexo se presenta la información técnica correspondiente a los 5 embalses más importantes que operan en el país, con fines de riego en el cultivo de arroz.

Los sistemas multiprediales de riego por bombeo y gravedad, que operan en el área arrocera, riegan aproximadamente el 36% del área cultivada.

#### v.1 c Perspectivas de desarrollo del cultivo de arroz

La Dirección de Suelos y Fertilizantes (MAP) en base a la Carta de Reconocimiento de Suelos del Uruguay (escala 1:1.000.000), realizó una estimación de las áreas que por sus condiciones fisiográficas y de suelos resultarían aptas para cultivar arroz. No se consideró la fuente de agua para riego en esta estimación. En el cuadro N° 3, figuran las superficies arroza- bles estimadas para diferentes cuencas hidrográficas.

**CUADRO Nº 3****ESTIMACION DE SUPERFICIES ARROZABLES**

Tierras arrozables según cuencas hidrográficas.	Superficie estimada (miles de Hás.)
C. Laguna Merín	689
C. Río Negro/Río Tucuarembó	653
C. Río Cuareim	55
C. Río Sta. Lucia	25
C. O. Atlántico	40

Fuente: Cayssials, R. Interpretación de los estudios básicos de suelos para su uso, manejo y conservación a nivel nacional. DSF, MAP (1979).

La información presentada sobreestima la superficie realmente apta ya que, debido a la escala con que se trabajó, no es posible diferenciar los suelos no aptos que se asocian a los que sí lo son y por otra parte pueden existir tierras en las que hay problemas de fuentes de agua.

A pesar de las limitaciones que presentan las estimaciones realizadas, es evidente que existe una amplia disponibilidad de tierras que pueden destinarse al cultivo de arroz, por lo que este recurso no representa un freno para la expansión del cultivo. Por otro lado, los criterios para definir los suelos aptos para arroz, basados principalmente en la topografía, pueden variar en la medida que las condiciones económicas lo permitan. De esta forma, si económicamente se justifica cultivar arroz en suelos con mayor pendiente, la superficie arrozable, sería aún mayor.

Es opinión de productores y técnicos vinculados al sector arrocero que la disponibilidad de fuentes de agua para riego es una de las principales limitantes para el desarrollo del cultivo.

A pesar de que el recurso agua en el país es suficiente para el riego de las áreas aptas para cultivos en general, existen limitantes en relación al aprovechamiento del recurso.

En la Cuenca de la Laguna Merín, donde se siembra el 85% del área total cultivada con arroz en el país, la utilización de los cursos naturales como fuentes de agua para riego, ha llegado prácticamente al límite. El aprovechamiento de la propia Laguna Merín, no presenta problemas de volumen de agua disponible para riego, pero el incremento del área cultivada de arroz utilizando la laguna como fuente de agua, está limitada por la disponibilidad de tierras cuyo riego no implique altos costos de elevación y conducción de agua.

En otras zonas como en el Noroeste del país, los recursos de agua superficiales que se disponen naturalmente y que se utilizan para el riego de arroz, presentan limitantes ya sea por exceso o por deficiencias de agua.

Existirían posibilidades de utilización de aguas subterráneas de los acuíferos Tacuarembó y Laguna Marín que no están suficientemente estudiadas. Se considera entonces que la expansión del área cultivada con arroz, estará ligada fundamentalmente al desarrollo de almacenamientos de agua de escurrimiento.

De hecho el incremento del área cultivada en los últimos 7 años, se corresponde casi totalmente, con el incremento del área regada por gravedad, mediante el uso de represas. El ahorro de combustibles y de equipos de bombeo

beo, que son insumos importados, es otro elemento que justifica el desarrollo del cultivo en base a dichos sistemas de riego por gravedad.

La sustitución de motores a explosión por motores eléctricos, en los actuales sistemas de bombeo, mejorará en gran medida la eficiencia económica del riego.

Las estimaciones de costo de riego por bombeo, para una situación promedio en la zafra 82/83 fueron en términos de producción 750-1000 Kg arroz/7 há.

El Estado ha realizado varios estudios de construcción de represas y sistemas de riego para el cultivo de arroz en la Cuenca de la Laguna Merín.

La represa de India Muerta y su sistema de riego, es un proyecto que ya ha sido efectuado y que se encuentra operando. En la concreción del mismo, ha jugado un papel relevante la actividad privada, a quién se le adjudicó la ejecución y explotación de la represa.

Los proyectos de construcción de los embalses denominados Paso Centurión y Paso Talavera, en el Río Yaguarón, realizados en el marco de la Comisión Mixta de la Laguna Merín, representan para el país la posibilidad de riego de 57.000 Há. Sin embargo no es clara la viabilidad económica de estos proyectos en la actualidad.

Actualmente se está estudiando la posibilidad de ejecución, de un proyecto de construcción de una represa en el Río Tacuarí y un sistema de riego, denominado Tacuarí II. El proyecto tendría un área de influencia de 100.000 Há y regaría unas 30.000 Há/año de arroz; parte de esta superficie se cultiva en el presente utilizando riego por bombeo. El volumen útil del embalse sería de  $555 \times 10^6 \text{ m}^3$  y el área del espejo de 8.000 Há. El costo estimado de la obra es de 52 millones de dólares (Ing. García Rosas, con pers.)

En la cuenca del río Tacuarembó, se han realizado estudios de proyectos de riego a nivel de perfil y desarrollo arrocero, en el marco del proyecto de Desarrollo Regional Agropecuario en el Noreste del Uruguay (MAP-IICA, Fondo Simón Bolívar). En base a estos estudios se determinó la ubicación de una represa (Curtume), sobre el arroyo Yaguarí que tendría un área de influencia de suelos regables de 46.000 Há de las que serían regadas 15.000 Há/año. La represa, que tendría una capacidad de almacenamiento de agua de  $480 \times 10^6 \text{ m}^3$ , disponiéndose parte de la misma para el riego y parte para el control de crecidas y regulación, más la infraestructura de riego, tendría un costo estimado de 15.995.300 dólares.

La cuenca del Río Tacuarembó, presenta una superficie importante de suelos aptos para el desarrollo del cultivo de arroz, sin embargo existen problemas de competencia por el uso del agua entre el riego y la generación hidroeléctrica.

En razón de esto, el Estado ha fijado como primera prioridad en el uso del agua, en la cuenca del Río Negro, la generación de energía eléctrica. Actualmente y hasta que no se disponga de suficiente información que indique las posibilidades de compatibilizar el uso del agua para diferentes fines, el Estado ha fijado un monto máximo de extracción instantánea de 20.000 litros/seg, equivalente a 10.000 Há de arroz simultáneas.

Se ha visto que el país cuenta con recursos físicos como para encarar la expansión del cultivo de arroz. A su vez, este cultivo tiene la característica de ser dinamizante, por la mano de obra y tecnología que emplea. Los rendimientos promedio que se logran indican que el país tiene ventajas

comparativas para la producción del cultivo. La comercialización de la producción, que genera un monto importante de divisas para el país, no es una limitante para el incremento del área cultivada.

Estos hechos conducen a considerar que el desarrollo del riego en el país a corto y mediano plazo va a ser consecuencia principalmente del incremento de la superficie dedicada al cultivo de arroz.

Para que este desarrollo se produzca en forma armónica tendrán que considerarse entre otros factores, aquellos relativos a políticas crediticias y aspectos legales relacionados al riego.

## v.2 Caña de Azúcar

### v.2.a. Aspectos generales

El segundo cultivo bajo riego en importancia en el país, es la caña de azúcar. Este cultivo se desarrolla en la zona noroeste abarcando un área en 1.982, de 10.155 Hás. El rendimiento nacional promedio del cultivo para el período 1972-1981 fue de 41.160 Kg/Há cosechada. El porcentaje de azúcar obtenido está en el orden del 10%. La producción se comercializa en el mercado interno, siendo excepcionales las ventas al exterior.

### v.2.b. Características del riego

El método de riego utilizado en la totalidad del área es el de surcos. En el 75% del área se utilizan sistemas de riego por bombeo, a partir de cursos superficiales de agua, en el 20% emplean represas y en el 4% restante pozos artesianos. El 49% del área total se riega con sistemas multiprediales.

La necesidad de agua de riego del cultivo para un año promedio es de 3.300 m<sup>3</sup>/Há.

### v.2.c. Perspectivas de desarrollo del cultivo

Uno de los objetivos que se persiguió con el desarrollo de las plantaciones de caña de azúcar en el Noroeste del país, fue lograr, junto con la producción de remolacha azucarera el autoabastecimiento nacional de azúcar. Este objetivo ya ha sido alcanzado por lo que no se prevé un incremento significativo del área ya que las posibilidades de exportación de la producción son limitadas.

En la actualidad se están conduciendo estudios con el fin de determinar los aspectos relativos al manejo de plantas de bombeo, sistemas de riego y del agua a nivel del cultivo, que es necesario mejorar a los efectos de lograr un uso más racional de los recursos y disminuir costos.

Los costos del riego y la cosecha constituyen los componentes más importantes del costo total de producción del cultivo.

## v.3. Cultivos hortícolas y frutales

### v.3.a. Aspectos generales

La producción de hortalizas, frutales y viñedos, ocupa el 0.65% de la superficie productiva del país. Del número total de explotaciones existentes el 27,7% se dedican a dichos rubros, en su mayoría en predios de poca extensión. El 80% de los predios hortícolas y el 87% de los frutícolas tienen superficies menores a 20 Hás.

Del valor bruto de producción agrícola, no incluyendo la producción pecuaria, los rubros horti-frutícolas generan aproximadamente el 30%.

En términos generales, la productividad de los cultivos es baja especialmente en los rubros hortícolas. Al escaso grado de tecnología utilizado, se suman la disminución de la población trabajadora y el agotamiento de los suelos.

Esto es especialmente válido para la zona sur del país, donde se concentran la mayor parte de las explotaciones hortícolas y frutícolas.

### v.3.b. Características del riego

En el 67% del área hortícola regada, se utiliza el método de riego por surcos, empleándose en el resto del riego por aspersión.

En el área frutícola bajo riego, se usa principalmente el riego por surcos (76,5%), secundariamente el riego por aspersión (18%) y el riego por inundación (5,5%). En viñedos se utiliza mayoritariamente el riego por surcos (84% del área) y en forma secundaria el riego por aspersión (16%). El riego por goteo, no está desarrollado en el país. Existe una importante plantación de citrus en el litoral norte que está actualmente incorporando riego por micro-aspersores. Los sistemas de riego son esencialmente de tipo predial.

### v.3.c. Perspectivas de desarrollo del riego en hortalizas y frutales.

La información nacional relativa a la respuesta al riego de hortalizas, en términos físicos y económicos, indica que el uso de esta práctica trae aparejado beneficios, cuando el manejo agronómico de los cultivos se realiza con la tecnología adecuada.

El riego en estos cultivos no se ha generalizado debido a limitaciones en aspectos relativos a la comercialización, nivel tecnológico empleado y capacidad de inversión de los productores entre otras.

La producción de hortalizas, se comercializa en una muy alta proporción en el mercado nacional. La demanda interna en términos generales está satisfecha, por lo que un desarrollo significativo de la producción hortícola estará ligado a la exportación.

Se han realizado estudios de viabilidad de exportación en varios rubros, que indican que existen mercados potenciales para la colocación de productos. El uso de tecnología mejorada en varios cultivos, permite lograr una comercialización rentable incluso con precios de venta bajos.

La utilización de riego, de prácticas agronómicas adecuadas y la aplicación de planes de asistencia técnica y crediticia, son factores que deberían ser considerados al encarar proyectos de producción para exportación.

La conjunción armónica de estos factores, aseguraría disponer de volúmenes de producción estables, en cantidad y calidad, con lo que se lograría una comercialización externa exitosa a largo plazo y un proceso agroindustrial eficiente, en el caso de productos congelados, deshidratados o enlatados.

Existe un proyecto de producción de hortalizas y caña de azúcar con riego en la Zona Noroeste del país, que actualmente está en estudio de un organismo internacional de financiamiento. El proyecto, que ha sido impulsado por la Cooperativa Calagua, abarca 1530 Hás de hortalizas para uso industrial y 1523 Hás de caña azucarera. Esta última superficie ya está cultivada con caña, pero con sistemas de riego rudimentarios o en menor proporción en secano.

El riego se realizaría en la mayor parte del área, por surcos, previen-

dose el uso de riego por aspersión en 200 Hás en forma simultánea.

Las fuentes de agua serían: el Río Cuareim con dos estaciones de bombeo y el Río Uruguay con una estación.

Los costos determinados en setiembre de 1982 ascendían a 3169,6 US\$/Há de riego neta, por concepto de inversión y 139,7 US\$/Há de riego neta, por gastos de funcionamiento del sistema de riego.

Los beneficiarios del proyecto son 167 productores, generando 34 puestos de trabajo directos, sin incluir los puestos temporales en los trabajos de obra.

En el sur del país, existe un proyecto de instalación de una planta de procesamiento de frutas y hortalizas, para el abastecimiento de enlatados y jugos en el mercado interno y para la exportación de congelados.

El área de cultivos hortícolas necesaria para abastecer la planta en el año meta es de 1576 Hás. En parte de esta superficie se utiliza riego y se considera importante adoptar las medidas necesarias para fomentar el uso de esta práctica a los efectos de lograr un abastecimiento de producción estable.

No existe aún información nacional, concluyente, en cuanto a las ventajas económicas del uso del riego en frutales. El riego se utiliza como un seguro de producción en años críticos y existe la opinión que se logran mejores calidades de fruta, por el empleo de esta técnica. Por otra parte, la inversión en el riego, no sería en términos relativos al costo total que implica la instalación y explotación de montes frutales, un aspecto limitante.

El desarrollo del riego en frutales, está en terminos generales ligado a las posibilidades de exportación que tienen los productos. Al igual que para hortalizas, existe información de la viabilidad de exportación que presentan algunas frutas

Los cítricos, son uno de los rubros que presentan mejores posibilidades de exportación. Actualmente se comercializa en el exterior un volumen importante de la producción. Por otro lado, del total del área de frutales regados se estima que el 60%, corresponde a plantaciones de citrus, ubicadas fundamentalmente en el litoral del país.

La existencia de fuentes de agua que suministren en volumen y calidad lo necesario para el riego en hortalizas y frutales, especialmente en el sur del país, surge en algunas situaciones como limitante para el desarrollo del riego. Esto ocurre principalmente en predios que no disponen de corrientes naturales adecuadas, ni de fuentes subterráneas con los caudales necesarios y en los que la construcción de presas de almacenamiento prediales no es posible por el tamaño reducido de las explotaciones.

En estos casos podría justificarse la construcción de sistemas multiprediales de riego.

## VI CARACTERISTICAS DE LOS SISTEMAS DE RIEGO ESTATALES

El riego se ha desarrollado en el país, fundamentalmente en base a la iniciativa privada.

El Estado administra cuatro sistemas de riego. Dos de ellos tienen como finalidad el riego de caña de azúcar; el sistema multipredial de Colonia España (950 Hás) y el del Espillar (2000 Hás), cuyo único usuario es una empresa estatal (ANCAP). Los otros dos sistemas, el Sistema Experimental de riego A-1 y el



de Colonia Tomás Berreta, son de carácter multipredial y se ubican en la Zona Sur y Litoral Oeste, respectivamente.

El sistema de riego de Colonia España, funciona en términos relativos a los otros sistemas multiprediales, en forma marcadamente más eficiente. El sistema se destina al riego de un cultivo, en el cual, el uso de dicha técnica es necesario para lograr altos rendimientos físicos y económicos. Existe por lo tanto una necesidad sentida por parte de los usuarios de utilizar el riego. Estos tienen una participación activa en la operación del sistema a través de una Junta de Usuarios.

En los sistemas multiprediales de Colonia Tomás Berreta y Sistema Experimental de Riego A-1, la situación es diferente. Ambas otras fueron diseñadas y construidas correctamente desde el punto de vista de la Ingeniería Hidráulica. Sin embargo, se encuentran situadas zonas donde existen limitaciones relacionadas a: tipo de cultivos realizados y su manejo agronómico, comercialización de los productos, tamaño de los predios y problemas que tienen que ver con el tipo de productores predominantes en los sistemas.

El Estado realiza una labor de asistencia técnica agronómica y de asesoramiento en aspectos de la comercialización de los productos a los usuarios de estos sistemas, con el objetivo de mejorar la eficiencia económica de estos últimos. En el Sistema Experimental de Riego A-1, esta labor ha logrado que, de prácticamente no cobrar los servicios de riego a los usuarios, se recupere en el presente el 51,5% del presupuesto anual por concepto de Canon de Riego.

Considerando la situación de los sistemas de riego que opera el Estado o que de alguna manera ha participado en su implementación, se concluye que, de plantearse nuevos proyectos, deben pesar de manera preponderante factores tales, su comercialización, el tamaño y tenencia de los predios afectados por los proyectos, el tipo de productores y la producción que lleva a cabo previo a la implementación del proyecto, la asistencia técnica y crediticia a los usuarios y aspectos legales. El no considerar estos factores en su justa dimensión puede hacer fracasar los mejores proyectos concebidos desde el punto de vista de la ingeniería de riego.

En el anexo se presentan los datos técnicos de los sistemas estatales.

El sistema de riego multipredial más importante, por el tamaño de las obras y el número de hectáreas que beneficia, es el de India Muerta (Dpto. de Rocha). Esta obra, de reciente construcción, se sitúa en la Cuenca de la Laguna Merín, en plena zona arrocerá y es el fruto del esfuerzo conjunto del sector privado y del Estado. Al igual que los sistemas que operan en la zona de caña de azúcar, el sistema de India Muerta, responde a una necesidad sentida por parte de productores, industriales y técnicos, por lo que se prevé un uso económico eficiente del mismo. En el anexo se brinda información relativa a este sistema.

## VII ASPECTOS LEGALES RELACIONADOS AL RIEGO

El país cuenta con dos leyes principales relativas a los recursos hídricos. Estas son el Código de Aguas (Ley 14.850, del año 1979) y la Ley de Conservación de Suelos y Aguas (Ley 15.239 del año 1981).

En la primera de estas, se fijan las atribuciones y cometidos de la autoridad competente, se definen los principios que rigen el dominio de las aguas, el uso del recurso, servidumbres y conservación de los recursos hídricos.

La segunda Ley, versa sobre los deberes del Estado y de los habitantes - respecto a la conservación, uso y manejo adecuado de los suelos y aguas. A su vez determinan la autoridad competente en la materia y fija sus atribuciones.

No existe en el país una ley específica de riego lo que puede constituir en ciertas situaciones una limitante para el desarrollo armónico de esta práctica.

Se consideró anteriormente que la expansión del área dedicada al cultivo de arroz, estaría dada principalmente por el desarrollo de sistemas de riego de gravedad, que utilizan represas como fuente de agua. La ausencia de un marco jurídico, que contemple lo relativo a la adquisición de las tierras afectadas por los embalses y a la permanencia del producto arrocero en las tierras beneficiadas, es una limitante que debería sortearse con el fin de lograr el desarrollo mencionado.

### VIII CONSIDERACIONES FINALES

El potencial para la producción agropecuaria que dispone el país, está a un lejos de ser explotado plenamente.

El área destinada a la agricultura y ganadería es casi el 90% de la superficie territorial, por lo que un aumento del producto bruto agropecuario se lograría a través del incremento de la productividad de la tierra.

En las condiciones económicas actuales, el riego puede jugar un papel significativo para alcanzar un incremento en la productividad física y económica de la tierra, ligado a la expansión del cultivo de arroz.

El incremento de la superficie dedicada a este cultivo, implicaría una reducción del área de campo natural y que se destina a la producción ganadera extensiva.

Dado que el cultivo de arroz, manejado con alta tecnología, se realiza en rotación con praderas sembradas, de mayor producción que el campo natural, la productividad del rubro ganadería, se vería incrementada.

Por otro lado, dada la mano de obra que se utiliza en la producción, industrialización y comercialización del arroz, su desarrollo traería aparejados importantes beneficios sociales y la dinamización de las regiones del país donde el cultivo se desarrolle.

El riego suplementario, puede jugar un papel importante para lograr un aumento de la productividad en varios cultivos tradicionalmente de secano, como entre otros: hortalizas, frutales y maíz.

En algunos de estos cultivos, la respuesta económica al uso del riego es clara. Pero en otros, las variaciones en las relaciones de precios de productos e insumos, crean dudas acerca de la viabilidad económica del riego. En este caso, el empleo del riego, salvo en algunas situaciones especiales, depende principalmente de la capacidad de inversión del productor y el grado de aplicación de tecnología utilizado en estos cultivos.

Una expansión significativa del riego en cultivos que se realizan en la actualidad principalmente en secano, no puede encararse sin previamente solucionar la escasa aplicación de técnicas agronómicas en muchos de estos cultivos y los problemas de comercialización.

En relación a esto último, se considera que especialmente en hortalizas y frutales, un desarrollo importante del riego estaría ligado a la concreción de proyectos de exportación.

Este desarrollo no solo implicaría beneficios económicos para el país si no también un importante beneficio social, dado el elevado número de personas ligadas a la producción de estos cultivos.

## X. ANEXO

En este anexo se presenta la información estadística solicitada por la Co misión Organizadora del VII Seminario Latinoamericano de Riego.

### 1. TIERRAS

A partir de la Carta de Reconocimiento de Suelos del Uruguay (DSF, 1977) - la Dirección de Suelos y Fertilizantes, elaboró una carta interpretativa de tierras arables, en la que se agrupan unidades de suelos de acuerdo al porcentaje de tierras arables. En cada unidad se descartaron las superficies de sue los superficiales, suelos halomórficos, dunas costeras, zonas gravemente ero - sionadas y planicies con riego de inundación. Tampoco se incluyen áreas urba - nas, bosques, áreas con cultivos hortícolas, frutícolas y caña de azúcar. La información presentada en el cuadro es una estimación de la superficie poten - cialmente agrícola.

Unidades con diferente % Tierras arables	Superficie aproximada en miles de Hás.	Porcentaje
75%	3.876	22.6
50%	2.995	16.7
25%	2.607	14.8
Menos de 25%	7.929	45.1

\* Las unidades constituyen asociaciones de suelos.

Fuente: Cayssials, R. Interpretación de los estudios básicos de suelos para su uso, manejo y conservación a nivel nacional. DSF, MAP (1979)

### 2. AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRANEAS

-Grandes Cuencas del país.

CUENCA	SUPERFICIE ( KM <sup>2</sup> )	% SOBRE EL TOTAL DEL PAIS
Río Negro	68.214,49	38.7
Río Uruguay	45.203,39	25.7
Laguna Merín	30.539,64	17.3
Río de la Plata	25.728,76	14.6
Oceáno Atlántico	6.529,16	3.7

Fuente: Dirección de Hidrografía (MTOPI).

-Caudales medios estimados

- Zona que desagua al R. Uruguay al Norte del Río Negro	535 m <sup>3</sup> /s
- Río Negro	800 m <sup>3</sup> /s

-Zona que desagua al R. Uruguay al Sur del Río Negro	61 m <sup>3</sup> /s
-Cuenca del R. de la Plata	261 m <sup>3</sup> /s
-Cuenca del Océano Atlántico	34 m <sup>3</sup> /s
-Cuenca de Laguna Merín	218 m <sup>3</sup> /s
<b>Total de recursos hidráulicos superficiales nacionales 1909</b>	<b>564 m<sup>3</sup>/s</b>

Fuente: Cepal Los recursos hidráulicos de América Latina Uruguay. Vol I.

-Las estimaciones del escurrimiento medio anual para todo el país es de 65.000 millones de m<sup>3</sup>, de donde se infiere un coeficiente de escurrimiento medio de 0,35. (Agua: Recursos y Necesidades en Uruguay, Presidencia de la República 1976).

#### -Aguas Subterráneas

Los principales acuíferos que pueden ser utilizados para riego son los siguientes: Tacuarembó, Libertad y Laguna Merín.

##### -Acuífero Tacuarembó

Formado por areniscas de edad triásica, este acuífero es el más importante del país. Abarca aproximadamente 42.000 Km<sup>2</sup> en su parte N-NW, con espesores de 300 a 550 m. Las areniscas afloran en un área de 3.700 Km<sup>2</sup>, en el resto se encuentran cubiertas por capas espesas de basalto. Los caudales instantáneos son de 100 a 1000 m<sup>3</sup>/hora. La calidad del agua de este acuífero, no presenta problemas para su utilización en riego. (Gilboa, Y. 1973).

##### -Acuífero de Libertad

Está compuesto por arenas y limos de formaciones neógenas del Terciario (Raigón). La profundidad de las capas varía entre 10 a 50 m y los caudales aflorados son en un 70% menores a 10 m<sup>3</sup>/hora, llegando en algunos casos a 90 m<sup>3</sup>/hora (Gilboa, Y. 1973).

La conductividad y el SAR ubican la calidad del agua de este acuífero en la posición S<sub>1</sub> C<sub>2</sub> (Pres. de la Rep. 1976).

##### -Acuífero de la Laguna Merín.

Es un acuífero compuesto de aluviones areno arcillosos con gravillas, que tienen un espesor de 100 m. Se extiende en un área de 8.000 Km<sup>2</sup> y no es actualmente muy explotado. De acuerdo con Gilboa, Y. (1973), este acuífero, que podría aportar volúmenes considerables de agua, tendría que ser tomado en cuenta para el desarrollo del riego en la zona de la cuenca de la Laguna Merín.

Los rendimientos que se han obtenido son superiores a 50 m<sup>3</sup>/hora, pudiendo existir problemas con la calidad del agua para riego.

### 3. UTILIZACION DEL AGUA

#### -Volúmen de utilización de agua en usos poblacionales. (1979)

Montevideo	-	124:302.564 m <sup>3</sup>	-	Fuente superficial (Río Santa Lucía)
Interior	-	49:196.638 m <sup>3</sup>	-	Fuente superficial
Interior	-	10:586.127 m <sup>3</sup>	-	Fuente subterránea
Agua suministrada para uso poblacional (1981) : 196,062.000 m <sup>3</sup>				
Servicios de agua potable (1981): 249				

-Riego

-El caudal utilizado en cursos naturales y lagunas, se estima en 136,4 m<sup>3</sup>/seg. (Dirección de Hidrografía, MTOP). La mayor parte de este caudal se emplea en riego de arroz y caña de azúcar, el resto se usa para riego de otros cultivos y una proporción reducida de la extracción tiene destino industrial.

-Embalses en operación con fines de riego.

Se dispone de información de aquellos embalses destinados al riego de arroz, caña de azúcar, tabaco y los estatales.

	Arroz	Caña	Tabaco	Estatales	Total
Número de embalses	46	77	8	3	134
Capacidad de almacenamiento (miles de m <sup>3</sup> )	250.000*	13.426,4	793	638	264.857,4

\* Valor estimado

Fuente: Arroz N° 1, año 13era. época; Mosco y de la Peña, Informe de CALNU Cía Greco Uruguaya (com. pers.)

-Embalses más importantes en operación con fines de riego

Embalse o Propietario	Curso de agua donde se abastece.	Capacidad de almacenamiento (miles de m <sup>3</sup> ).	Capacidad max. de los vertederos de excedencias (m <sup>3</sup> /S)	Capacidad max. de la descarga de operación (m <sup>3</sup> /S).
India Muerta	Ayo. I. Muerta	128.000	800	20
Luis Alves	Cda. Sarandí	25.000	225	5
M. Casarone	Cda Grande	17.000	88.5	2
Bonomo y Gigena	Ayo. Porongos	16.500	350	4
Gastelú y Barrios	Cauce no definido	13.500	120	4

Fuente: Dpto. Técnico de SAMAN; COMISACO, Casarone Agroindustrial S.A.

No se dispone de información sobre el volumen de agua subterránea utilizada para riego. En el cultivo de arroz no se utilizan estas fuentes y en la caña de azúcar solo una pequeña proporción del área, se riega exclusivamente a partir de pozos. Se considera entonces que el volumen de agua subterránea empleada en el trigo, no es actualmente de significación en términos relativos al volumen de agua proveniente de fuentes superficiales.

El número de pozos de agua utilizados para riego, de acuerdo al Censo General Agropecuario de 1980 es de 3.017, lo que significa un incremento del 12% respecto al número censado en 1970. La cantidad de pozos empleados para agua potable y riego, según el censo de 1980 es de 6.223, representando un incremento de 19% en relación al número registrado en 1970.

-Abrevadero

El consumo de agua anual del stock ganadero y aves de corral se estima en 207 millones de m<sup>3</sup>. Esta estimación se hizo en base a los datos del Censo General Agropecuario de 1980 sobre cantidad de animales existentes y considerando las necesidades de agua promedio de los mismos.

El número de potreros con aguadas permanentes es 191.625, que representa un 64% del número total de potreros incluyendo chacras (1980).

4. PROPIEDADES AGRICOLAS

Nº Total de explotaciones agropecuarias	Superficie Total (hás)	Promedio superficie Explotación (Hás)
68.362	16:024.656	234.41
Tamaño de la explotación hás	% explotaciones	% del área agropecuaria
1 - 49	57,78	3,65
50 - 999	36,54	39,76
1000 y más	5,68	56,61

Fuente: Censo Agropecuario 1980.

5. POBLACION

Población total	Población Urbana	Población Rural	Tasa de Crecimiento Anual - Media (1963-75)
2.788.429 (100%)	2.314.356 (83%)	474.073 (17%)	0,5%
PEA total	PEA agrop.	PEA total x 100 pob. total	PEA agrop. x 100 PEA total
1.077.468	174.871	38,6	16,2

PEA: Población Económicamente Activa

Fuente: V Censo General de Población y III de Viviendas 1975.

6. PRODUCTO BRUTO INTERNO

Participación porcentual del PBI agropecuario en el PBI nacional. (A costo de factores) PBI Nacional = 100

Año	Porcentaje de participación del PBI agropecuario
1970	16,32
1975	14,57

1979	10,09
1980	11,09
1991*	11,27

\* Cifras preliminares

Fuente: Banco Central del Uruguay

### 1. AREA TOTAL CULTIVADA Y CON RIEGO Y/O DRENAJE

	1970	1980
Area total cultivada (Hás)	2:220.634	1:965.268
Area total cultivada con riego (Hás)	52.277	79.018

En 1982/1983 la superficie cultivada con arroz fue de aproximadamente 70.000 Hás por lo que la superficie con riego en dicho año se estima en 94.746 Hás.

### -Valor bruto de la producción agrícola y pecuaria

(moneda cte. 1975)

(miles de US\$)

	1970	1975	1979	1980	1981
FBP Agrícola (1)	160.999,45	261.319,82	210.075,94	247.603,06	231.087,15
FBP Pecuaria (2)	316.871,07	299.751,89	549.265,62	538.128,83	444.092,20
FBP Agropecuario (1) + (2)	486.870,54	561.071,71	759.341,56	785.731,89	675.179,35

### -Valor bruto de la producción de los principales cultivos regados

(miles de US\$) (moneda cte. 1975)

	1970	1975	1979	1980	1981
Arroz	8.182,41	20.317,149	22.247,04	19.353,53	27.639,292
Caña de Azúcar	4.308,29	11.072,160	5.425,85	10.789,77	15.108,81

Fuente: Censo Agropecuario 1980, Estadísticas Básicas del Sector Agropecuario (DIPYPA), Boletines Estadísticos del Banco Central.

### -Valor bruto de la producción de los 6 cultivos de secano más importantes en cuanto a superficie cultivada (miles de US\$ moneda constante 1975)

CULTIVOS	1970	1975	1979	1980	1981
Trigo	21.402,31	53.292,65	21.388,72	59.702,92	39.797,53
Maíz	13.175,36	16.995,10	7.510,30	13.818,42	12.443,42
Avena	2.772,00	3.059,69	2.067,27	2.904,41	1.652,06
Cebada					
Cervecera	2.215,38	3.166,59	4.258,73	5.924,57	4.677,28
Birasol	4.937,28	9.934,74	7.869,16	2.081,99	4.432,31
Borgo	1.630,92	1.641,43	4.598,75	5.028,46	11.408,24

Fuente: Elaborado a partir de Estadísticas Básicas del Sector Agropecuario

**-Porcentaje del área dedicada a cada cultivo sobre el área total cultivada**

	1970	1980
Trigo	20,3	16,3
Maíz	10,2	7,4
Avena	3,0	3,3
Cebada	1,4	2,3
Cervecera		
Girasol	5,6	3,5
Sorgo	1,4	2,1

**-Porcentaje del valor de producción primaria de cada cultivo sobre el valor total de la producción agrícola primaria nacional.**

	1970	1975	1979	1980	1981
Trigo	12,6	20,4	10,2	24,1	17,2
Maíz	7,8	6,5	3,6	5,6	5,4
Avena	1,6	1,2	1,0	1,2	0,7
Cebada	1,3	1,2	2,0	2,4	2,0
Cervecera					
Girasol	2,9	3,8	3,7	1,2	1,9
Sorgo	1,0	0,6	2,2	2,0	4,9

**9. CULTIVOS EN AREAS CON RIEGO.**

Se presenta la información relativa a los cultivos de arroz y caña de azúcar, en los que la totalidad del área se cultivo con riego. No se dispone de información de otros cultivos regados, exceptuando la superficie que ocupan en 1970 y 1980.

<b>-Área cultivada (Hás)</b>	1969/70	1974/75	1978/79	1979/80	1980/81	1981/82
Arroz	35.691	46.923	68.010	54.569	62.250	70.000
Caña de Azúcar	4.273	8.275	10.290	9.264	10.049	10.155

**-Rendimiento promedio (Kg/Há)**

Arroz	3.884	4.018	3.645	4.349	5.306	6.031
Caña de Azúcar	37.600	45.396	31.355	40.022	41.817	47.241

**-Volúmen de producción (Ton)**

Arroz	138.624	188.535	247.973	237.295	330.287	418.885
Caña de Azúcar	160.665	375.651	322.640	370.764	420.222	479.730

**-Valor de la producción primaria (miles de dólares, moneda cte. 1975)**

Arroz	8.182,41	20.317,149	22.247,04	19.353,53	27.639,292
Caña de Azúcar	4.308,29	11.072,160	5.425,85	10.789,77	15.108,81



-Porcentaje del área dedicada al cultivo sobre el área total cultivada en el país (\*)

	1970	1980
Arroz	1,6	2,8
Caña de A zúcar.	0,4	0,5

\* Incluye pasturas cultivadas, rastrojos y cultivos permanentes excepto bosques.

-Porcentaje del área dedicada al cultivo sobre el área total cultivada con riego.

	1970	1980
Arroz	68,3	69,0
Caña de Azúcar	16,1	12,5

-Porcentaje del valor de la producción primaria del cultivo sobre el valor total de la producción agrícola primaria nacional (\*).

	1970	1975	1979	1980	1981
Arroz	4,8	7,8	10,6	7,8	12,0
Caña de Azúcar	2,5	4,2	2,6	4,4	6,5

(\*) No incluye la producción pecuaria.

## 10. PRODUCTOS AGROPECUARIOS DE EXPORTACION E IMPORTACION

Los productos de exportación tradicionales son la carne y la lana. Del total de la faena bovina se exporta el 40 a 50%. El 90% de la producción de lana se exporta.

Entre los rubros no tradicionales se encuentran el arroz que es el producto mayoritario, los citrus, aceites de lino y carne de aves, entre otros.

En el siguiente cuadro se presenta información sobre volúmenes y valor de las exportaciones de arroz.

-Exportaciones de arroz

	1975	1979	1981	1982
Toneladas	99.282	166.854	224.062	245.745
Miles de US\$				
Corrientes	33.235	60.996	109.300	92.300

Los principales productos agrícolas de importación son la yerba elaborada, bananas y papas para semilla.

## 11. AREAS CON RIEGO Y/O DRENAJE (1982)

-Área comprendida en los sistemas manejados por el Estado y el sector privado (Hás).

	Estado	%	S.Privado	%	TOTAL	%
Riego (*)	4,054,3	4,3	90.691,7	95,7	94.746	100
Drenaje (**)	105,629		No se dispone de información.			

(\*) Área agrícola con infraestructura de riego a nivel de predios.

(\*\*) Área beneficiada por obras de drenaje.

-Sistemas de riego públicos en servicio

- Número de sistemas de riego: 6 incluye 2 sistemas prediales de aprox. 50 há
- Area bruta comprendida en el total de los sistemas: 6722.6 Hás
- Area neta total beneficiada con infraestructura de riego: 4054,3 Hás
- Total de la capacidad máxima de captación: 7 m<sup>3</sup>/S
- Longitud total de canales de riego: 64,2 Km
- Número de propiedades agrícolas total :121
- Número de usuarios total: 100
- Número total de funcionarios permanentes para operación y mantenimiento:35
- Número total de funcionarios administrativos permanentes: 5

Col. T.S. Exp. de  
Col España Riego A-1 Espinillar

		Actualmente	16,18	El usuario es
Valor de la tarifa de riego/Há (US\$ en 1982)	164*	no se cobra el riego		el propietario.
Monto del presupuesto (US\$ en 1982)		3.750 *	8761,63	570.000
Autosuficiencia económica (%)	100	0	51,5	-
Efectividad de cobranza (%)	100	-	100	-
Area dedicada a c. anuales (Hás)	0	46	19	-
Area dedicada a c. permanentes (hás)	950	0	180	1.957,2
Promedio área cosech/área neta	0,84	-	0,75	0,80
Valor de la producción agrícola en los sistemas (US\$ en 1982)	1.455.025*	-	352,677	3:500,000

\* Valor estimado

-Represa de India Muerta

- Area de influencia: 90.000 há
- Area que riega anualmente: 8000 há arroz (a partir de 1983/84)
- Area regada 1982/83: 2.982 há arroz
- Cuenca de captación: 65.000 há
- Volúmen almacenado útil: 128:000.000 m<sup>3</sup>
- Area ocupada por el lago: 3.500 Há.
- Capacidad de descarga del vertedero de excedencias: 800 m<sup>3</sup>/s.
- Longitud total de los canales de riego: 238 Km.
- Capacidad de los canales principales (2): 10 m<sup>3</sup>/S c/u
- Número de usuarios: 40
- Número de funcionarios permanentes en servicios de operación: 16.
- Número de administrativos: 11
- Valor de la tarifa de riego/Há: 192  
US\$ (1982)
- Valor de la producción agrícola en el área del sistema (1982) estimado en US\$:  
3:320.755
- Rendimiento promedio de arroz obtenido 1982/983 en el área del sistema:5800 Kg/há
- Máximo rendimiento obtenido en el área del sistema (1982/83): 7850 Kg/Há.
- Rendimiento promedio nacional en 1982/83°4500 Kg/Há.
- Número de personas afectadas al cultivo de arroz en el área del sistema (8000 Há)  
300
- Número de personas con familia afectadas a la industrialización en el área del  
sistema: 160

Fuente: COMISACO

**-Obras de drenaje****-Drenaje de Laguna Negra (Dto. de Rocha)****Longitud de canales: 13,3 Km****Capacidad de desagüe: 40 m<sup>3</sup>/S****Area beneficiada: 13.000 Hás****Costo: US\$ 1:000.000 (financiación del Estado a los propietarios)**

El Estado aportó US\$ 475.000 por ejecución de puentes y suministros de maquinaria.

**-Drenaje de Bañados de India Muerta y San Miguel (Dto. de Rocha).****Longitud de canales: 83 Km****Area beneficiada: 90.000 hás****Costo: US\$ 5:000.000**

**Fuente:** García Rosas, J. "Cuenca de la Laguna Merín".  
Polo de desarrollo agrícola-ganadero  
Arroz N° 3, Año 3, 3era. época (1983)

**-Drenaje Colonia Claude Galland.****Longitud de canales: 1,750 Km****Area beneficiada: 400 Hás**

**Fuente:** Dirección de Hidrografía (MTOF).





**VII SEMINARIO  
LATINOAMERICANO  
DE IRRIGACION**

**SANTIAGO DE CHILE, 28 DE NOVIEMBRE  
AL 2 DE DICIEMBRE DE 1983**

**DOCUMENTO B-18**

✓  
**RESUMEN DEL INFORME DE VENEZUELA**

**Por: Ing. Fernando Ajmad C. (\*)**

---

**(\*) Director General Sectorial de Riego - Ministerio de Agricultura y Cría.**



## RESUMEN DEL INFORME NACIONAL DE VENEZUELA

La superficie del territorio nacional es de 916.490 Km<sup>2</sup>, de la cual tienen potencialidad para la producción agropecuaria unas 35,5 millones de has., siendo aptas para uso vegetal 8,3 millones de has. y 27,2 millones de has. para uso pecuario, sólo o con agricultura vegetal de apoyo.

Los volúmenes potenciales utilizables de aguas superficiales y subterráneas son de aproximadamente 17.285 millones de m<sup>3</sup>, sin embargo, al norte del Río Orinoco donde se encuentra la mayor parte de las tierras agrícolas, las disponibilidades de aguas son relativamente escasas, de manera que sobre 4,2 millones de has. potenciadas con riego finalmente sólo podrán regarse alrededor del 50% (2 millones de has.).

La población total de Venezuela a 1981 era de 15,6 millones de habitantes siendo rural el 26,3%. La población económicamente activa es de 4,5 millones de habitantes y de ella el 14,2% está dedicada a la agricultura.

El área total con agricultura vegetal en 1970 fué de 6,2 millones de has. y pasó en 1981 a 8,7 millones de has. con valores de producción de 1.392 y 1.875 millones de US\$, respectivamente (precios 1978). Para 1981 el valor de la producción en áreas exclusivamente con riego fué de 17,7% del total y el 38,3% en áreas con riego y/o drenaje.

Venezuela tiene un déficit en su producción agrícola para el abastecimiento nacional superior al 25%, ello mayoritariamente en cereales (excepto arroz), granos leguminosos, aceites y grasas vegetales y leche. Los principales cultivos son, en secano o temporal: maíz, café, algodón, ajonjolí (sesamo), sorgo y cacao; y en riego: arroz, naranja, banano, caña de azúcar, tomate y tabaco.

Las tierras bonificadas con riego y/o drenaje a nivel nacional han venido creciendo a una tasa sostenida del 10,5% interanual, determinando que la superficie pasara de 600.000 has. en 1970 a 1.650.000 has. en 1981. Esto es el resultado de una política de saneamiento antes que a la expansión en riego, el cual ha crecido sólo a una tasa del 3%. La participación de los sectores público y privado en la bonificación de tierras fué de 60% y 40%, respectivamente para el año 1970 mientras que en 1981 fué de 83% y 17%.

En los proyectos de riego públicos se beneficiaban en 1982 a 13.300 familias campesinas y a 207 organizaciones campesinas, con una superficie promedio por usuario de 7,8 has. Dichos proyectos son atendidos por 186 profesionales universitarios y 250 técnicos medios.

Durante 1980 se regaron en el país unas 43.500 has. por aspersión, 343.000 has. por gravedad (50% en surcos y 50% por inundación) y unas 1.000 has. por goteo para un total de 387.500 has. de las cuales unas 100.000 eran del sector público. La lámina media estimada fué de 1.6 m/año. Por su parte el área saneada era de 1.250.000 de has.

Actualmente se construyen, amplían o consolidan 14 sistemas de riego y 6 áreas de saneamiento, los que al finalizarse incrementarán la superficie regada en 153.000 nuevas has. y en más de 2,9 millones de has. el área saneada. Ambas producirán un valor incremental de la producción agrícola de 1.800 millones de US\$ por año . Includo el sector privado se espera incorporar al año 2000 unas 580.000 has. de riego y 12,5 millones de has. en saneamiento.

Hasta fecha reciente existían numerosas y dispersas leyes, reglamentos y decretos sobre los recursos hidráulicos y sobre riego, algunas de ellas contenidas en la Ley de Reforma Agraria, Ley Forestal, Suelos y Aguas, Código Civil y Reglamentos Territorial, del Ambiente y el Proyecto de Ley de Aguas han integrado todos estos aspectos legales. Dentro de ellas se establece que la Autoridad Nacional de las Aguas es el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables y el Ministerio de Agricultura y Cría la autoridad en materia de aprovechamiento y administración de los Proyectos de Riego.



**C. INFORMES DE INSTITUCIONES  
INTERNACIONALES DEL SISTEMA  
MUNDIAL Y REGIONAL DE COOPERACION  
TECNICA Y/O FINANCIERA**





**VII SEMINARIO  
LATINOAMERICANO  
DE IRRIGACION**

**SANTIAGO DE CHILE, 28 DE NOVIEMBRE  
AL 2 DE DICIEMBRE DE 1983**

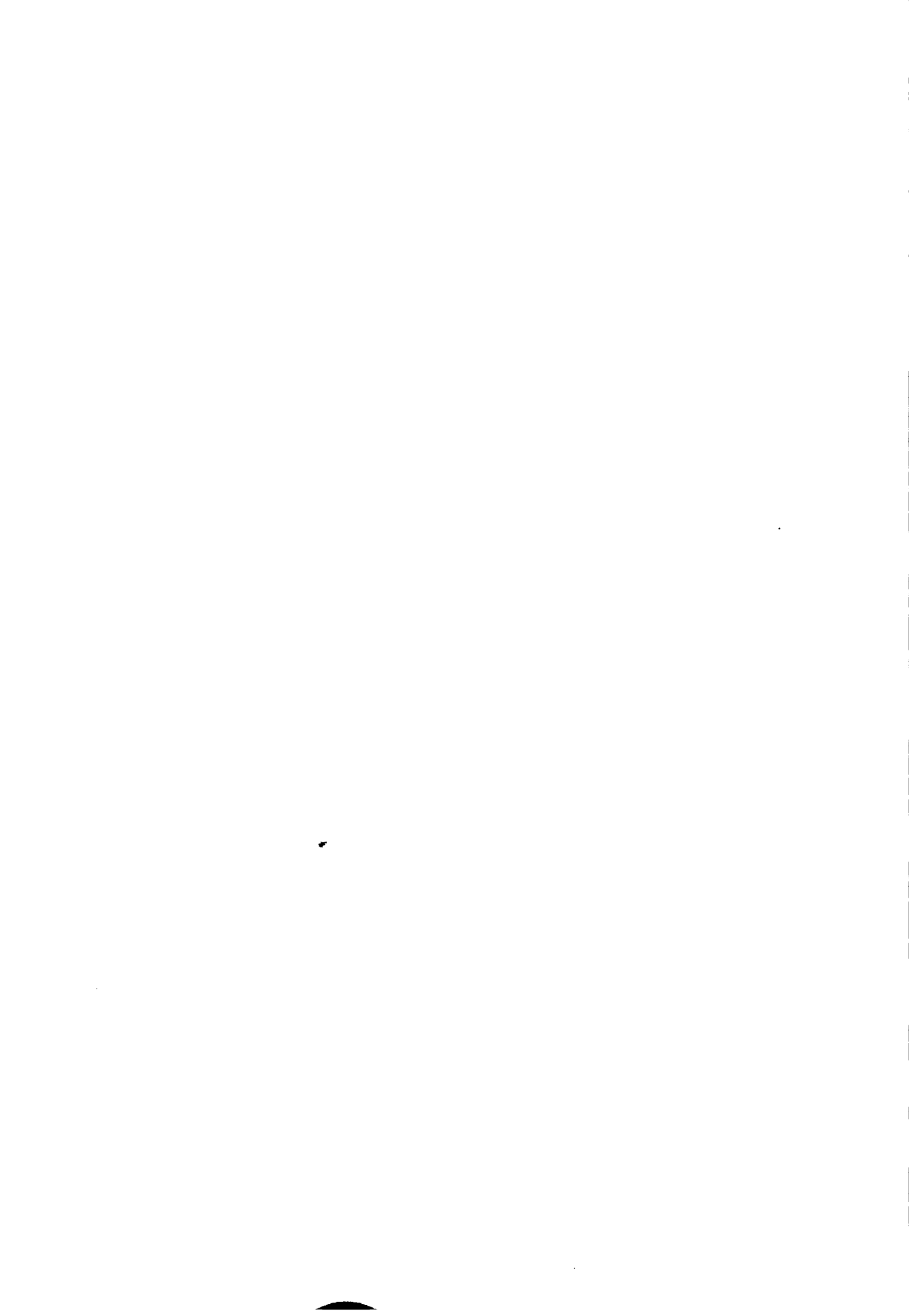
**DOCUMENTO C-1**

**INFORME DE LA AGENCIA INTERNACIONAL PARA EL DESARROLLO (AID)**

**"MEJOR MANEJO DEL RIEGO"**

**Por: Ing. Alberto L. Brown(\*)**

**(\*) Jefe División de Desarrollo Rural-Bureau de América Latina y el Caribe de AID**



INFORME DE LA AGENCIA PARA EL DESARROLLO INTERNACIONAL DE LOS ESTADOS  
UNIDOS DE AMERICA - AID

MEJOR MANEJO DEL RIEGO

Enfoque de la Asistencia de la AID en el Campo de la Irrigación  
para la Década de 1980

A través del mundo, las tierras agrícolas irrigadas están produciendo día a día dos tercios de los alimentos producidos en los países en desarrollo. Así, se requerirá una mayor producción en las próximas dos décadas si hemos de hacer frente a las crecientes necesidades alimenticias de estos países. Desde 1950 se han invertido aproximadamente 100 billones de dólares en sistemas de riego. No obstante, se estima que será necesario invertir 150 billones adicionales en nuevos sistemas de irrigación y en la expansión y rehabilitación de los sistemas actuales entre ahora y el año 2000 si es que la agricultura de riego ha de satisfacer las necesidades crecientes.

Sin embargo, debemos de ir más allá de simplemente incrementar la extensión de tierras bajo riego. Los recursos hidrológicos no-explotados se están agotando más y más escasos, a la vez que está incrementando el costo de su explotación. Cada vez se hace más evidente que lo que es realmente fundamental es reducir el gasto descontrolado de agua, buscando un uso más productivo y eficaz del agua para riego.

Los subsectores del riego en varios países en desarrollo están operando niveles muy por debajo de su potencial. Los nuevos sistemas de irrigación si siempre fracasan en el logro de sus metas, tanto en cuanto a extensión como a productividad. Esta situación no solo amenaza la justificación económica del proyecto, sino que frustra los esfuerzos por mantenerse al día con la demanda de alimentos.

Generalmente hay grandes diferencias entre la disponibilidad de agua en un extremo u otro de los sistemas de riego, y puede ocurrir que el agua no cubra la totalidad de la zona prevista. La recuperación del costo suele ser muy baja. En zonas muy secas, se presentan problemas especiales tales como terrenos anegados y salinos. En todas partes, la eficacia del riego tiende a ser baja.

Esta baja productividad y rendimiento del riego se puede deber tanto a un mal diseño del sistema de riego como a una mala operación y mantenimiento. Asimismo, todo lo cual a su vez puede ser el resultado de una serie de factores y obstáculos que podemos calificar como "mal manejo del riego".

Si hemos de satisfacer las necesidades alimenticias y otras metas del desarrollo, debemos superar estos obstáculos.

La mayoría de los paquetes de tecnología agrícola requieren una amplia cantidad de insumos, incluyendo agua, para lograr su potencial productivo. Muchos están diseñados para condiciones de riego. Asimismo debemos tener en cuenta que la mayoría de los pasados incrementos en la producción de alimentos

provenía de la expansión del área bajo cultivo, y que la disponibilidad de tierras nuevas para cultivo ha venido disminuyendo desde 1960. Debemos por tanto, procurar aumentar la productividad de las tierras que ya se están cultivando. Una administración más eficaz del agua podrá jugar un rol fundamental en aumentar la productividad de estas tierras. Podemos encontrar ejemplos contemporáneos de como se puede lograr esto en proyectos pilotos y sistemas autóctonos a través del mundo, y específicamente aquellos empleados en Latino América que es el foco de esta conferencia.

### Experiencia de la AID en Materia de Riego

Hasta épocas recientes, la mayoría de los esfuerzos para el desarrollo del riego se limitaban a la construcción de diques, represas, y canales para captar, retener y transportar el agua. Se prestaba poca atención a los problemas a nivel de finca ni menos aún a los aspectos del así llamado "software", o sea las reglas prácticas y procedimientos necesarios para operar y mantener el sistema. En los últimos años del decenio del cincuenta se comenzó a sentir una cierta preocupación por mejorar los sistemas de riego y administración del agua, cuando la organización que precedió a la AID y otros donantes patrocinaron en forma conjunta una serie de seminarios en Asia y el Cercano Oriente sobre "prácticas de irrigación". Estos seminarios fueron exitosos en estimular el interés y generar un mejor entendimiento del uso del agua, y en cristalizar cambios institucionales en varios países en el área de la administración del agua. El éxito de estos primeros seminarios fué un factor contribuyente al inicio de los Seminarios Latinoamericanos sobre Riego y Drenaje, auspicado por el IICA y la AID en 1959.

El primer proyecto de la AID dirigido directamente al problema de la eficacia de la irrigación fué el Proyecto de Investigación del Manejo del Agua en las Fincas, llevado a cabo en Turquía en 1968. Posteriormente, en 1972 se llevó a cabo un proyecto semejante en Pakistán. Mucho se aprendió por medio de estos proyectos. El próximo paso fué el desarrollo de un método para transferir "las lecciones aprendidas", adaptando las tecnologías y prácticas desarrolladas bajo estos dos proyectos a las necesidades de otros países.

El resultado fué un pequeño proyecto llevado a cabo en 1970 llamado Síntesis de Manejo del Riego. El propósito del mismo era estudiar y analizar los esfuerzos anteriores en el área del riego de la AID y de otros donantes y sintetizar estos conocimientos e información en principios generales que pudieran ser adaptados a las condiciones específicas en otras partes del mundo. Se le dió especial énfasis a la capacitación en el diagnóstico de problemas en los sistemas de riego, con el objetivo específico de mejorar el funcionamiento del sector. El proyecto se concentró especialmente en Asia donde están la mayoría de los sistemas de riego del mundo. Una serie de encuestas sobre el sector de riego se llevó a cabo en seis países asiáticos.

Durante este mismo período la Oficina de Evaluación de la AID llevó a cabo tres estudios sucesivos en el área del riego. El primero, completado en 1979 por la firma de consultores Checci y Cía., fué un estudio global de proyectos representativos de pequeña y mediana escala de la AID y del Banco Mundial. Las conclusiones principales del estudio revelaron la importancia del

control al nivel fundo y expusieron que la rehabilitación o mejora de sistemas existentes generaba beneficios mas rápidos y con mayor impacto para los beneficiarios que la construcción de nuevos sistemas. Asimismo, se evidenció la necesidad de un mejor diseño de proyectos, recomendándose que los mismos debían estar basados en un diagnóstico detallado sobre suelos y aguas, así como mejores evaluaciones de la situación social, económica, y organizativa, con el objetivo de proveer estimaciones más exactas sobre los costos del proyecto y beneficios a los agricultores y a la sociedad en general.

Un segundo estudio llevado a cabo en 1979, titulado "El Impacto del Riego en el Desarrollo: Temas para un Estudio Evaluativo Completo", identificó la problemática del riego en el contexto de las políticas, y estableció la base para un tercer estudio, el cual estaría dirigido a evaluaciones múltiples enfocadas en el impacto de proyectos de riego sobre los presuntos beneficiarios.

Este estudio que comenzó en el mismo año 1979, evaluó proyectos en diez países distintos (Filipinas, Corea, Indonesia, Sudán, Pakistán, Egipto, Bangladesh, Afganistán, Perú y Somalia) del punto de vista de su impacto sobre los beneficiarios. Como resultado del mismo, se identificaron cuatro problemas principales que afectan al sector:

1. Aspectos políticos que trascienden el riego y que impactan sobre un sector mas amplio de la economía y de la sociedad y que no estan realmente bajo el control de los administradores del riego.
2. Proyecciones demasiado optimistas acerca de los efectos inmediatos del riego, que luego ponen en duda la rentabilidad económica de los proyectos.
3. Problemas relacionados con la elección tecnológica del diseño del sistema de riego; y
4. Problemas de manejo institucional y administrativo tanto del agua como del programa.

Los datos recabados revelaron que los problemas del riego provenían por lo general de debilidades en la administración y manejo institucional que se encontraban tanto en la dirección pública encargada del proyecto como en la organización de los usuarios. Específicamente se encontraron falta de capacitación gerencial, organizacional, y administrativa a todos los niveles, y descuido no-intencional de las estructuras organizativas que pudiesen existir a nivel de usuario. La evidencia que surge a través de estudios académicos y la experiencia de otros donantes también apoya esta conclusión y revela la necesidad de enfocarse en los aspectos administrativos tanto durante la fase de diseño como de implementación de los proyectos.

#### El Segundo Proyecto de Síntesis de Manejo del Riego

Como resultado de estos estudios, la AID vió la necesidad de poner un énfasis mayor en los aspectos administrativos del agua en sus programas de irrigación. Durante los años setenta, la AID redujo severamente su apoyo a las inversiones en infraestructura, lo cual incluyó obras de riego en gran

escala, considerando que esta clase de inversión correspondía más a instituciones tales como el Banco Mundial o los Bancos de Desarrollo Regionales. Sin embargo, estos estudios revelaron una necesidad que debía ser satisfecha si es que la producción alimenticia iba a mantenerse al día con el crecimiento de la población y de sus ingresos. Entendimos que la mejor manera de satisfacer esta necesidad era colaborando con los países para fortalecer su capacidad institucional a fin de lograr un uso más eficiente de sus limitados recursos de riego.

El primer proyecto de Síntesis de Manejo del Riego fué aceptado favorablemente por las misiones de AID y por los gobiernos nacionales. Este proyecto demostró la importancia y beneficios que tiene un mejor manejo del riego, y como la capacitación, la investigación práctica, y la transferencia tecnológica y de prácticas gerenciales por medio de una asistencia técnica eficaz puede combinarse para lograr estos beneficios. Como resultado, se autorizó el segundo proyecto de Síntesis de Manejo del Riego, el cual con fondos de la AID en Washington, atiende necesidades del sector en forma mundial.

La meta final del proyecto es mejorar la eficiencia técnica, la productividad, y el desempeño económico de los sistemas de irrigación. Su objetivo más inmediato es fortalecer las instituciones de los países en desarrollo encargadas de planificar, diseñar, ejecutar, operar, vigilar y evaluar los sistemas y proyectos de riego. Procura proveer a los planificadores, administradores, ejecutores y a los responsables de las políticas de riego con parámetros básicos para enfocar los problemas del riego, y obtener la tecnología para resolverlos.

Esta tecnología se puede adquirir a través de las siguientes opciones:

1. Entrenamiento: desarrollo, conducción, evaluación y refinamiento de cursos de capacitación, enfocados en los problemas de operación, para ser luego adaptados y repetidos por cada país.
2. Asistencia Técnica: proporcionar servicios de asistencia técnica, mayormente a corto plazo, a las misiones de la AID y a los gobiernos nacionales para ayudarles en el diseño y administración de proyectos, diagnóstico del sector del riego, evaluaciones, y en el desarrollo de los recursos humanos e institucionales.
3. Estudios Especiales: conducir estudios especiales sobre temas que pueden otorgar un mejor entendimiento de las interacciones físicas, biológicas u sociales en la agricultura irrigada.
4. Transferencia Tecnológica: recolección, evaluación y clasificación sistemática de información sobre tecnología para el manejo del agua, y divulgación de la misma a los dirigentes de las organizaciones pertinentes.

Uno de los métodos más efectivos de transferir no solamente conocimientos sino actitudes, entendimiento y procedimientos, es por medio de la colaboración para la resolución de problemas específicos. Las actividades a largo plazo por lo general son llevadas a cabo con instituciones o agencias naciona-



les o regionales. Trataremos de incluir profesionales de los países en desarrollo en los equipos de asistencia y capacitación formados bajo el proyecto de Síntesis de Manejo del Riego. Esto fortalecerá los equipos con el agregado de la experiencia y conocimientos nacionales y promoverá la transferencia intraregional de experiencias. Esta tesis se basa en el reconocimiento de que el pool de expertos en temas de manejo de riego es muy limitado para hacerle frente a las necesidades previstas para los próximos veinte años. Al mismo tiempo que el proyecto está ayudando a incrementar la capacidad nacional en materia de manejo del agua, va a aumentar el número de profesionales calificados para asumir tareas internacionales interdisciplinarias en esta materia.

Hemos contratado para la implementación de este proyecto al Consorcio para el Desarrollo Internacional. Este consorcio, formado por un grupo de universidades americanas, actuará bajo la dirección de las universidades de los estados de Colorado y Utah. A este grupo se ha agregado la universidad de Cornell por la vasta experiencia adquirida por esta universidad en estudios similares llevados a cabo en Asia. La AID prevee que a medida que vayan aumentando los pedidos de asistencia, será necesario solicitar la colaboración de otras universidades, firmas de consultores y otras organizaciones de desarrollo.

#### Actividades en América Latina y el Caribe

Son pocos los proyectos de riego financiados por la AID en América Latina en comparación con los llevados a cabo en Asia y el Cercano Oriente.

Relativamente, América Latina tiene más tierras sin explotar vis-a-vis su población, y el mercado financiero internacional estuvo dispuesto a financiar este tipo de inversión. Un análisis de siete proyectos iniciados en América Latina en la década del setenta revelaron que la mayoría indicaban preocupación con el problema del manejo del agua, pero tendían a enfocarse en temas tales como crédito, sistemas de cultivo, capacitación, rehabilitación de sistemas, y estructuras físicas. Ninguno de ellos se enfocó en los problemas de las asociaciones de usuarios del agua ni en su operación y mantenimiento.

Mi preocupación por el panorama de la producción de alimentos en muchos de los países con que trabajamos ha venido en aumento por varios años. Esta preocupación se intensificó al ver el daño agudo y a veces permanente experimentado por la base agrícola actual, así como la desaparición de bosques tropicales e invasión de laderas pocas agrícolas, como resultado del crecimiento de la población. La creciente población urbana requerirá un abastecimiento cada vez mayor y más confiable, el cual evidentemente implica un aumento de la productividad. El riego se convierte así en un factor fundamental en la resolución de este problema.

Por lo tanto, estos problemas han sido motivo de conversaciones con los dirigentes de la Agencia en Washington, los encargados del desarrollo agrícola en las misiones, y los especialistas en irrigación de la AID. Como resultado de todas estas conversaciones se ha decidido prestar una mayor atención al riego en nuestros programas, poniendo énfasis especial en manejo de riego. En

esta área, la disponibilidad del proyecto Síntesis de Manejo del Agua nos proporciona una cierta ventaja.

Hoy día, el proyecto Síntesis de Manejo del Riego está operando en Ecuador, El Salvador, Guatemala, Haití, Perú y República Dominicana. Los recursos del proyecto están contribuyendo a evaluar actividades en curso, conducir diagnósticos, diseñar nuevos proyectos, y preparar la tecnología y materiales didácticos necesarios para fortalecer la capacidad institucional nacional:

- Haití. Recientemente, se completó una evaluación de un proyecto de desarrollo rural integrado y se está planeando una encuesta del sector de riego para determinar el potencial para el desarrollo de la irrigación.
- Perú. Se está completando un estudio diagnóstico del sector de riego. Se proporcionará asistencia técnica para la ampliación de sistemas de irrigación de pequeña y mediana escala en la zona de la Sierra, enfocados en manejo de agua a nivel fundo, en mantenimiento de sistemas y en participación comunitaria.
- República Dominicana. Expertos del proyecto colaboran en el diseño y desarrollo de una actividad nacional en Manejo de Riego a Nivel de Fundo que comenzará a funcionar en el año venidero. El enfoque del mismo es el fortalecimiento de la capacidad nacional para lograr un mejor manejo de la irrigación.
- El Salvador. El proyecto Síntesis de Manejo del Riego proporcionará asistencia al proyecto que actualmente se viene cumpliendo sobre Sistemas de Riego para Pequeñas Fincas.
- Guatemala. Está en planificación una encuesta de base para poder medir el impacto de los componentes de la irrigación en los proyectos agrícolas de la misión.
- Ecuador. Se están desarrollando módulos conceptuales por video, así como los manuales correspondientes, para la capacitación de ingenieros, agrónomos, y administradores del riego. También está siendo desarrollado un conjunto de módulos semejantes para el entrenamiento de agricultores por medio del servicio de extensión. Después de su ensayo y verificación, esperamos usar estos módulos como prototipo para ser adaptados a otros países.

Por medio de actividades como éstas, el nuevo énfasis de la AID en materia de irrigación comenzará a resolver algunos de los problemas que surjan como resultado del anterior descuido en que se tenía la administración integrada de la irrigación. Se espera que el resultado final sea una mejora en la capacidad de producción alimenticia y en nuestra utilización de valiosos recursos humanos y naturales.

El interés en manejo del riego está incrementado en toda la región. Esto se refleja en los esfuerzos de las agencias gubernamentales así como en las instituciones financieras internacionales y otros donantes. También se

refleja en las reacciones de los propios agricultores quienes demuestran preocupación por un uso más eficaz de sus recursos hidráulicos.

Me he extendido en el proyecto de Síntesis del Manejo del Riego porque considero que nos proporciona el mejor liderazgo para nuestros programas de riego en América Latina. Es poco probable que este proyecto - o cualquier otro - pueda resolver todos los problemas que se han identificado, y asimismo, nuestra propia apreciación de la naturaleza de muchos de estos problemas podrá también cambiar al terminar el proyecto. Pero un componente fundamental del mismo es su énfasis en el fortalecimiento de la capacidad de las instituciones nacionales, ya sean gubernamentales, privadas, o académicas, para que estén en condiciones de identificar y atacar estos y otros problemas del sector. El haber convenido estos seminarios del riego luego de doce años, revela una preocupación renovada con la importancia del riego en la agricultura. Mas aún, reitera la importancia de colaboración internacional en este campo.

Muchas gracias...





**VII SEMINARIO  
LATINOAMERICANO  
DE IRRIGACION**

**SANTIAGO DE CHILE, 28 DE NOVIEMBRE  
AL 2 DE DICIEMBRE DE 1983**

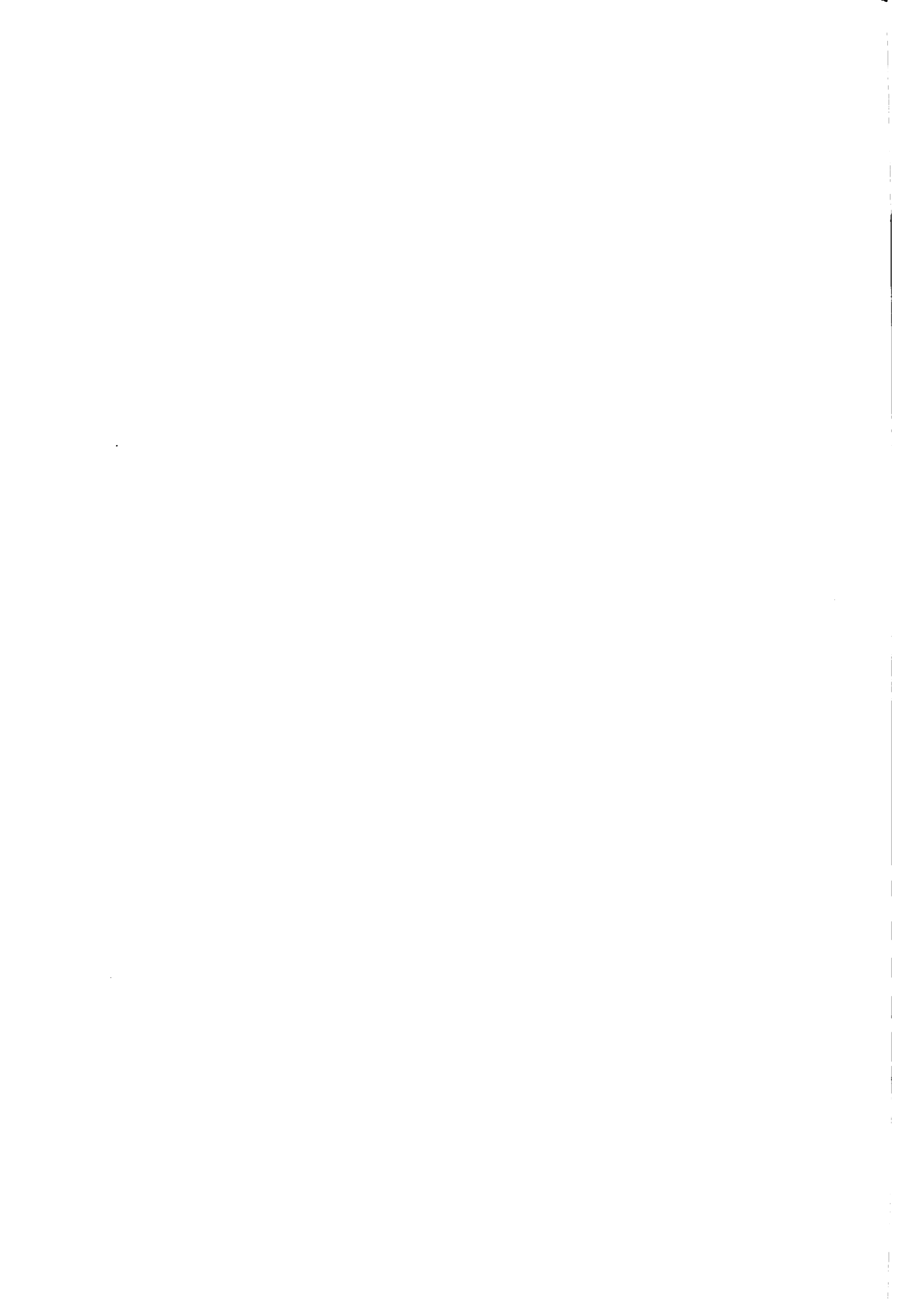
**DOCUMENTO C-2**

**INFORME DEL BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO (BID)  
"LA ACCION DEL BID EN EL RIEGO Y EL DRENAJE DE AMERICA LATINA Y EL CARIBE"**

**Por: Ing. Alberto Gómez Gaviria(\*)**

---

**(\*) Jefe Sección Ingeniería del BID**



LA ACCION DEL BID EN EL RIEGO  
Y EL DRENAJE DE AMERICA LATINA Y EL CARIBE

Quiero ante todo agradecer a las autoridades chilenas así como al Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, la invitación hecha al BID para participar en este importante evento.

La primera parte de esta presentación trata de los aspectos conceptuales, técnicos y operativos que el BID ha venido desarrollando en sus análisis de los programas de riego y drenaje, y la segunda parte sobre la acción del Banco en dicho campo en los países miembros.

Los programas de riego y drenaje han evolucionado conceptual y técnicamente dentro del Banco y actualmente se conciben como instrumentos tecnológicos que la sociedad y las comunidades utilizan para mejorar sus condiciones y calidad de vida. Estas mejoras se expresan en términos económicos, sociales y ambientales, y son el resultado de la aplicación de tecnologías y sistemas de administración y manejo que tienden a maximizar la productividad de los recursos naturales renovables y minimizar los daños al medio ambiente.

La aplicación de tecnologías y sistemas de administración y manejo, sean éstos autóctonos o transferidos, están condicionados por varios aspectos relevantes, como son la capacidad de generación, absorción y uso de dichas tecnologías por los usuarios; la accesibilidad a los recursos agua y suelo; las estructuras institucionales que administran y regulan el uso de dichos recursos; la organización y participación de los usuarios en el manejo del agua; las características culturales y físico-ambientales locales y las demandas del mercado de bienes y productos agropecuarios existentes a nivel local, nacional e internacional.

La tecnología y la administración de estos proyectos, no debe visualizarse únicamente en el contexto de creación de infraestructura física para la producción de bienes y productos agropecuarios, sino más bien como una expresión del bienestar social y una oportunidad para incrementar el desarrollo económico, estando condicionadas por los aspectos relevantes mencionados. Todo lo anterior es analizado durante el ciclo de los proyectos, que se inicia con la orientación técnica a los países, siguiendo con la evaluación de la solicitud presentada por un país miembro y finalmente, se incluyen en los informes y contratos de préstamos, asistencia técnica y evaluación ex-post.

El desarrollo exitoso de proyectos de riego y drenaje, también depende del grado de autonomía y/o dependencia tecnológica a que se tenga acceso; del manejo racional de los recursos naturales renovables; de la flexibilidad en la aplicación de la tecnología; del tamaño del proyecto y su diseño, así como de la instalación y operación de los sistemas físicos.

Los conceptos anteriores indican que el principal mecanismo para lograr incrementos en la producción y productividad agrícola, es por intermedio de un manejo y administración efectiva de los recursos disponibles, incluyendo la tecnología. Esto se expresa en última instancia por los sistemas de producción, que en el caso de los proyectos de riego y drenaje son dinámicos y altamente subsidiados energéticamente. Estos sistemas de producción disminuyen los riesgos ambientales y aseguran una mayor continuidad en la producción, permitiendo satisfacer las necesidades de alimentos y fibras en el mínimo tiempo posible.

En base de lo anotado, el BID, entre otros aspectos, quiere seguir promoviendo el desarrollo de sistemas de manejo y administración para riego y drenaje, principalmente a través de organizaciones asociativas de usuarios; de la generación y reactivación de tecnologías autóctonas, así como de la transferencia y absorción de tecnologías apropiadas, sean éstas sencillas o sofisticadas. Para acelerar este proceso, se considera necesario el reforzamiento y creación de mecanismos regionales que puedan agilizar el intercambio tecnológico y de información sobre el manejo de recursos naturales a las instituciones nacionales y a las comunidades. Para que lo anterior suceda, debe existir un espíritu de cooperación entre los países de la región, el cual se expresaría a través de la asistencia técnica que puedan proporcionar los países con experiencias exitosas en proyectos de riego y drenaje y de manejo de recursos naturales, a aquellos que inician sus programas en estos sectores o que han tenido fracasos.



El BID desea apoyar programas de cooperación técnica para reforzar algunos de los organismos internacionales y de las instituciones nacionales encargados de los proyectos de riego y drenaje, utilizando los recursos humanos de los países con mejores experiencias, capacitando al personal necesario en aquellos que necesitan de transferencia tecnológica para sus proyectos y reforzamiento de sus sistemas de administración. Para ello es importante que exista plena y absoluta claridad sobre el concepto básico de lo que representa el riego y el drenaje para el desarrollo de nuestros países, en especial el de la agricultura. Evidentemente, el riego y drenaje no tiene la misma importancia en todos y cada uno de ellos, ya que ella depende principalmente de la capacidad de respuesta de las instituciones nacionales para desarrollar los recursos naturales renovables, así como de las características ambientales y culturales de cada región y país. Aún más en el mismo país y en la misma región, la importancia del riego y drenaje se ve aumentada o disminuida dependiendo de los ciclos climáticos que ocurren a través de los años. Se hace énfasis en estas cuestiones básicas por que son ellas, las que van a definir en primera instancia, la necesidad del riego y la necesidad de contar con una administración de recursos eficiente, de aplicar la tecnología apropiada y de definir las características de la cooperación técnica, si ella es necesaria.

En algunas ocasiones, la conceptualización de proyectos se ha basado en condiciones básicas fundamentadas en forma errónea, lo que ha llevado a decisiones equivocadas sobre la dimensión y función de los proyectos, expresadas estas equivocaciones en gastos innecesarios en estudios básicos y construcción de infraestructura ineficiente. Así en el BID consideramos que el primer elemento en el ciclo de un proyecto, debe ser la definición clara de las necesidades de riego y drenaje en el país o región de que se trate. En algunos casos el fundamento conceptual es muy sectorializado, aduciéndose de que sin el riego o drenaje no hay agricultura posible. En otros, de que permite un mayor índice de utilización de recursos, aumentando paralelamente la productividad de los mismos. En otras ocasiones, es simplemente cuestión de disminuir un riesgo latente en el proceso productivo.

Muchos de los proyectos se diseñan sin tomar en consideración aspectos regionales, culturales y macroeconómicos y no dan respuesta a problemas nacionales de tipo social o económico. Otras veces los proyectos son diseñados únicamente en base de apreciaciones macroeconómicas y conceptos sectoriales que tampoco dan respuesta a las necesidades locales y regionales dentro de un país.

El no encuadrar un proyecto en su real perspectiva en el proceso de desarrollo puede llevar a que nos encontremos nuevamente con proyectos sub o sobre dimensionados, excesivamente costosos o diseñados como respuestas a condiciones ajenas a las que debe funcionar. Esto trae como consecuencia malas asignaciones de los escasos recursos con que cuentan actualmente las economías de nuestros países, las cuales deben dedicarse a inversiones productivas, lo que tiene implicaciones directas en el proceso de desarrollo causando muchas veces regresión económica y social. En el BID creemos que el sector clave que se debe impulsar a corto plazo para reactivar las economías de la región y dinamizar el sector exportador es la Agricultura y dentro de ella, es crucial definir el rol que le corresponde a la irrigación ya que el valor de la producción agrícola por hectárea irrigada, es en promedio el doble que el de la agricultura de temporal en toda América Latina.

Todo lo anterior me trae a un punto de crucial importancia en el proceso de desarrollo, cual es la capacitación de los recursos humanos y el reforzamiento de los mecanismos de planificación de los organismos regionales e instituciones nacionales. Esto es un proceso de largo plazo y de solución lenta en el cual el BID desea y está capacitado técnica y operativamente para actuar.

Reiteramos que estamos dispuestos a apoyar el fortalecimiento de las instituciones y organismos mencionados, capacitando los cuadros técnicos y profesionales, transfiriendo las experiencias exitosas en el manejo de recursos naturales, la organización institucional y la administración de programas de riego y drenaje entre países miembros. En este aspecto, ya hemos recibido solicitudes de varios países interesados en este tipo de programas, los cuales permitirían ayudar a solucionar diversos problemas específicos, tales como el manejo y distribución del agua a nivel de parcela y de distrito, la implantación y cobro de sistemas tarifarios, la organización de equipos humanos para la operación y el mantenimiento de la infraestructura de riego y drenaje, la asistencia técnica a la agricultura en cuestiones de regadío, los mecanismos para mejorar las asociaciones que operan los proyectos, el desarrollo de sistemas de administración y manejo de recursos y la organización institucional y operativa necesaria para mejorar la eficiencia de los proyectos.

Esperamos que dichos programas se conviertan eventualmente en sistemas de información, intercambio tecnológico y divulgación de las experiencias exitosas que han tenido nuestros países sobre el tema. Para ello se pretende establecer un mecanismo de intercambio de información, que canalice en forma ágil y eficiente los conocimientos y experiencias en beneficio de todos. Sabemos que continuaremos recibiendo el apoyo necesario de nuestros países para realizar este propósito que estoy seguro reportará grandes beneficios a la región.

Quiero ahora referirme a la acción que el BID ha venido desarrollando en apoyo del riego y drenaje en América Latina y el Caribe desde el año 1961 hasta el presente. Para ello he de mencionar algunas cifras globales que, debo aclarar, se refieren a dólares corrientes de los Estados Unidos. El BID ha financiado durante el período 1961-1982 préstamos para sus países miembros por un total de US\$23,805 millones de los cuales US\$5,510 millones han sido destinados a proyectos y programas del sector agropecuario.

Los préstamos destinados al financiamiento de infraestructura de riego y drenaje en apoyo al desarrollo agropecuario contabilizan US\$1,570 millones, o sea el 28.5% del total de préstamos del sector y el 6,6% del total de préstamos del Banco. A su vez, esos US\$1,570 millones se han canalizado a través de 77 préstamos para financiar 61 proyectos y programas cuyo costo total se ha estimado en US\$4,130 millones.

Dichos proyectos pretenden beneficiar cerca de 2 millones de hectáreas y más de 400,000 familias de agricultores, distribuidas en 17 países miembros del Banco, de acuerdo con el cuadro resumen que se ha repartido entre ustedes. Vale la pena detenerse un poco para observar un par de aspectos interesantes que se derivan de ese cuadro.

En primer lugar, el monto financiado por el BID representa un 38% del costo total, lo cual refleja el efecto multiplicador del financiamiento al movilizar otros recursos, en su gran mayoría internos, para la inversión en este tipo de proyectos. En segundo lugar, se observa como se ha distribuido el financiamiento entre países, reflejando el carácter de mayor o menor prioridad que reciben los proyectos en aquellos países que requieren de ellos para hacer posible la actividad agrícola.

Obviamente, los montos otorgados por país dependen de factores macro-económicos y sociales e, indiscutiblemente, de la prioridad asignada por los países a través de las solicitudes de préstamos presentadas al Banco. Asimismo, al estar las cifras de costos en dólares corrientes de los Estados Unidos durante el período 1961-1983, no reflejan adecuadamente la comparabilidad entre la importancia relativa otorgada por los países a los proyectos de riego. Por lo tanto, esta comparación debe hacerse más bien a través de la superficie cubierta por los proyectos financiados en los diferentes países. De esta manera, observamos que México ha recibido financiamiento para proyectos que cubren el 56% del total de hectáreas y el 61% del total de familias, lo que ratifica lo expresado al inicio de esta exposición sobre el carácter y la importancia asignada al riego

en cada uno de nuestros países. Argentina ha realizado proyectos con la ayuda financiera del Banco cubriendo el 12% de la superficie total y el 6% de las familias. En el Brasil los proyectos financiados cubren cerca del 9% de la superficie total. Los de Chile llegan a más del 8% en superficie y al 5% en familias. Así podríamos seguir observando casos particulares muy interesantes pero prefiero que ustedes lo hagan dentro del contexto propio de sus respectivos países.

Me referiré ahora a las principales características de los proyectos de riego y drenaje que ha financiado el BID y como algunos de ellos han venido evolucionando con el curso de los años.

En la década de los sesenta, la modalidad principal de los proyectos era la denominada de "mediana y grande irrigación", vale decir, proyectos ubicados en zonas de sequías pronunciadas que permitían la ampliación de la frontera agrícola en algunas decenas de miles de hectáreas y para lo cual, en general, se construían grandes embalses y su correspondiente sistema de distribución y colección de aguas.

Es notorio, que a pesar de la magnitud de estos proyectos y su correspondiente complejidad en términos de organización para la puesta en producción de las tierras habilitadas, no se solía incluir dentro de ellos los componentes destinados a apoyar la producción agrícola tales como la extensión rural y asistencia técnica a los agricultores, la investigación agrícola aplicada y el apoyo a los mecanismos de comercialización. Esto no es para decir que estos aspectos fueran totalmente olvidados o desatendidos por los planificadores, lo que sucedía era que el enfoque para resolver los problemas era uno en el que se trataba de dar solución a elementos relacionados con la construcción de obras civiles, y dejar por fuera del proyecto a los otros elementos para que fueran resueltos a través de otros programas y proyectos eventualmente a ser financiados con otros recursos. En muchos proyectos, se realizaban las obras civiles, se construía la infraestructura pero no se lograba que los agricultores hicieran un uso eficiente de la misma, con la consecuente disminución de los beneficios esperados de los proyectos.

Para aliviar y tratar de solucionar este problema que en buena parte continúa vigente hoy en día, en la década de los setenta se empezaron a incorporar dentro del financiamiento de los proyectos los componentes relacionados con los servicios de apoyo a la producción agropecuaria: asistencia técnica, investigación, extensión rural y comercialización. Los resultados permiten observar avances en

la solución de este problema productivo, al cual hemos querido otorgarle cada vez mayor importancia y de esta manera lograr que los agricultores aprovechen plenamente los recursos naturales renovables y en los plazos de tiempo más breves posibles. Evidentemente, en este punto radica la esencia misma de lo que significa el proceso de desarrollo, el cual debe manifestarse más por una mejor relación entre el hombre y la naturaleza y mejoras crecientes en el bienestar económico y social sin afectar negativamente los recursos naturales disponibles.

Sin embargo, a pesar de los esfuerzos que realizan las agencias ejecutoras en esos aspectos, la mayoría de los proyectos sobrepasan los plazos estimados de ejecución y de la obtención de los beneficios esperados. Este campo, es uno en el cual no cesaremos de insistir y de otorgar nuestro apoyo por considerarlo como uno de los más cruciales, ya que hace que el proceso de asignación de recursos en estos proyectos sea de mayor o menor eficiencia. Durante los últimos años, el énfasis en la modalidad de los proyectos financiados por el BID ha sido en aquellos que permiten respuestas más rápidas en el corto plazo, para aumentar la oferta de producción agropecuaria y en especial, la oferta de alimentos y fibras. Las razones para ello son ampliamente conocidas por todos, dadas las dificultades financieras por la que atraviesan todos nuestros países.

Ello no significa que el BID se olvide del desarrollo en el largo plazo que es su función principal, pero debe entenderse que el largo plazo es, en alguna medida, la agregación de los plazos cortos y en este sentido no podemos estar ajenos a los fenómenos coyunturales de nuestras economías. Por estas razones, en la actualidad consideramos que la prioridad en muchos de nuestros países está en aquellos proyectos destinados a rehabilitar la infraestructura económica, social e institucional y, simultáneamente, propiciar un aumento en la productividad de los recursos naturales con fines de lograr el pleno uso y aprovechamiento integral de los mismos. Ello permitiría rápidas respuestas en beneficio de nuestras economías y bienestar social, bien sea vía sustitución de importaciones agropecuarias, aumentos en las exportaciones del sector y satisfacción de necesidades básicas de la población. Dada la magnitud de los problemas macroeconómicos que mencioné anteriormente, creemos que la tendencia para financiar este tipo de proyectos de respuestas rápidas permanecerá vigente durante por lo menos el próximo bienio.

Antes de terminar quiero mencionar dos elementos que durante los últimos años han estado cobrando la debida importancia en el análisis de los proyectos que se presenten a nuestra consideración para financiamiento. Ellos son la consideración de los aspectos ecológicos y ambientales y el estudio de los aspectos sociológicos y antropológicos propios de los agricultores beneficiarios, incluyendo el impacto distributivo de los mayores ingresos generados.

La adecuada conservación y manejo de los recursos naturales es la única garantía de vida - legado ecológico - que podemos proporcionar a generaciones futuras en América Latina y el Caribe. Por lo tanto, los aspectos ambientales y el efecto de los proyectos en los recursos naturales deben ser debidamente considerados y estudiados tanto en las etapas de concepción y estudio como durante su construcción y aprovechamiento, a fines de asegurar la conservación de estos importantes recursos que, fácilmente, pueden dejar de ser renovables.

En cuanto a los beneficiarios de los proyectos de riego y drenaje financiados por el BID, se puede señalar que la gran mayoría - quizás cerca del 90% - pertenecen al grupo denominado de "bajos ingresos". En este sentido, el BID históricamente ha apoyado no solamente el logro de los objetivos de crecimiento económico, sino que también atiende los objetivos de distribución de los mayores ingresos derivados de los aumentos de producción y productividad cuando los países así lo han determinado. Cada día se toma más conciencia de la necesidad de comprender cabalmente los problemas, angustias, expectativas e ilusiones de los beneficiarios directos de los proyectos. Solamente así, es posible encuadrar el diseño conceptual dentro de la realidad cultural de nuestras sociedades.

Finalmente, quiero reiterar la permanente disposición del BID para colaborar con sus países miembros en el desarrollo integral de sus planes de riego y drenaje durante todas sus fases a saber: conceptualización, planificación, estudios, formulación, construcción, operación y aprovechamiento de los proyectos. Todo lo anterior dentro del contexto a que hice referencia al inicio de mi exposición.

Muchas gracias.

BIDPRESTAMOS Y PROYECTOS DE RIEGO Y DRENAJE ( 1961-1983)

PAIS	Número de Proyectos	Número de Préstamos	Costo Total Proyectos (US\$Millones)	Monto Total Financiado (US\$millones)	Areas Beneficiadas (Ha)	Número de Familias Beneficiadas
1. ARGENTINA	7	8	477,6	143,5	235.200	25.200
2. BARBADOS	1	1	6,3	4,1	200	400
3. BOLIVIA	1	1	17,8	12,2	3.500	1.500
4. BRASIL	2	3	374,0	107,0	180.000	13.600
5. COLOMBIA	1	1	22,1	9,7	30.000	2.600
6. CHILE	3	3	106,5	43,7	163.700	20.500
7. COSTA RICA	1	2	20,6	15,1	3.200	200
8. ECUADOR	4	6	527,6	181,7	37.500	7.700
9. EL SALVADOR	1	1	16,3	8,0	3.400	500
10. GUATEMALA	1	1	11,0	5,9	15.000	2.000
11. GUYANA	2	2	128,5	56,7	52.000	25.000
12. HAITI	3	3	36,0	26,1	12.000	20.800
13. JAMAICA	1	1	24,0	12,5	3.000	300
14. MEXICO	26	34	2.112,1	784,7	1.094.400	244.900
15. PANAMA	1	2	13,4	8,7	4.000	1.000
16. PERU	4	6	113,4	72,5	84.300	22.100
17. REP. DOMINICANA	2	2	122,7	77,8	43.500	16.000
<b><u>TOTALES:</u></b>	<b>61</b>	<b>77</b>	<b>4.129,9</b>	<b>1.569,9</b>	<b>1.964.700</b>	<b>404.300</b>

Noviembre, 1983.







**VII SEMINARIO  
LATINOAMERICANO  
DE IRRIGACION**

**SANTIAGO DE CHILE, 28 DE NOVIEMBRE  
AL 2 DE DICIEMBRE DE 1983**

**DOCUMENTO C-3**

✓  
**INFORME DEL CENTRO INTERAMERICANO DE DESARROLLO INTEGRAL  
DE AGUAS Y TIERRAS (CIDIAT)**

**"EL CIDIAT UN ESFUERZO EN FAVOR DE LA INVESTIGACION Y FORMACION PROFESIONAL"**

✓  
**Por: Dr. Rafael M. Rojas(\*)**



**VII SEMINARIO LATINOAMERICANO  
DE IRRIGACION**

**Santiago, Chile, 28 de Noviembre**

**a 2 de Diciembre de 1983**

**EL CIDIAT. UN ESFUERZO EN FAVOR DE LA INVESTIGACION  
Y FORMACION PROFESIONAL**

**Centro Interamericano de Desarrollo Integral  
de Aguas y Tierras, CIDIAT**

**Mérida, Venezuela**

# EL CIDIAT. UN ESFUERZO EN FAVOR DE LA INVESTIGACION Y FORMACION PROFESIONAL

CIDIAT(\*)

## INTRODUCCION

El agua, la tierra, los recursos asociados y el ambiente, tienen una importancia relevante en el desarrollo económico y social de Latinoamérica y el Caribe. El incremento de la población y la consecuente demanda por dichos recursos, conduce a la necesidad de realizar avances científicos y tecnológicos, y transmitirlos con un criterio de permanente renovación.

En este contexto, el CIDIAT contribuye aplicando el conocimiento científico sobre la planificación de los recursos hidráulicos y de uso del suelo, la ingeniería de proyectos de riego y drenaje, y de las obras hidráulicas, incorporando la rica experiencia de la región en una síntesis creadora, donde se consideran las limitaciones de sus recursos naturales y económicos, las condiciones sociales y humanas específicas y las consecuencias ambientales.

Con la finalidad de aumentar las opciones para la toma de decisiones, contribuye a crear las capacidades en las instituciones y a formar los profesionales idóneos, para cumplir las diferentes fases y etapas de los planes, programas y proyectos, como asimismo, a elevar la capacidad gerencial para administrar los recursos y el ambiente de manera de garantizar una elevada calidad de vida a las actuales y futuras generaciones.

## POLITICA

La naturaleza de la materia que aborda el Centro, implica un enfoque interdisciplinario, donde se integran los conocimientos de las ciencias físicas y naturales con los de las ciencias económicas y sociales.

En concordancia con sus objetivos, estructura los programas conforme a las demandas derivadas de las funciones y actividades de las instituciones, para lo cual mantiene un contacto estrecho y continuo con los organismos gubernamentales del sector.

Para una permanente realimentación, resultado de las vivencias y experiencias en la materia, el CIDIAT tiene una amplia base de sustentación intelectual, mediante su integración a las actividades científicas, tecnológicas y de gobierno, en el país y en el exterior.

(\*) CIDIAT. Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras, Mérida, Venezuela.

El Centro mantiene estrechas relaciones con instituciones oficiales de América Latina y el Caribe, por intermedio del Programa de Cooperación Técnica de Venezuela, la Organización de los Estados Americanos, y de otros acuerdos.

## OBJETIVOS

El objetivo primordial del CIDIAT es contribuir al desarrollo económico, social y ambiental de los países de América Latina y el Caribe. Para ello, el CIDIAT genera proyectos de desarrollo integral de aguas y tierras, en el marco de las políticas gubernamentales de cada país. Por lo tanto, la formación de profesionales graduados, la investigación, la asistencia técnica y la producción y difusión de documentos e información, son sus tareas básicas. Sus actividades se orientan a generar, innovar y adaptar conocimientos, así como a desarrollar, en la masa crítica de los profesionales de las instituciones, conocimientos, habilidades y actitudes, consonos con los problemas que confronta en la materia, América Latina y el Caribe en general y Venezuela en particular.

## MARCO DE REFERENCIA

La problemática de la región se centra en la necesidad de producir modelos apropiados de aprovechamiento de los recursos naturales renovables, humanos, económicos y financieros, en el marco de nuevas formas de calidad de la vida, modificando sustancialmente sus patrones de consumo y de distribución de ingresos. Ello supone la integración del conocimiento y un enfoque interdisciplinario, reconociendo y dando cabida a los numerosos componentes que lleva en sí el compatibilizar el ambiente y el desarrollo.

La limitación de los recursos científicos y tecnológicos, constituye uno de los principales obstáculos para usar racionalmente los escasos recursos financieros. Es por lo tanto indudable, que los profesionales implicados en este campo tienen una difícil e intensa labor que cumplir, la cual obliga al eficiente aprovechamiento del talento disponible.

Puesto que la adopción de las tecnologías más recientes implica un cambio en los valores de comportamiento de la población involucrada, se hace necesario explorar soluciones locales que puedan ser más fácilmente instrumentadas.

## ANTECEDENTES

El Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras, CIDIAT, fue creado mediante un acuerdo entre la Organización de los Estados Americanos, OEA y el Gobierno de Venezuela, firmado el 4 de febrero de 1965. Al mismo, se adhirió la Universidad de Los Andes, ubicada en la ciudad de Mérida, Venezuela, como Institución sede del Proyecto.

La finalidad última del Proyecto, identificado originalmente con el número 213 de la OEA, era la creación de un Centro de carácter permanente e interamericano, con

tinuar prestando servicios a todos los países del Continente.

De conformidad a lo establecido en el Acuerdo, las obligaciones de la Secretaría General de la OEA fueron ejecutadas a través de la Universidad del Estado de Utah, - con sede en Logan, Utah, Estados Unidos, en todo lo relativo a la organización, programación y desarrollo del Proyecto y sus actividades.

Tal como lo establecía el Acuerdo y sus modificaciones, se inició en 1971 un proceso de transferencia al país sede. En 1972 concluyó la responsabilidad de la Universidad del Estado de Utah, y la OEA las asumió directamente para llevar a cabo y completar el proceso de transferencia que culminó en 1975 con la institucionalización del CIDIAT como un Centro del Estado Venezolano. Sin embargo, y con el fin de sustentar las actividades del CIDIAT en los países miembros de la OEA, se firmó un nuevo acuerdo que rige el denominado "Programa Interamericano", actividad conjunta entre el CIDIAT, como Institución Nacional y la Secretaría General de la OEA. El mencionado acuerdo fue renovado en 1981.

## AREAS DE CONCENTRACION

El CIDIAT inició sus actividades dando preeminencia al aprovechamiento de los recursos hidráulicos, de conformidad a lo prescrito en el acuerdo original entre el Gobierno de Venezuela y la Organización de los Estados Americanos.

La colección y análisis de la información hidrológica, la planificación de los recursos hidráulicos, el uso, manejo y conservación del suelo y el agua en condiciones de regadío y con el auxilio del drenaje, constituyeron las áreas de concentración de la actividad del Centro desde su comienzo. Ello, con el propósito de contribuir a - crecer las capacidades para formular, diseñar y administrar los proyectos de desarrollo.

El enfoque interdisciplinario del CIDIAT condujo, desde sus comienzos, a la consideración de los factores económicos, sociales y humanos en unión a los físicos y naturales. A partir de la Conferencia de Estocolmo en 1972 y de la creación en Venezuela del Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables en 1977, se inicia un período de evolución del Centro; en parte como resultado de su propio avance científico y tecnológico en aguas y tierras, y en parte por una mayor percepción respecto a otros recursos naturales renovables concomitantes y el ambiente.

Si bien persiste en el Centro el énfasis por el estudio de los recursos hidráulicos, ello se hace enmarcado en la problemática ambiental que genera el aprovechamiento de los mismos, particularmente en el medio rural, dando así vigencia a la dualidad ambiente-desarrollo.

## PROGRAMAS

Para el cumplimiento de los objetivos enunciados, el CIDIAT lleva a cabo sus funciones en base a los siguientes programas:

- ENSEÑANZA
- INVESTIGACION
- ASISTENCIA TECNICA
- DOCUMENTACION E INFORMACION

Los programas se interrelacionan en su estructura y ejecución, a base de la participación del Centro en proyectos regionales que se acuerdan con instituciones del sector. Así, el programa de INVESTIGACION genera información y conocimientos, y el de ENSEÑANZA, basado en los mismos casos prácticos, al tiempo de cumplir su objetivo específico, los usa y enriquece, en un proceso de mutua realimentación.

La ASISTENCIA TECNICA a las instituciones y la DOCUMENTACION e INFORMACION, se nutre a su vez de dichos programas. Por lo tanto, el esfuerzo conjunto del Centro en una región, al abordar determinada problemática, es el resultado de la interacción de los cuatro programas.

## ENSEÑANZA

### ACTIVIDADES DE CORTA DURACION

El Programa de Enseñanza, a través de actividades de corta duración, está orientado a la presentación y perfeccionamiento de funcionarios directivos y técnicos, que pueden influir en el mejoramiento de las instituciones, y en la introducción y difusión de los conocimientos necesarios para manejar el proceso de cambio. Se lleva a cabo para grupos de individuos, en actividades formales y no formales, en la sede del Centro, o en lo que implica una extensión de la misma, cuando se dictan cursos nacionales o regionales en el país o en el exterior; así como también, cuando éstas se realizan en las propias instituciones beneficiarias.

El Programa de Enseñanza lo ejecuta el CIDIAT mediante diversas actividades, entre las cuales cabe destacar las siguientes: Seminarios, Talleres y Cursos Breves.

Los seminarios constituyen una elaboración conceptual de los propios participantes, que se reúnen coordinados por expertos, para discutir trabajos que implican pensamiento y creación. Llevan en sí un esfuerzo de reflexión, sobre un tema que se considera relevante en un lugar y momento dado, y resulta de la contribución de todos los asistentes.

Los talleres constituyen una reunión de participantes para realizar un trabajo profesional específico, pragmático e instrumental, que no necesariamente implica un esfuerzo creativo. Están orientados generalmente a producir, seleccionar o verificar metodologías y técnicas aplicables a un determinado caso, en base a la introducción de un mínimo de nuevos conocimientos.

Los cursos breves se ofrecen a grupos de participantes, y se basan en líneas de comunicación recíproca de profesores a alumnos, de los alumnos entre sí, individualmente, e integrando equipos de trabajo. Se programan para atender a la demanda masiva de formación de profesionales que tienen las instituciones, en la amplia gama

de temas que comprende la problemática de que trata el Centro.

## **TITULO DE CURSOS BREVES PRESENTADOS REGULARMENTE POR EL CENTRO**

### **HIDROLOGIA Y PLANIFICACION DE LOS RECURSOS HIDRAULICOS**

- Diseño y Simulación Hidrológica
- Desarrollo de Aguas Subterráneas
- Análisis de Sistemas de Recursos Hidráulicos
- Operación de Embalses
- Planificación de los Recursos Hidráulicos

### **EVALUACION Y PLANIFICACION DEL USO DEL SUELO**

- Necesidades de Agua de los Cultivos
- Productividad de los Cultivos
- Diagnóstico de la Fertilidad de los Suelos
- Levantamiento y Clasificación Interpretativa de Suelos
- Aplicaciones Multidisciplinarias de los Estudios de Suelos
- Conservación de Suelos y Aguas

### **INGENIERIA DE RIEGO Y DRENAJE**

- Evaluación y Diseño del Riego por Superficie
- Evaluación y Diseño de Riego por Aspersión y por Goteo
- Drenaje de Tierras Agrícolas
- Operación y Conservación de Sistemas de Riego
- Desarrollo Físico de Tierras para Riego y Drenaje
- Trazado y Diseño de Redes de Riego y Drenaje

### **PROYECTOS Y OBRAS HIDRAULICAS**

- Diseño de Presas de Tierra y Obras Anexas
- Hidráulica Fluvial y Estructuras Fluviales
- Obras de Toma y de Conducción de Aguas
- Obras de Drenaje

### **AMBIENTE Y DESARROLLO DE AGUAS Y TIERRAS**

- Planificación de los Recursos Naturales Renovables
- Planificación y Manejo Conservacionista de Cuencas
- Impacto Ambiental del Desarrollo de Aguas y Tierras
- Calidad del Agua y Control de la Polución
- Tratamiento y Manejo de Aguas Residuales



- Evaluación Económica, Social y Ambiental de Proyectos

## INVESTIGACION

La actividad de investigación del CIDIAT se orienta a efectuar una contribución original en la producción de modelos apropiados de aprovechamiento de los recursos implicados en la temática que aborda el Centro, considerando los recursos económicos que se asignan al mismo, y el nivel cultural, social e institucional de la población a beneficiar.

El Programa se define en función de las demandas tecnológicas que identifican las sucesivas etapas previstas en las diferentes categorías programáticas a base de las cuales se organiza la acción de gobierno. Se estructura en base a proyectos regionales o locales, abarcando problemas específicos en una determinada etapa de desarrollo de los mismos, que a su vez, constituyan casos típicos de América Latina y el Caribe en general y de Venezuela en particular.

Los problemas de investigación que el Centro aborda tienen características especiales, dado que constituyen esfuerzos conceptuales y de planteo teórico, así como en lo que respecta a la producción de modelos, procedimientos y métodos. Además, abarca aspectos regionales que son comunes a extensas áreas de los ecosistemas tropicales y andinos de Venezuela en particular y de América Latina y el Caribe en general.

## ASISTENCIA TECNICA

La asistencia técnica tiene como propósito el fortalecimiento de instituciones del sector público, las cuales apoyan al CIDIAT, o de las que por acuerdo previo así lo requieran. Esta actividad puede ser temporaria, esporádica o accidental, según la magnitud de los esfuerzos que el Centro destine a ella.

El Programa de Asistencia Técnica se estructura de manera de lograr una permanente realimentación del Centro, con las experiencias y vivencias de las instituciones; por lo tanto, está íntimamente relacionado con los programas de Enseñanza y de Investigación.

Los proyectos que a este respecto componen el Programa, son aquellos que implican el tratamiento de casos típicos, que requieren un enfoque metodológico con determinado grado de originalidad, y por lo tanto, merecen ser divulgados al par de utilizados como casos prácticos en la enseñanza del Centro.

En la prestación de los servicios de asistencia técnica, se trata de involucrar, en un trabajo conjunto con el del Centro, al personal profesional de instituciones receptoras de los mismos, de manera de asegurar la adquisición de las capacidades necesarias que lo habiliten para su contribución exitosa en las etapas posteriores.

## DOCUMENTACION E INFORMACION

El Programa de Documentación e Información, tiene por objetivo coleccionar material bibliográfico en el campo de competencia del Centro; producir, publicar y poner a disposición de los usuarios el material relevante en la materia.

El CIDIAT dispone de una biblioteca especializada en el campo de su actividad, es estructurada de conformidad a la política y a los objetivos del Centro; incluye documentos no publicados que por su contenido vale la pena difundir. La existencia de material bibliográfico totaliza en la actualidad 24.500 libros y 20.000 ejemplares de revistas. El Centro está en proceso de establecer un programa automatizado de información bibliográfica, integrado a redes de información, con referencias de distintas bibliotecas.

Además, y con el propósito de cubrir el gran déficit de publicaciones en la materia, en idioma español, se realiza un sustancial esfuerzo por producir documentos resultados de: (i) estudios o investigaciones realizadas en el CIDIAT por su personal docente y de investigación, y estudiantes de postgrado; (ii) material didáctico preparado por profesores permanentes y visitantes; (iii) estudios, investigaciones, proyectos e informes de diversa índole, producidos fuera del Centro, pero cuya difusión se considere de interés.

El Catálogo de Publicaciones del CIDIAT cuenta con más de 180 títulos, agrupados en las siguientes materias: Suelo y Clima; Riego y Drenaje; Hidrología; Planificación de Recursos Hidráulicos; Obras Hidráulicas; Aspectos Sociales, Económicos e Institucionales; Ambiente y Recursos Naturales Renovables.

## CURSO DE POSTGRADO

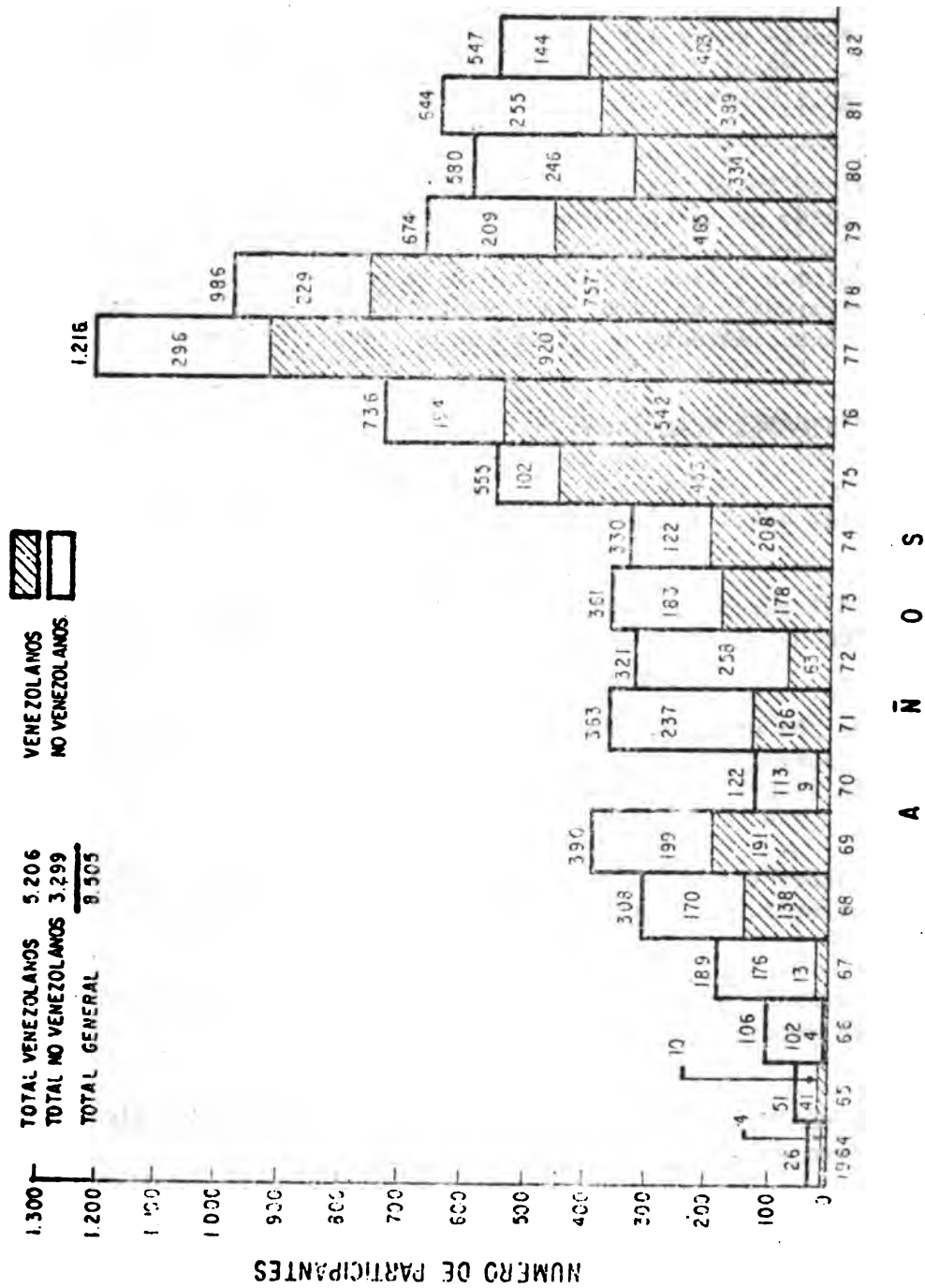
El Curso de Postgrado se realiza en el CIDIAT como un esfuerzo conjunto con la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Los Andes. Está sujeto, en cuanto a control académico, desarrollo y aprobación, a las normas establecidas al respecto por la Universidad, institución que extiende los correspondientes diplomas.

El lapso de 18 meses que comprende el curso, abarca un período de estudios de cuatro trimestres, en los cuales se trata una serie de disciplinas, y un período de seis meses para realizar el trabajo de investigación que constituye la tesis de grado. A los participantes que culminan satisfactoriamente este proceso y cumplen con los requisitos académicos, se les otorga el grado de "Magister Scientiae".

Como está estructurado, el curso permite adquirir una formación de postgrado, con el rigor académico y científico que es común en las buenas universidades de Europa y de los Estados Unidos, aunque en las condiciones naturales, económicas, humanas, sociales y culturales que caracterizan a la región tropical de América Latina y el Caribe.

El curso de postgrado está íntimamente unido al programa de investigación que el -

NUMERO DE PARTICIPANTES EN LOS CURSOS  
1964 - 1982



CIDIAT lleva a cabo en proyectos de diferentes regiones de Venezuela. Constituye así una experiencia única de adquirir una formación de cuarto nivel, al tiempo que se enfoca una problemática de características análogas a las que les tocará abordar al egresado, cuando se reintegre a sus funciones en el organismo al cual pertenece.

Las opciones que se ofrecen cubren una amplia serie continua de conocimientos, en materia de colección y análisis de la información básica, la planificación, el diseño, la construcción, la administración y la operación de las obras y de los proyectos. El curso se inicia todos los años impares, ofreciéndose las siguientes opciones: "Hidrología", "Suelos y Riego", "Planificación de los Recursos Hidráulicos", "Ingeniería de Riego y Drenaje" y "Obras Hidráulicas"

El Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Venezuela, - CONICIT, apoya el curso de postgrado mediante subvenciones para diferentes conceptos. Esta ayuda tiene gran significación para mantener líneas de investigación estables y vinculadas a problemas o áreas de prioridad nacional. Ello, a través de subvenciones para la contratación de docentes-investigadores y personal técnico y, particularmente, para el financiamiento de proyectos de investigación.

## RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

Los logros del CIDIAT hasta Diciembre de 1982 son los siguientes:

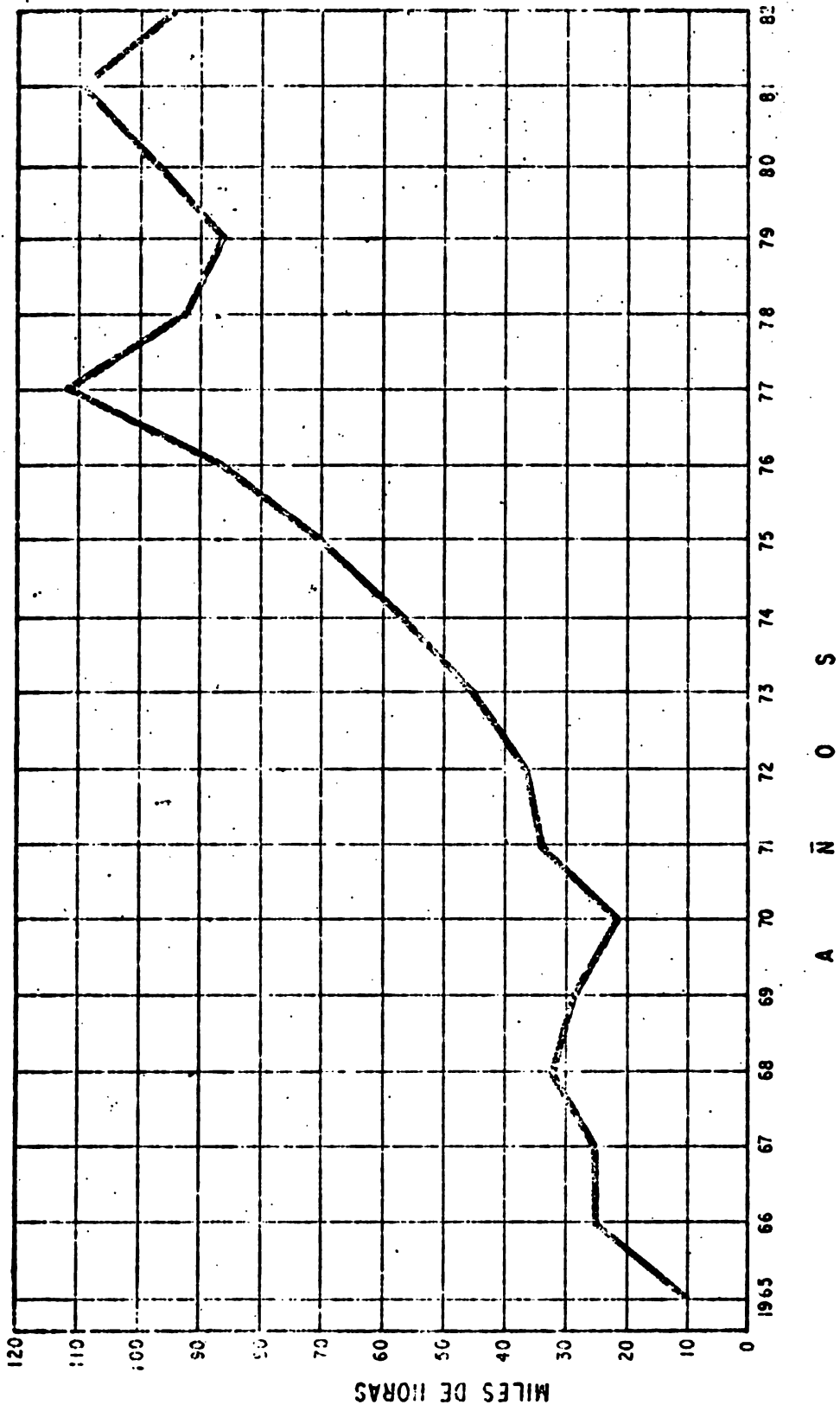
- Realización de 341 cursos breves y seminarios, con la participación de 8.505 profesionales; 5.206 de ellos de Venezuela y 3.299 de 26 países americanos.
- Participación de 288 profesionales en los cursos de postgrado realizados a partir de 1973, con un total de 173 que han cumplido el programa de asignaturas y 105 que han obtenido el grado de Magister Scientiae.
- Realización de proyectos de investigación, en su mayoría aplicados a diferentes regiones de Venezuela, en estrecha asociación al programa de postgrado.
- Asesoramiento técnico, principalmente a organismos gubernamentales e instituciones de educación superior.
- Distribución de más de 300 títulos de publicaciones, de las cuales unas 180 figuran en el Catálogo actual del Centro.
- Establecimiento de una Biblioteca especializada, la que cuenta con 24.500 volúmenes de libros y 20.000 títulos de revistas, además gran número de documentos técnicos.
- Establecimiento de un Banco de Programas de Computación en el campo de los Recursos Hidráulicos.

DISTRIBUCION POR PAISES DE LOS ESTUDIANTES 1964-1982



CANADA	4
PUERTO RICO	5
GUYANA	6
EE.UU.	27
HONDURAS	46
EUROPA y otros	55
GUATEMALA	58
HAITI	60
URUGUAY	63
MEXICO	68
ISLAS DEL CARIBE	81
COSTA RICA	84
PARAGUAY	90
PANAMA	109
BOLIVIA	135
CHILE	145
EL SALVADOR	150
ARGENTINA	200
REP. DOMINICANA	203
PERU	240
NICARAGUA	268
BRASIL	376
ECUADOR	339
COLOMBIA	487
VENEZUELA	5206

HORAS PARTICIPANTES  
1965-1982



## **PARTICIPACION DEL CENTRO EN PROYECTOS REGIONALES**

Atento a que su acción se orienta a la gestión de gobierno, el CIDIAT conviene o - contrata estudios o investigaciones con los ministerios del sector, así como con intitutos descentralizados y corporaciones regionales, prestación de servicios que inplica estudios o investigaciones en proyectos regionales. Ello íntimamente asocia-do a la capacitación de los profesionales responsables de llevarlos a cabo.

Un número sustancial de los talleres, seminarios, cursos breves e investigaciones - vinculadas a la tesis de los cursos de postgrado, tienen una estrecha relación con la problemática a estudiar, como consecuencia de compromisos adquiridos por el Cen - tro. Los alumnos de las actividades de enseñanza se constituyen, por lo tanto, en verdaderos participantes que comparten sus experiencias, al tiempo que adquieren mayores capacidades para resolver los mismos problemas, o similares, a los que deben abocarse al regresar a sus respectivas instituciones.

## **PROGRAMA INTERAMERICANO**

Como institución de carácter interamericano, el CIDIAT se caracteriza por su gran vecación de servicio hacia el área latinoamericana y del Caribe, tal como lo demuestra la distribución geográfica de los mismos. La participación de profesionales de toda la región se ve así facilitada por el otorgamiento de becas para cursos y seminarios que se llevan a cabo en Mérida, o mediante el desplazamiento del personal docente - del Centro a otros países para dictar cursos nacionales o regionales.

El Programa Interamericano cuenta con las siguientes contribuciones:

Del CIDIAT, en primer lugar, cuyo presupuesto proviene fundamentalmente de aportes - del Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables de Venezuela.

De la Organización de Estados Americanos, OEA. Consistente en personal docente, becas para cursos breves y de postgrado, y fondos para financiar consultores y viajes de profesores.

Del Programa de Cooperación Técnica de Venezuela, CORDIPLAN. Mediante el otorga - miento de becas para cursos breves y de postgrado.

Del Gobierno de Holanda y Gobierno del Reino Unido. A través de aportes a la Orga - nización de Estados Americanos para el otorgamiento de becas.

Otro tipo de Cooperación

Han otorgado además becas para los cursos del CIDIAT: el Gobierno de la República Federal Alemana, el Instituto Interamericano de Cooperación Agrícola, IICA, y varios gobiernos de los países de América Latina.

El Centro ha recibido cooperación, expresada en personal científico y docente, de los Gobiernos de Francia, de los Estados Unidos de América y de España, lo que implica, indirectamente, un apoyo al Programa Interamericano.

## RELACION CON INSTITUCIONES DIVERSAS DE AMERICA LATINA

En sus 18 años de vida, el CIDIAT ha creado estrechos lazos con instituciones de la región, resultado de una labor sistemática en favor de diversos organismos latino-americanos en el campo que es de su competencia, contribuyendo así a fortalecer las instituciones, a través de la formación de profesionales directa o indirectamente vinculados a la gestión de gobierno.

En el país sede, Venezuela, varios organismos de la administración central e institutos autónomos han recurrido a los servicios del CIDIAT. En primer término el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables, MARNR, principal soporte del Centro. Además, el Ministerio de Agricultura y Cría, MAC; el Instituto Nacional de Obras Sanitarias, INOS; la Empresa de Energía Eléctrica del Estado Venezolano, CADAPE; Electrificación del Caroní, EDELCA; y varias de las instituciones de educación superior.

En cuanto a otros países latinoamericanos, cabe destacar que un elevado número de organismos han recurrido a la formación profesional que el CIDIAT ofrece, entre los cuales cabe mencionar los siguientes:

- Instituto Nacional Dominicano de Recursos Hidráulicos, INDRHI y el Departamento de Tierras y Aguas de República Dominicana.
- Dirección de Obras de Riego y Drenaje y la Dirección General de Recursos Naturales Renovables de El Salvador.
- Instituto Nicaragüense de Recursos Naturales y del Ambiente, IRENA, de Nicaragua.
- Instituto Costarricense de Electricidad, ICE, de Costa Rica.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras, HIMAT, e Instituto de Desarrollo de los Recursos Naturales Renovables, INDERENA, de Colombia.
- Instituto Nacional Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos, INERHI, y Comisión de Estudios para el Desarrollo del Guayas, de Ecuador.
- Dirección General de Aguas y Suelos, y Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales, ONERN, del Perú.
- Dirección General de Aguas y Dirección de Riego de Chile.



- Compañía de Desarrollo del Valle de San Francisco, CODEVASF, de Brasil.
- Instituto Nacional de Ciencia y Tecnología Hídrica, INCYTH, y Agua y Energía Eléctrica, de Argentina.
- Departamento de Proyectos Internacionales de Panamá.

## PERSONAL DOCENTE Y DE INVESTIGACION

El CIDIAT cuenta con 14 profesores investigadores a dedicación exclusiva: 9 de ellos a nivel doctoral y 5 a nivel de Maestría, con grados obtenidos en reputadas universidades de América y de Europa. Representan una experiencia promedio en sus respectivas profesiones de diecisiete años, y amplios conocimientos derivados del estudio sistemático y de la práctica.

Además, participan unos 10 profesores de la Universidad de Los Andes, principalmente en el curso de postgrado; profesores de otras universidades del país y funcionarios del Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. Para abordar materias o temas no suficientemente desarrollados en el país, el Centro contrata profesores de universidades de los Estados Unidos, Europa y otros países de Latinoamérica, quienes en varios casos son autoridades mundialmente reconocidas en el campo de su especialización.

## PERSPECTIVAS FUTURAS

El CIDIAT con más de 18 años de actividad creciente reúne una gran experiencia y cuenta con toda una capacidad instalada para continuar en el derratero trazado. Además, su vocación de servicio a la región califica al Centro como una institución idónea para contribuir a su desarrollo, a través de la formación profesional y la generación de conocimientos.

El Estado Venezolano contribuye con el 90% de su presupuesto, aporte éste altamente significativo para un organismo que actúa en el ámbito interamericano. El Centro como resultado de sus actividades ha generado interés y una gran expectativa como lo demuestra el cada vez mayor número de solicitudes de becas y de cursos nacionales.

La Organización de Estados Americanos, CORDIPLAN, el Gobierno de Holanda y de otros estados europeos, han contribuido a mantener activa la acción del Centro a través de años, pero ya esta ayuda tiende a ser insuficiente en relación a las demandas. Se requiere por lo tanto una mayor participación de organizaciones de carácter internacional y regional que tienen responsabilidades directas en la promoción del desarrollo, así como también de instituciones de financiamiento y de gobiernos de países industrializados, a fin de ampliar la cobertura de los servicios del CIDIAT.

Concretamente se espera un mayor apoyo para la operación del Centro en Mérida, en

cuanto a financiamiento de programas de investigación y de expertos y, principalmente, para sustentar un programa de becas para los cursos en Mérida e incrementar el número de actividades de adiestramiento en otros países, a través de cursos nacionales y regionales.

El planteo que formulamos en este foro, tiene por objeto llamar la atención de las instituciones aquí representadas, que tienen interés en promover el adiestramiento y la investigación, a fin de que sumen su esfuerzo a los que el Centro realiza en favor de la región, tal como se ha expuesto en el presente trabajo.

## RESUMEN

El Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras, CIDIAT, con sede en Mérida, Venezuela, fue creado en 1965 para ayudar a la gestión de estado en los países de la región, mediante la formación de profesionales y la generación de conocimientos, y contribuir así con las instituciones del sector público en la formulación, diseño, construcción y operación de proyectos de desarrollo, que a la vez atiendan a la conservación de los recursos naturales renovables y el ambiente.

Iniciado como un proyecto de la Organización de los Estados Americanos, se cumplió de acuerdo a los términos del Convenio respectivo, la transferencia de responsabilidades al Estado Venezolano, proceso éste que culminó en 1975. Desde entonces, el Centro como una institución interamericana ha continuado prestando servicios a los países de la región, con la contribución de la OEA, el programa de Cooperación Técnica de CORDIPLAN, el Gobierno de Holanda y de otros países europeos.

Los logros del Centro hasta Diciembre de 1982 pueden resumirse en la realización de 341 eventos, entre cursos breves y de postgrado, con una participación total de 8.505 profesionales universitarios, en un 61% de Venezuela y en un 39% de los demás países de América Latina y el Caribe. Asimismo, en investigación ha cumplido una actividad intensa en el área de Riego y Drenaje, Suelos Bajo Riego, Hidrología, Planificación de los Recursos Hidráulicos y Obras Hidráulicas, tal como lo evidencian las publicaciones que el mismo Centro edita y distribuye, y el haber concretado la ejecución de un total de 105 tesis de postgrado a nivel de Maestría.

La actual capacidad instalada del Centro le permite continuar ofreciendo cooperación a las instituciones de la región, que año a año la solicitan con creciente intensidad. El Estado Venezolano contribuye con un monto para dotación y funcionamiento del Centro, que actualmente representa el 90% de su presupuesto anual. A fin de atender la demanda que, a no dudar, responde a una sentida necesidad de la región, se requiere una mayor cooperación de los organismos internacionales y de los gobiernos de países desarrollados, que se traduzca en un apoyo básico al Centro por concepto de expertos y equipo científico, aunque, primordialmente, para fortalecer el programa de becas para cursos en la sede y financiar actividades en otros países.

**TITULO DE CURSOS BREVES  
PRESENTADOS REGULARMENTE POR EL CENTRO**

**HIDROLOGIA Y PLANIFICACION DE LOS RECURSOS HIDRAULICOS**

- Diseño y Simulación Hidrológica
- Desarrollo de Aguas Subterráneas
- Análisis de Sistemas de Recursos Hidráulicos
- Operación de Embalses
- Planificación de los Recursos Hidráulicos

**EVALUACION Y PLANIFICACION DEL USO DEL SUELO**

- Necesidades de Agua de los Cultivos
- Productividad de los Cultivos
- Diagnóstico de la Fertilidad de los Suelos
- Levantamiento y Clasificación Interpretativa de Suelos
- Aplicaciones Multidisciplinarias de los Estudios de Suelos
- Conservación de Suelos y Aguas

**INGENIERIA DE RIEGO Y DRENAJE**

- Evaluación y Diseño del Riego por Superficie
- Evaluación y Diseño de Riego por Aspersión y por Goteo
- Drenaje de Tierras Agrícolas
- Operación y Conservación de Sistemas de Riego
- Desarrollo Físico de Tierras para Riego y Drenaje
- Trazado y Diseño de Redes de Riego y Drenaje

**PROYECTOS Y OBRAS HIDRAULICAS**

- Diseño de Presas de Tierra y Obras Anexas
- Hidráulica Fluvial y Estructuras Fluviales
- Obras de Toma y de Conducción de Aguas
- Obras de Drenaje

**AMBIENTE Y DESARROLLO DE AGUAS Y TIERRAS**

- Planificación de los Recursos Naturales Renovables
- Planificación y Manejo Conservacionista de Cuencas
- Impacto Ambiental del Desarrollo de Aguas y Tierras
- Calidad del Agua y Control de la Polución
- Tratamiento y Manejo de Aguas Residuales
- Evaluación Económica, Social y Ambiental de Proyectos





**VII SEMINARIO  
LATINOAMERICANO  
DE IRRIGACION**

**SANTIAGO DE CHILE, 28 DE NOVIEMBRE  
AL 2 DE DICIEMBRE DE 1983**

**DOCUMENTO C-4**

✓  
**INFORME DEL CENTRO INTERNACIONAL DE RIEGOS DE UTAH STATE UNIVERSITY  
(USA)**

**"EL SECTOR NO-ESTRUCTURAL DEL RIEGO Y ESTRATEGIAS  
DE ENTRENAMIENTO MULTIDISCIPLINARIO"**

**Por: Ing. Humberto Yap Salinas(\*)**

---

**(\*)Director Asociado Centro Internacional de Riegos Utah State University**



## 1. INTRODUCCION.

Algunos de los problemas cruciales mas significativos en el sector agrícola de un buen numero de países del mundo son bajas eficiencias, falta de efectividad, e inequidad en el uso de sus recursos de agua y suelo. Inevitablemente estas circunstancias se reflejan en los resultados del esfuerzo realizado en la actividad agrícola integral. Como parte de este contexto, Latinoamérica dedica a la agricultura bajo riego aproximadamente 90% del agua desarrollada en sus proyectos hídricos. En Latinoamérica, a pesar del sostenido crecimiento anual del área agrícola y también de la producción agrícola total, la tasa de producción de alimentos per cápita se encuentra estacionaria y en algunos casos dramáticamente decreciente.

En el enfoque a la agricultura bajo riego en particular, el problema se hace evidente. Aún a pesar de las relativamente cuantiosas y onerosas inversiones que muchos países realizan en la parte estructural del riego, los resultados esperados no siempre son alcanzados.

Las causales de esta situación podrían encontrarse en varios factores. Una de ellos es el hecho de no considerar en un esquema de utilización del agua de riego la dualidad y complementariedad de la parte estructural con la parte no-estructural. Otra, es que probablemente se ignore que la dinámica interactiva estructural -- no-estructural se desarrolla inmersa en una realidad institucional que en cierta forma condiciona la performance del sistema. Por último, y también de significativa trascendencia, los problemas surgen por no considerar que el sistema al terminarse viene a constituir el "vehículo" que los administradores y principalmente los agricultores tienen que manejar.

El desarrollo intensivo del sector no-estructural de riego, a través de reformas en el manejo, podrá prescribir numerosas alternativas que existen para poder incrementar sustancialmente la producción y la equidad en los proyectos de riego. Actualmente está comprobado que reformas de manejo en los sistemas incrementan la eficiencia en el uso del agua, permiten la posibilidad de un crecimiento horizontal del proyecto en base al agua ahorrada y disminuyen los factores de deseconomías que se generan al reducir los problemas y riesgos de drenaje y salinidad.

Frente a este panorama, existe la necesidad de una institución que analice la problemática del riego dentro de un marco conceptual pragmático y realista; que, a su vez, ayude a exponer los factores causales de los problemas de bajas

eficiencias, inequidades y falta de efectividad; y que contribuya a la solución. The International Irrigation Center (Centro Internacional de Riegos), formado en base al Departamento de Ingeniería Agrícola y Riegos de Utah State University, se ha hecho sensible a esta necesidad y ha tomado como suya esta misión. Al tradicional reconocimiento de Utah State University como una de las universidades líderes en la investigación y desarrollo del manejo del agua de riego, se le ha sumado de esta forma el rol de exponer la problemática de la agricultura bajo riego internacional y la de contribuir a la solución de la misma en los países en desarrollo. Para ésto, el Centro Internacional de Riegos ha establecido un programa de un marco eminentemente pragmático, multidisciplinario, y predominantemente no-estructural mas no exclusivo. A lo anterior se le agrega la ventaja comparativa, muy positiva por ahora para Latinoamérica, de operar en dos idiomas, inglés y español, y posteriormente, francés y portugués en los años venideros.

A través de la integración de los programas de investigación y desarrollo del Departamento de Ingeniería Agrícola y Riegos con los programas del Centro Internacional de Riegos sobre investigación de acción, investigación de adaptación, e investigación aplicada, y sus programas de entrenamiento y labor de extensión internacional, se espera lograr contribuir a la solución de la problemática del sector no-estructural del riego. De esta forma, los resultados esperables deben traducirse en la reducción de problemas en la producción de alimentos, induciendo a una mayor eficiencia y efectividad en el uso de los recursos, promoviendo una mayor justicia distributiva, y propiciando el mejoramiento del nivel de vida del pequeño agricultor en los países en desarrollo.



## 2. PROBLEMATICA ESTRUCTURAL Y NO-ESTRUCTURAL DEL RIEGO.

El desarrollo económico de un buen número de países en Latinoamérica en términos teóricos y prácticos depende en gran escala del desarrollo de su agricultura como una componente para lograr el bienestar económico y social al que todo pueblo aspira. Latinoamérica tiene comprometida en la agricultura bajo riego el 90% del agua desarrollada en sus proyectos hídricos.

El desarrollo de la agricultura bajo riego ha sido y es una de las herramientas tradicionales para incrementar la producción agrícola. La construcción e implementación de nuevos proyectos de riego (desarrollo estructural) ha permitido el crecimiento horizontal del área agrícola; sin embargo, han pasado desapercibidas las alternativas de un crecimiento vertical en base a los esquemas y reformas de manejo de la infraestructura existente. Esto ha impedido la obtención de los beneficios previstos de la inversión en riego.

Se ha podido percibir en el ambiente profesional del riego un grupo de características que llamaré el "síndrome del sesgo estructural". Esto significa la concepción tradicional de que un proyecto de riego se constituye solamente por la construcción del sistema de almacenamiento, de captación y de transporte del agua. El resto, digamos, el manejo mismo del agua, se asume que deberá aparecer automáticamente por sí sola. La experiencia sugiere que este concepto es una de las grandes falacias del enfoque que ha contribuido a la problemática existente. Igualmente, muchas veces la ignorancia del esquema institucional en el cual se desarrolla el proyecto de riego ha contribuido a tener una restringida comprensión del fenómeno social que afecta la operatividad del mismo. Por otra parte, la falta de participación significativa del agricultor en las diferentes etapas de desarrollo del proyecto parece ser un factor adicional a la problemática de óptima utilización del agua de riego.

La agricultura tradicional, en muy poca extensión, está sacando provecho de las nuevas tecnologías en genética y de los avances en las prácticas agrotécnicas para incrementar la producción agrícola. La problemática de Latinoamérica no es un caso aislado. Por el contrario, existe un gran número de países en el mundo en los cuales esta problemática se hace presente en una variabilidad de mayor o menor grado. Los especialistas agrícolas al explicar esta variabilidad aducen que ésta reside fundamentalmente en el control preciso de los factores que complementan los logros de las nuevas tecnologías genéticas y de las prácticas agrotécnicas mejoradas. Uno de estos factores que se considera como un requisito fundamental es el manejo y control de agua en este esquema de producción. Para incrementar

la producción agrícola con fines de reducir la falta de alimentos, el desempleo, la migración hacia los centros urbanos, pobreza, etc., la inversión de los escasos recursos públicos de la nación deberá mirar con mayor interés la alternativa de invertir en mejor manejo y control del agua. De esta manera se podrá lograr un mayor rendimiento por cada unidad de superficie agrícola así como también de cada unidad volumétrica de agua usada. Esto expone la alternativa posibilidad de un adicional crecimiento horizontal en base al agua ahorrada, y se podrán reducir las deseconomías generadas por los problemas y riesgos de drenaje y salinidad. Se entiende que a este mejor manejo y control del agua se le deberá asociar el uso de variedades de cultivos de altos rendimientos e incorporar nuevas prácticas agrotécnicas.

Existe una amplia evidencia que demuestra que varios problemas de índole técnico, económico y socio-institucional están presentes en el bloqueo que impide la realización plena de los beneficios previstos de las inversiones en riego. Las eficiencias de manejo del agua son abismalmente bajas, y el impacto ambiental del riego, el cual traduce en la degradación de los recursos, es preocupante. Una componente significativamente notoria en esta pobre performance puede ser identificada en las deficiencias en el "manejo" del recurso hídrico, tanto en la entrega del agua a la finca como en el uso en la misma. Sobre la base de este diagnóstico, se podrán obtener mayores beneficios sociales y económicos por el diseño e implementación de políticas y procedimientos encaminados a combatir estas deficiencias. De estudios recientes sobre evaluación de un gran número de proyectos de riego en el mundo, se concluye que existe un gran espacio para el mejoramiento de las eficiencias, efectividades, y equidad en los proyectos. Esto se logrará con la implementación de medidas de carácter no-estructural. Por lo anterior, es obvia la necesidad de un organismo con carácter internacional que se ocupe del estudio y diagnóstico y que proponga medidas efectivas que mejoren estas eficiencias sobre la base de normas de manejo.

El enfoque previo sugiere aspectos netamente técnicos. Visto de esa perspectiva, el problema técnico se ve relativamente sencillo; sin embargo, no lo es. Una consideración también realmente crítica es la componente humana del sistema que debe estar presente en todas sus manifestaciones tanto a nivel del emisor (organismo público) como del receptor (agricultor usuario del recurso). Los conceptos que pueden conducir a las prácticas mejoradas del manejo del agua deberán estar "sincronizados" con las actitudes y capacidades del usuario del recurso. Como consecuencia de esta consideración, tales conceptos no deberán ser adoptados al menos que se considere el conocimiento y las limitaciones de los agricultores-usuarios.

Estableciendo un resumen de la problemática tomada en base del análisis de una serie de proyectos alrededor del mundo, incluyendo algunos latinoamericanos, podemos resaltar lo

siguiente:

### Área técnica

--En términos generales existen posibilidades de mejoramiento de manejo operacional en el uso de los recursos hídricos en los siguientes niveles:

- Grandes sistemas de ríos o de interconexión de cuencas.
- Sistemas, distritos, o esquemas de riego.
- Sistemas de conducción.
- Sistemas a nivel de finca y campo.

--En muchísimos países en desarrollo existen serias deficiencias en las prácticas de distribución de agua. En la mayoría de los casos una sustancial proporción de la ineficiencia en el uso del agua puede ser atribuida a las fallas y defectos en el sistema principal.

--A nivel de los proyectos mayores de riego muchas veces se encuentran las siguientes situaciones:

- Debilidad fundamental en la coordinación horizontal a nivel de proyecto.
- Insuficiente delegación de autoridad a los administradores del proyecto.
- Ausencia o inadecuabilidad de manuales de operación y mantenimiento, procedimientos operacionales, etc.
- Insuficiente financiación para la operación y mantenimiento.
- Necesidad de metodologías innovadoras para definir las tarifas de agua y el pago.
- Inadecuada habilidad de los responsables del planeamiento e implementación de la distribución de agua.
- Falta de motivación en los encargados de distribución de agua. Los oficiales encargados de la distribución de aguas en algunas circunstancias no tienen ni el entrenamiento ni la percepción orientada a los aspectos agrícolas.

[ ] Falta de motivación, habilidad técnica y número suficiente de extensionistas agrícolas.

[ ] Nivel técnico en manejo promedio de los usuarios es bajo.

[ ] Inadecuado trabajo de extensión en el manejo de los cursos de agua.

[ ] Falta de reponsabilidad de grupo en la operación y mantenimiento de los cursos de agua.

[ ] Inadecuada política en la colección de datos y en el seguimiento de los fenómenos climático-hidrológicos.

[ ] Inefectivo marco legal.

--Los problemas específicos de algunos países latinoamericanos se pueden traducir en lo siguiente:

[ ] En las áreas del riego consideradas a nivel global, tomando en cuenta cantidad de canales revestidos, suelos, topografía, administración y manejo del agua, se estima que la eficiencia general de los sistemas de riego está en el rango del 2% al 50%, menor particularmente en las zonas de pequeñas propiedades que usan métodos tradicionales.

[ ] En la mayoría de los casos, los servicios efectivos directos del Estado solamente llegan al sistema principal y secundario, pero son los usuarios quienes son responsables del sistema terminal o terciario dentro de su módulo de entrega. No importa cuán efectivo sea el sistema de conducción y entrega entre la fuente y el predio cuando el sistema de aplicación de campo es inaceptablemente deficiente: tal insuficiencia conduce a un desperdicio del agua, algunas tierras recibiendo en exceso y otras siendo dejadas de regar.

[ ] La mitad de los usuarios de agua no tienen el suficiente abastecimiento de agua en los períodos críticos de crecimiento de los cultivos.

[ ] Solamente la mitad del área teóricamente irrigable bajo la influencia de los proyectos del sector público está siendo irrigada. A esto se suma el hecho de que la intensidad del uso de la tierra (intensidad de cultivos) de esta área irrigada no

alcanza aún el 100%.

[ ] En varios proyectos de riego en operación no se está obteniendo ni siquiera el doble de la producción promedio nacional, lo cual implicaría que los costos de producción en estos proyectos sean extremadamente altos desde ese punto de vista.

[ ] En los nuevos proyectos en desarrollo, el área cosechada está por debajo del área esperada en el diseño del proyecto. El incremento del beneficio, por unidad de área, es menor del 50% del estimado en el diseño. Estos dos niveles multiplicados dan un incremento global de beneficios por debajo de las expectativas establecidas en el estudio original de factibilidad.

[ ] Las prácticas descuidadas del riego en terrenos con pendientes muy pronunciadas agravan la erosión de los suelos. A pesar del aumento de las áreas bajo riego, las ganancias de producción se cancelan debido a las pérdidas de la riqueza de la capa superficial del suelo agrícola. Igualmente, en las zonas bajas de los valles y en la costa la ruptura del equilibrio hidrológico natural, intensificada por prácticas inadecuadas de riego, produce nefastas consecuencias en la producción; a la vez genera procesos degradatorios en los recursos de agua y suelo. El resultado de este fenómeno es la disminución en la producción por exceso de humedad y/o procesos de salinización.

[ ] Las pérdidas de suelo debidas a la erosión hídrica (lluvia y/o riego) y eólica, así como la reducción de producción y abandono de tierras afectadas por drenaje y salinidad, pueden fácilmente igualar la mayor parte de las ganancias de producción derivados de: (a) la apertura de nuevas tierras a la agricultura bajo riego, (b) los beneficios obtenidos debido a la apertura de nuevas tierras de agricultura bajo lluvia, y (c) el incremento de la producción debido a los beneficios logrados por el uso de otros insumos. Este fenómeno puede ocurrir en cualquiera de los ambientes agroclimáticos.

[ ] De una manera general, en un buen número de países, se puede afirmar que la mayoría de los pequeños agricultores (en las zonas bajo riego) disponen de extensiones de tierra menores de una hectárea. Como tal, mucho hay que hacer para mejorar el rendimiento agrícola mediante el mejor

uso del agua en los sistemas existentes, y por ende, el estándar de vida de los agricultores involucrados.

### Área institucional

--A nivel del marco institucional del riego, se deben reconocer explícitamente las siguientes condiciones:

[ ] Interdependencia física -- en un sistema de riego por mas individualizado que se quiera proponer existe una conexión física entre los de "aguas arriba" y los de "aguas abajo", con los consiguientes problemas de ineficiencia e injusticia que el grado de estratificación socio-económica agrava.

[ ] Incertidumbre institucional -- Ésto es un hecho en muchos países en desarrollo como consecuencia de la ausencia de una organización o institución de aguas fuerte y respetable. La incertidumbre institucional crea un ambiente de decisiones en donde predomina las tendencias hacia la subsistencia y seguridad.

[ ] Optimización cautelosa o actitud conservadora del agricultor frente a las decisiones de cambio -- Ésto es una consecuencia de los dos anteriores factores, sumadas a la incertidumbre de la naturaleza misma que sensibiliza al agricultor a este comportamiento tradicional.

### 3. ESTRATEGIAS DE ACCION NO-ESTRUCTURAL.

La premisa fundamental en el desarrollo de los recursos hídricos a través del riego es que los beneficios obtenibles de este esfuerzo no podrán ser maximizados a menos que existan en los varios sistemas comprometidos una buena organización y administración. El éxito del proyecto no necesariamente reside en el buen planeamiento y construcción del mismo, sino en la complementaria acción de naturaleza no-estructural que aporta el manejo.

Los antecedentes establecidos anteriormente nos dan una idea global de la problemática que enfrentamos. Sobre esta base, es prioritaria la necesidad de incrementar la producción agrícola en las actuales áreas bajo riego en forma eficiente, sin descuido de la conservación y mantenimiento de los recursos naturales. Se hace más evidente la necesidad de esta acción cuando consideramos la precaria situación socio-económica del pequeño agricultor cuya componente de producción es vital en la economía y desarrollo de una serie de países latinoamericanos.

El rudimentario manejo del agua de riego está identificado como uno de los principales "cuellos de botella" en la problemática establecida. Lo anterior nos indica la necesidad de un mejoramiento radical en este renglón. El mejoramiento del manejo del agua de riego conlleva la necesidad de acciones fundamentalmente no-estructurales y reforzamiento con acciones estructurales en el sector responsable. Las acciones de carácter no-estructural se entienden como medidas de administración de insumos no físicos, tal como la formación de recursos humanos y de manejo en el uso del agua. Estas acciones conllevan la doble función de definir el plan y la política en el uso del recurso, así como también el papel que le toca desempeñar al personal de la entidad responsable, y a la comunidad de usuarios quienes colaboran en la implementación del plan.

Los remedios más efectivos que podrían ser introducidos en forma relativamente fácil y en tiempo corto son programas de procedimientos mejorados en manejo y programas de entrenamiento. Los programas de entrenamiento podrían ser reforzados con regulaciones que gobiernan las promociones.

--Analizando las causas de los problemas uno puede darse cuenta de las numerosas oportunidades que existen para poder incrementar sustancialmente la producción y justicia distributiva de estos proyectos si se implementan varias reformas en el manejo.

--Existe un positivo grado de sensibilidad en la alta

burocracia y administración por las reformas de manejo. Igualmente, existe un creciente grado de apoyo a las iniciativas de investigación y entrenamiento en el área del manejo de riego.

El desarrollo del sector no-estructural implica investigación de acción e investigación de adaptación complementada con investigación aplicada, así como también entrenamiento y capacitación en todos los escalones responsables de la administración y manejo del agua. También está necesariamente implicada la extensión a los agricultores usuarios del recurso mismo. Estas acciones de entrenamiento, capacitación y extensión deberán cubrir aspectos multidisciplinarios de manejo, en todos los niveles del sistema.

Además de capacitación en los otros niveles de la administración y manejo del agua, existe la necesidad de incrementar la atención en la capacitación del usuario para que pueda usar (distribuir y aplicar) el agua a sus campos individualmente. Después de haberle concedido al usuario una infraestructura tan cara para el país, es esencial asegurar que el agua sea utilizada adecuadamente y que la productividad sea incrementada. Por esta razón es de mucha importancia que el agricultor conozca y sepa como utilizar el agua y que realmente esté convencido de que efectivamente vale la pena el esfuerzo de hacerlo así.

Las reformas más urgentes están en el área de distribución de agua y extensión agrícola. En cuanto a la extensión agrícola, son muy bien comprendidos y reconocidos los requerimientos básicos para mejorar ésto, en términos de reforma de procedimientos, entrenamiento, y en donde sea necesario, reformas estructurales. Los resultados obtenidos con métodos mejorados de extensión son altamente rentables.

Con relación a la distribución del agua, el problema no es tan fácilmente diagnosticado y remediado. Hay que reconocer que el riego es una innovación no solamente tecnológica sino también institucional, la cual permite el cultivo de la tierra que de otra forma sería inaceptable para la agricultura. El ambiente institucional en el cual se desarrolla el riego es crítico para la exitosa operación del sistema. Dentro de este marco, la distribución del agua es una actividad muy sensible, en algunos casos altamente politizada. La oposición a reformas es muchas veces muy fuerte, y se requiere igualmente de una institución muy "respetable" para poder hacer frente con éxito a los grupos tradicionales con intereses subalternos.

Por estas razones, un proyecto de riegos no solamente deberá evaluar los aspectos técnicos, económicos, y financieros, sino que también deberá tomar en cuenta el esquema institucional dentro del



cual se desarrolla el proyecto. La combinación de medidas que se requieren para producir los mejores resultados variarán de lugar a lugar y dependerán sustancialmente del ambiente local social además del ambiente local técnico y económico.

Ampliando el panorama al nivel de la componente política, podemos mencionar que la política objetivo deberá ser tanto la eficiencia económica como la justicia distributiva. Debemos recordar que las eficiencias tecnológicas generalmente no tienen mucho atractivo o comprensión para los políticos encargados de la toma de decisión; éstos parecen estar más inclinados a sensibilizarse con los costos sociales derivados del mal manejo presente. Se ha podido notar que a muy pocos de ellos se le podrá vender la idea de mejorar la eficiencia del agua al menos que realmente llegan a convencerse de que el agua está realmente escasa.

Como corolario, es importante la voluntad política de llevar a cabo la acción; sin esta precondition ninguna reforma o cambio institucional puede ser posible para lograr la eficiencia y equidad del programa.

Hasta este punto hemos examinado algunos problemas que existen actualmente en muchos proyectos de riego y algunos factores técnicos y sociales que contribuyen a estos problemas.

Los factores económicos que entran en la problemática del manejo del agua de riego son muy trascendentes. Desde el punto de vista de análisis económico, en términos generales, se sugiere que entre las alternativas de la construcción de un nuevo proyecto o la rehabilitación de uno existente, la política de mayor costo-efectivo estaría dado por la asignación de los recursos económicos al mejoramiento de los proyectos de riego existentes. El mejoramiento de los proyectos de riego deberá implicar no solamente la modificación física del sistema (el aspecto estructural), sino también, con aún más prioridad, el aspecto de manejo mismo del sistema (el aspecto no-estructural) .

La política de los programas deberá jerarquizarse en los términos de prevención, remediar y, por último, construir un nuevo proyecto.

La intensificación de la agricultura a través de un mejor manejo del agua no solamente es una política de positivo costo-efectivo, sino que también es una política éticamente conveniente.

#### 4. EL CENTRO INTERNACIONAL DE RIEGOS Y SUS PROGRAMAS DE ACCION.

El Centro Internacional de Riegos ha sido concebido en su creación como la herramienta que pueda ayudar a la solución de la problemática del riego en los países en desarrollo. En la fase inicial del Centro, su programa fue dirigido en forma particular a los países de Latinoamérica; Ésta es la razón del inicio de los programas del Centro en el idioma español. En la actualidad su servicio está dado en dos idiomas, español e inglés, y en el futuro inmediato se proyecta trabajar en francés y portugués. La actual cobertura internacional del Centro alcanza casi la totalidad de los países del mundo, incluyendo todos los continentes menos Australia.

#### Esquema operativo

Las acciones del Centro Internacional de Riegos (CIR) se traducen en las funciones de Investigación, Extensión Internacional, y Enseñanza. Sus líneas de investigación están comprometidas con los proyectos de carácter internacional del Departamento del Ingeniería Agrícola y Riegos de Utah State University, proyectos cooperativos interuniversitarios, consorcios de universidades en programas internacionales, y por último, con instituciones de apoyo y ayuda internacional. Unos ejemplos que se pueden citar son las investigaciones desarrolladas para AID (Agencia para el Desarrollo Internacional, de los Estados Unidos), los proyectos asociados a WMS I y II (Proyectos de Síntesis en Manejo de Agua del gobierno americano), e investigaciones desarrolladas bajo patrocinio de la Fundación Ford. Los trabajos de extensión internacional están vinculados a los labores de consultoría internacional que el personal del Centro efectúa en diferentes países del globo. Esta labor se desarrolla bajo patrocinio del AID y otras instituciones de ayuda y prestamos internacionales. El programa de enseñanza, por cuya acción el Centro está siendo conocido universalmente, lo hace a través de entrenamiento en programas cortos, medianos, y largos a ingenieros de casi todos los continentes. Los programas de entrenamiento del Centro se ajustan a los paquetes de transferencia de tecnología del AID, Banco Mundial, Instituto Internacional de Educación, fundaciones, corporaciones, compañías consultoras y gobiernos individuales en particular. Los programas de entrenamiento, dentro de los cuales los cursos internacionales son una componente, se ofrecen en los EE.UU. y en los países que lo requieran. Como un ejemplo de la flexibilidad del Centro en este renglón, a comienzo del próximo año se ofrecerá cursos en India y posiblemente en Bangladesh y Honduras.

### Naturaleza de la acción

Las líneas de investigación del Centro se encuentran definidos dentro de los marcos de investigación de acciones para diagnóstico; investigación de adaptación para estudiar factibilidad de transferencia de tecnología (validación/transferencia de opciones tecnológicas); e investigación aplicada en la generación de nuevos o modificados métodos que sean más adecuados en su utilización a la realidad de los países en desarrollo.

En la línea de entrenamiento internacional, la praxis del Centro está definido en el siguiente proverbio:

- Cuéntame,  
Me olvido.
- Muéstrame,  
Lo recuerdo.
- Comprométeme,  
Lo entiendo.

En este proverbio se resume la naturaleza pragmática del enfoque del Centro en su programa de enseñanza, y ésta representa una de las razones del porqué la gran mayoría de los cursos de entrenamiento del Centro tienen una fuerte y mayoritaria componente de campo, en donde el ingeniero aprende haciendo y viendo hacer.

Otro de los interesantes aspectos del Centro es el enfoque de naturaleza multidisciplinaria que le impone al planteamiento y a la solución de los problemas del manejo del agua. El tratamiento no solamente es en el estrecho campo de la ingeniería y agronomía, sino que también se incluyen los aspectos de economía, sociología, y antropología que tocan a la problemática del riego. Por ésto, participan en los cursos del Centro economistas, sociólogos, y antropólogos además de ingenieros y agrónomos de las más diversas tierras.

### Recursos de Personal e Institucional

Los programas del Centro Internacional de Riegos utilizan personal del Departamento de Ingeniería Agrícola y Riegos, además de profesores de otros departamentos de la universidad. Esto permite el enfoque multidisciplinario que es tan importante en la solución de la problemática del riego en países en desarrollo.

Al margen del personal académico y de investigación de la universidad, el Centro cuenta con profesionales de campo, tales como personal de compañías de servicio de riego, distritos de riego, y compañías consultores que participan en la parte práctica del entrenamiento. Casos como los anteriores incluyen técnicos de los estados de Colorado, California, y Arizona particularmente.

Cuando las circunstancias del curso lo exigen, el CIR tiene opciones de utilizar y ha utilizado frecuentemente profesores de las diversas universidades de los Estados Unidos. Ultimamente han contribuido como profesores personal de las Universidades de Estado de Colorado, Hawaii, Florida y otros. A esto último podemos agregar que además de profesores de las universidades de los EE.UU., el Centro Internacional ha utilizado y sigue utilizando con mucha profusión a profesores visitantes de otros países del mundo, dentro de los que obviamente se encuentran profesores latinoamericanos.

Al margen del esquema de personal, el CIR tiene ligazón internacional con otras instituciones de agua alrededor del mundo que le permite potencialmente desarrollar cursos con colaboración directa de estas instituciones. Casos como él que se menciona incluyen las ligazones con la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos de México (SARH), y el Instituto de Investigaciones Hidráulicas de India (WALMY).

### Programas en Desarrollo

Los programas en el área de investigación al presente están concentrados en la predicción, sobre la base de datos climáticos, del consumo de agua por los cultivos. Estos estudios se están realizando a nivel global, regional, y por países. Estos documentos tienen una trascendental importancia en los países involucrados por su valiosa contribución a la información de bases. Las contribuciones a la planificación en el uso de los recursos de agua y suelo y a la planificación regional son inmediatas. Otra area que se debe mencionar es la que corresponde al personal del Centro en las investigaciones del riego superficial. Adicionalmente a estas acciones se suma el esfuerzo que el Departamento de Ingeniería Agrícola y Riegos de Utah State University está haciendo en las diferentes áreas del manejo del agua, vale decir, investigaciones en programación del riego, investigaciones en nuevos métodos y sistemas de riego a nivel de finca, investigaciones sobre el manejo de agua en los sistemas de conducción y distribución de grandes proyectos, investigaciones en drenaje y salinidad, y diagnósticos y evaluación del manejo del agua de riego en diversas partes del mundo entre otros.

En el área de enseñanza, la mayor actividad está siendo dedicada a los cursos cortos e intensivos en el área no-estructural del riego. Los cursos que se mencionan tienen un claro sesgo en los siguientes aspectos: manejo en sus diferentes niveles; transferencia de tecnología; mecanismos de recuperación y conservación de aguas y suelo; aspectos económicos, institucionales y legales del agua del riego; y especialmente, la problemática multidisciplinaria del riego.

Dentro del marco comentado se tiene programado los siguientes cursos cortos para el próximo año:

#### Diseño de Sistemas de Drenaje y Control de Salinidad.

Los objetivos claves en este curso residen en: a) Concepción del drenaje como una parte integral del sistema total de manejo del agua y del suelo. b) Definición y aplicación de los criterios de drenaje en torno a su finalidad más que a las herramientas de solución (ecuaciones usadas). Combinación de lo analítico, lo empírico, y lo intuitivo, tendiendo con ésto a un proceso de optimización. c) Planteamiento de las bases para una evaluación económica de un proyecto de drenaje.

Este curso se desarrolla en una primera fase teórica en Logan, Utah, y luego continúa en su segunda fase puramente práctica en el Valle Central de California, y distritos de riego y drenaje del sur de California y suroeste de Arizona.

#### Procesación, Diseño, y Evaluación del Riego en la Finca.

Este curso es fundamentalmente sobre manejo de agua a nivel de finca. El contenido del curso trata el tema desde las exigencias de agua por los cultivos hasta los métodos de dosificación del agua. Dentro del contexto del mismo una fuerte componente de manejo se deriva del proceso de evaluación del sistema. El mecanismo interactivo de diseño-evaluación conduce a la optimización de los factores de diseño.

Este curso se desarrollará el próximo año en tres fases. La primera fase teórica tomará lugar en Logan, Utah. Luego continuará con la segunda fase en Fort Collins, Colorado, con objetivos de conocer el "estado del arte" en riegos (participando en el XII Congreso Internacional sobre Irrigación y Drenaje de la ICID), y con la última fase de carácter eminentemente práctico con base en el Valle del Río San Luis en Colorado, donde el diseño y evaluación se harán directamente en el campo.

### Función de Producción del Agua de Riego.

En este curso se analiza la dimensión económica del agua en la agricultura bajo riego como en la agricultura de temporal. Además se presentan enfoques que promueven la discusión sobre la problemática del precio del agua en diferentes medios socio-económicos. Fundamentalmente el contexto del curso presenta la forma de generación experimental de la función de producción, su análisis e interpretación, y en su última parte, la utilización de la función en el análisis económico, y financiero de un proyecto de riegos.

Este curso se desarrolla totalmente en Logan, Utah.

### Manejo, Experimentación, y Transferencia de la Técnica del Riego

Este curso tiene singular importancia para los ingenieros extensionistas en riego. La esencia del curso está en una visión global del manejo de agua en la finca y los mecanismos de transferencia de tecnologías al pequeño agricultor. El enfoque es eminentemente pragmático y de naturaleza multidisciplinaria.

Este curso se desarrolla principalmente en Logan, Utah, con salidas de campo que incluyen áreas de los estados de Idaho y Wyoming.

### Manejo y Conservación de Aguas y Suelos.

Las características en este curso están dadas en las finalidades claves de: a) Tratamiento teórico y práctico de los aspectos de conservación de aguas y suelo, y los métodos de manejo en uso. b) Demostración del rol e importancia de los recursos de agua y suelo en los sistemas de producción agrícola.

Este curso se desarrolla en dos fases: la primera de carácter teórico-práctico en Logan, Utah, y la segunda fase de carácter práctico en el área del estado de Arizona.

### Pozos, Bombas, y Bombeo para el Riego.

Este es una nueva adición dentro del programa de entrenamiento del CIR. La crisis energética en los últimos años ha exigido que demos una segunda mirada a alternativas de diseño y manejo de bombas para riego. Se ha demostrado que en la agricultura de riego la componente energética tiene un papel decisivo, en particular, cuando se trata de agua subterránea

para riego. Este curso se prevee que tenga una practicidad única, ya que será trabajado en cooperación con compañías productoras de bombas y compañías perforadoras, así como también compañías de servicio de riego.

Este curso tendrá dos fases: una sobre teoría hidráulica en Logan y la otra altamente práctica en la sede operativa de las compañías antes mencionadas, en el Valle del Río San Luis, Alamosa, Colorado.

### Operación y Manejo de Distritos de Riego.

Por tercer año consecutivo, este curso se dictará en cooperación con la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos de México, utilizando particularmente los distritos de riego del Noroeste Mexicano. Este curso tiene como objetivo presentar las diferentes variables físicas, técnicas, económicas, legales, políticas, sociales, e institucionales que rodean el complejo mecanismo de la administración de los distritos de riego.

Este curso se desarrolla en tres fases. La primera fase, del marco conceptual, se dicta en Logan, Utah. La segunda fase, de carácter práctico, se conduce en los distritos de riego del Noroeste Mexicano. La tercera fase, también práctico, se desarrolla en los distritos de riego del suroeste de Arizona y sur de California. El análisis básico en esta última parte del curso está orientado al sistema hidrológico del Río Colorado y los distritos que sirve.

Además, como se mencionó anteriormente, este año se dictarán cursos sobre Programación del Riego en India, y probablemente un curso sobre Función de Producción del Agua de Riego en Bangladesh, y un curso general de riegos en Honduras.

### Facilidades

El Centro Internacional de Riegos cuenta con todas las facilidades académicas y de investigación de los diferentes departamentos de Utah State University. Los departamentos más comprometidos son los de Ingeniería Agrícola y Riegos, Ciencias de Suelo y Meteorología, Economía Agrícola, y Sociología, entre otros. Además se cuenta con las facilidades del Utah Water Research Laboratory adyacente a la Universidad.

Para el dictado de los cursos, además de las facilidades del Edificio de Ingeniería, el CIR utiliza intensivamente en el nuevo Eccles Conference Center de la Universidad, donde se cuenta con

las más avanzadas instalaciones para conferencias y clases.

### Programas Especiales

Coherente con las funciones de enseñanza y transferencia de tecnología, el CIR se encuentra ~~en~~ embarcado en un intenso programa de producción de módulos audiovisuales para la enseñanza en los más variados niveles. Este programa contempla generar cintas de video que cubre el amplio rango desde capacitación campesina hasta una clase académica normal a nivel de postgrado. A propósito, uno de los módulos escogidos para ser presentado en esta reunión es el módulo en video del moderno sistema de riego por pulsaciones. Estos módulos han sido preparados con las más modernas técnicas de artes gráficas electrónicas que permiten apreciar vívidamente la representación gráfica de una expresión analítica o fórmula matemática que represente la dinámica de un fenómeno. La otra gran ventaja adicional se encuentra en la capacidad operativa de estos módulos en diferentes idiomas. Los módulos de video a presentarse en esta reunión están en inglés en la más moderna versión gráfica, y en español en el módulo de la primera generación de producción.

La capacidad de transferencia de conocimientos a través de estos módulos es de insospechada proyección.

De la misma manera y dentro del mismo marco de objetivos, el CIR está produciendo ayudas audiovisuales tradicionales con modernas e innovadoras ideas en la representación gráfica a través de diapositivas. Al respecto, un juego en su versión en inglés para el riego por aspersión se podrá apreciar en este congreso.

Para beneplácito de los ingenieros de habla española, el Centro ha puesto en marcha para el próximo año una masiva publicación de manuales sobre los más recientes aspectos del manejo del agua en español. Esperamos que con estas acciones el CIR pueda acortar y prácticamente eliminar el problema de la falta de literatura técnica en español de los más recientes avances en el manejo de agua.

### Proyecciones

Desde su fundación el CIR tuvo un sesgo hacia Latinoamérica, y es de esperarse que por algunos años esta situación se mantenga. Empezó con la idea de servir únicamente a Latinoamérica. Ahora se está volviendo definitivamente de carácter mundial. A pesar de que los programas a Latinoamérica se mantienen en un crecimiento permanente, los programas para otras partes del mundo, en particular India y el Sudeste Asiático, están creciendo en una magnitud mayor.



## 5. CONCLUSIONES.

La problemática latinoamericana en la utilización del agua para fines de riego es muy similar a la que se manifiesta en una buena mayoría de países en desarrollo alrededor del mundo.

Latinoamérica tiene mucho de su esfuerzo invertido en la agricultura bajo riego y por lo tanto está obligada ética- y moralmente a diagnosticar, prescribir, y curar las anomalías que le impiden lograr el máximo de los beneficios potenciales de estos proyectos.

A grandes rasgos el "síndrome de sesgo estructural", la ausencia de percepción del ambiente institucional, y la no consideración del agricultor como último operador del sistema, han contribuido en buena parte a la situación que se confronta.

La participación de una institución de carácter internacional especializada en el manejo del agua y problemas asociados con la agricultura irrigada se hace altamente necesaria para contribuir en forma científica, pragmática y multidisciplinaria en la confrontación de estos problemas.

El Centro Internacional de Riegos por la tradición técnica de los elementos que lo conforman, por su capacidad instalada, planes, programas y proyecciones, desea participar con las diferentes instituciones de agua de la región en un plan conjunto para el mejoramiento del riego en Latinoamérica.

## 6. REFERENCIAS.

- Bottrall, A. F. 1981. Comparative study of the management and organization of irrigation projects. World Bank Staff Working Paper No. 458. The World Bank: Washington, D.C.
- Bromley, D. W. 1982. Improving irrigated agriculture: Institutional reform and the small farmer. World Bank Staff Working Paper No. 531. The World Bank: Washington, D.C.
- Yap Salinas, L. H. 1983. Dimensión e impacto económico del manejo del agua. Capítulo VIII, Curso Internacional Sobre Función de Producción del Agua de Riego. Centro Internacional de Riegos, Utah State University: Logan, Utah. (Español e Inglés)
- Yap Salinas, L. H. 1983. Institucionalización de la Rama de Actividades No-Estructurales de Riego del INERHI, para Servicio del Pequeño Agricultor. Informe de consultoría al CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología) de Ecuador, bajo los auspicios del AID. Utah State University: Logan, Utah. (Espanol)
- Yap Salinas, L. H., y R. A. Lopes Brito. 1982. Impactos físicos prováveis e considerações sobre uma política de manejo para o projeto de irrigação do Baixo Açu. Papel presentado en el Primer Simposio Brasileiro sobre los Trópicos Semi-Aridos, Olinda, PE, Brasil. Informe de consultoría bajo los auspicios del Programa EMBRAPA/IICA/Banco Mundial.
- Yap Salinas, L. H., y R. A. Lopes Brito. 1982. Proposta para um plano de pesquisa aplicada em manejo de água e solo nas zonas semi-áridas do Rio Grande do Norte. EMPARN (Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte) Documento, No.3, Natal, Brasil. Informe de consultoría bajo los auspicios del Programa EMBRAPA/IICA/Banco Mundial.



**VII SEMINARIO  
LATINOAMERICANO  
DE IRRIGACION**

**SANTIAGO DE CHILE, 28 DE NOVIEMBRE  
AL 2 DE DICIEMBRE DE 1983**

**DOCUMENTO C-5**

**INFORME DE LA COMISION ECONOMICA PARA AMERICA LATINA (CEPAL)**

**"LA COMISION ECONOMICA PARA AMERICA LATINA Y LOS RECURSOS HIDRICOS"1/**

**Por: Ing. Michael Nelson(\*)**

---

**(\*) Director División de Recursos Naturales y Energía**

1/ Este documento fué elaborado por el Sr. Axel Dourojeanni, Jefe de la Unidad de Recursos Hídricos de la División de Recursos Naturales y Energía de la Comisión Económica para América Latina (CEPAL) para ser presentado al VI Seminario Latinoamericano de Irrigación. Las opiniones expresadas en este documento son de la exclusiva responsabilidad del autor y pueden no coincidir con las de la Organización



## INFORME DE LA COMISION ECONOMICA PARA AMERICA LATINA (CEPAL)

### I. Antecedentes y Bases Legales

Las actividades de la CEPAL en el campo de los Recursos Hídricos responden al mandato de los gobiernos de la Región, expresado a través del Comité Sesional del Agua que se reúne cada dos años durante las sesiones de la Comisión. - Concretamente, en el decimotercero período de sesiones de la CEPAL (La Paz, Abril de 1979), cuando se creó el Comité, los gobiernos recomendaron a la Secretaría la formación de una Unidad de Recursos Hídricos, como parte integrante de la - División de Recursos Naturales y Energía de la CEPAL, con sede central en Santiago de Chile, encomendándole la responsabilidad de promover la aplicación en América Latina del Plan de Acción de Mar del Plata aprobado por la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua.

Las funciones específicas del Comité del Agua incluyen las siguientes:

- a) Asumir el papel central a que se refiere el Plan de Acción de Mar del Plata, revisando los aspectos que le competen del trabajo realizado y planeado por los diversos programas sobre el agua que desarrollan en la región - el sistema de las Naciones Unidas y otras organizaciones internacionales.
- b) Promover y realizar investigaciones encauzadas a ampliar el conocimiento - actual sobre los recursos hídricos y sus posibilidades de aprovechamiento.
- c) Promover y realizar actividades de capacitación en temas relacionados con - los recursos hídricos (resolución 411 (XVIII)).

La tarea de la Unidad de Recursos hídricos, que está dotada de tres cargos profesionales a tiempo completo, un cargo de asesor regional y un cargo de asistente de investigación, es la de actuar como punto focal para las actividades de la Secretaría en relación con los recursos hídricos.

### II. Orientación de los trabajos de la Unidad de Recursos Hídricos

La Unidad de Recursos Hídricos ha orientado sus acciones en el siguiente - marco:

- Seguimiento del Plan de Acción de Mar del Plata: Esta actividad se efectúa principalmente a través de la determinación del grado de incorporación de las recomendaciones emanadas de dicho plan en los planes nacionales de ordenamiento o aprovechamiento de los recursos hídricos de los países de la región, basado en el hecho de que la elaboración de planes en el campo del agua, sean multisectoriales o sectoriales, constituye el paso inicial más importante para incorporar o materializar los acuerdos del Plan de Acción.
- Asistencia a los países en la aplicación del Plan de Acción de Mar del Plata: Esta actividad se realiza principalmente en los campos de la gestión, economía y ordenamiento de los recursos hídricos, dentro del contexto arriba mencionado, de acuerdo a solicitudes expresadas de los gobiernos. Esta asistencia se ofrece principalmente vía: el fomento de la cooperación horizontal entre instituciones y/o especialistas en el campo del agua en los países de la región; el cumplimiento de misiones de asesoramiento técnico específicas; la elaboración de estudios e investigaciones respondiendo a - solicitudes de los países; y la participación de la Unidad en seminarios, cursos, etc.

- Seguimiento de las actividades realizadas en el campo del agua por los diversos organismos internacionales: Esta actividad se realiza a través del Grupo Intersecretarial de Recursos Hídricos, cuya secretaría está en la Unidad de Recursos Hídricos de la CEPAL. Como parte de este trabajo de Secretaría, se lleva un registro de las actividades que realizan los organismos internacionales en el campo del agua en la región.

El trabajo de la Unidad de Recursos Hídricos está dirigido al logro de objetivos prácticos con especial referencia a asistir a los países en sus procesos de gestión, economía y ordenamiento para el uso múltiple del agua y se concreta en:

- a) Evaluación de la situación actual y perspectivas del aprovechamiento y conservación de los Recursos Hídricos en América Latina y el Caribe, tanto en los aspectos técnicos como administrativos.
- b) El desarrollo de marcos de referencia para analizar, orientar, racionalizar y facilitar el seguimiento y la aplicación de los acuerdos del Plan de Acción por parte de los países y de los organismos internacionales que actúan en la región.
- c) La ejecución de estudios aplicados y el desarrollo de guías operativas para la recopilación y difusión de alternativas de solución de los problemas vinculados al campo del agua, en particular, mediante el fomento de la elaboración de manuales y guías metodológicas que recojan experiencias de la región y el estudio de esferas potenciales de cooperación horizontal

A partir de 1981, la labor de la Secretaría se ha centrado en los siguientes actividades dentro de la esfera general de los recursos hídricos:

1. El examen de los progresos realizados en la región en la aplicación del Plan de Acción de Mar del Plata;
2. El apoyo a las actividades de la OPS/OMS y de los gobiernos en relación con el Decenio Internacional del Agua Potable y del Saneamiento Ambiental;
3. El examen y coordinación de los aspectos pertinentes de las actividades de los organismos internacionales de la región;
4. La identificación de esferas apropiadas de cooperación horizontal y fomento de dicha cooperación horizontal
5. El apoyo a las actividades de los gobiernos destinadas a mejorar la gestión de los recursos hídricos, incluida la incorporación de la dimensión ambiental.

La realización de estas actividades implica un tratamiento global, es decir que, una actividad puede abarcar simultáneamente varios puntos del programa por lo cual se considera más didáctico explicar el trabajo realizado en función de las actividades de evaluación de situaciones, diseño de marcos de referencia y estudios aplicados y guías operativas.

### III Resultados del Programa de Trabajo 1982-1983

#### A. Actividades realizadas con relación a la evaluación de la situación actual y perspectivas

- Evaluación de las demandas financieras para el Decenio Internacional del Agua Potable y del Saneamiento Ambiental en América Latina, 1981-1990, Na -

ciones Unidas, Santiago, Chile 1983.

Esta actividad responde a un mandato específico dado a la CEPAL para apoyar las actividades de la OPS/OMS y de los gobiernos en relación con el Decenio Internacional del Agua Potable y del Saneamiento Ambiental. Como uno de los resultados de este trabajo se presentan los requerimientos financieros en el cuadro 1.

— Manejo de cuencas y desarrollo de zonas altas en América Latina (documento E/CEPAL/L.253 de Octubre 1981).

Este trabajo evalúa la importancia del desarrollo de estas zonas en beneficio de los países de la región y concluye y recomienda, entre otros, fomentar la cooperación horizontal entre los encargados de la conducción de programas vinculados al desarrollo de cuencas altas habitadas, así como rescatar las experiencias positivas y publicarlas en forma de manuales que permitan una amplia difusión y aplicación de estos conocimientos.

Como parte de este trabajo se publicó, en el número 19 de la Revista de la CEPAL, correspondiente a Abril de 1983, el artículo "El poblador andino, el agua y el papel del Estado".

— Los recursos hídricos en América Latina y su utilización. (documento E/CEPAL/SES. 20/G.6, en preparación).

Este documento responde igualmente a un pedido de los gobiernos a informar cada cuatro años al Comité del Agua del período de sesiones de la CEPAL, sobre los progresos en la aplicación del Plan de Acción de Mar del Plata en América Latina. Este documento, a ser distribuido en 1984, incluye aspectos sobre oferta y demanda de los recursos hídricos; uso del agua y eficiencia; medio ambiente, salud y control de contaminación; política, planificación y gestión; conflictos naturales, especialmente inundaciones y sequías; educación y capacitación; y, cooperación regional e internacional.

Este trabajo constituye el único documento de esta naturaleza que se publica en América Latina.

— El estado del ordenamiento de los recursos hídricos en América Latina y el Caribe (documento en preparación).

Este trabajo constituye una tarea específica que aporta información principalmente al documento antes mencionado. El documento evalúa el avance de la aplicación del Plan de Acción de Mar del Plata en este campo. Incluye una clasificación de planes de ordenamiento, un marco de referencia para la formulación y clasificación de planes nacionales de ordenamiento de recursos hídricos; un estudio sobre la planificación, los recursos hídricos y el medio ambiente; un breve análisis de planes sectoriales a nivel geográfico de cuenca o de región; modelos matemáticos para la formulación de planes; y, un breve análisis de las perspectivas de la planificación de los recursos hídricos en América Latina y el Caribe.

#### B. Desarrollo de marcos referenciales de trabajo

— Marco referencial para el estudio del aprovechamiento del agua.

El aprovechamiento racional del agua y su conservación requiere la ejecución de una serie de actividades complejas. En ello intervienen variables re-

C u a d r o 1

America Latina : Inversion anual total estimada en agua potable y  
eliminacion de excretas, 1970 - 1977 y 1977 - 1990.  
( miles de dolares a precios de 1978 )

P a i s	1970 - 1977		1977 - 1990		Promedio anual 1977-90 como proporcion del Promedio anual 1970-77	
Argentina	77 983	- 85 813	187 815	- 445 477	2.19	- 2.41
Bolivia	4 133	- 9 553	30 015	- 162 869	7.26	- 17.05
Brasil	760 101	- 1 105 612	777 038	- 1 100 569	1.00	- 1.02
Colombia	107 689	- 149 116	218 977	- 280 861	1.47	- 1.88
Costa Rica	7 753	- 9 471	11 446	- 23 754	1.48	- 2.51
Cuba	53 820	- 54 242	83 461	- 132 585	1.55	- 2.44
Chile	44 565	- 68 838	72 662	- 131 431	1.63	- 1.91
Ecuador	20 802	- 29 660	75 338	- 159 138	3.62	- 5.37
El Salvador	6 229	- 6 970	41 031	- 67 838	6.59	- 9.73
Guatemala	14 683	- 20 213	27 600	- 92 461	1.88	- 4.92
Haiti	530	- 1 365	15 846	- 102 100	27.60	- 74.80
Honduras	10 675	- 11 019	20 838	- 46 792	1.95	- 4.25
Jamaica	6 305	- 9 163	13 223	- 26 946	2.10	- 2.94
Mexico	181 633	- 205 460	505 854	- 967 208	2.78	- 4.71
Nicaragua	10 986	- 11 132	19 046	- 34 769	1.74	- 3.12
Panama	9 113	- 14 126	12 869	- 19 615	1.32	- 1.39
Paraguay	7 612	- 7 910	17 085	- 55 831	2.24	- 7.06
Peru	58 149	- 84 811	100 992	- 268 623	1.74	- 3.17
Republica Dominicana	23 681	- 23 918	40 554	- 77 115	1.72	- 3.22
Uruguay	5 733	- 9 866	14 238	- 34 262	2.48	- 3.47
Venezuela	78 151	- 111 539	101 215	- 173 962	1.30	- 1.56
<b>T O T A L</b>	<b>1 904 458</b>	<b>- 1 915 755</b>	<b>2 771 623</b>	<b>- 4 719 385</b>	<b>1.45</b>	<b>- 2.46</b>

Nota : El rango se obtiene por la aplicacion de las estimaciones de 'costo de las nuevas conexiones' de la OPS y del BIRF.

Fuente : CEPAL, Agua Potable y Saneamiento Ambiental, 1981-1990. en Estudios e Informes de la CEPAL, numero 25, junio de 1983. (E/CEPAL/G.1238)



lativas a la oferta y demanda de agua en cantidad, tiempo y lugar; el espacio geográfico; los sectores usuarios; los horizontes de planificación, financiera, y en general, aspectos de política y gestión del recurso. Por este motivo, y a fin de facilitar la racionalización del tratamiento de estas variables en los estudios, ha sido proponer la utilización de marcos de referencia.

En los cuadros 2,3,4 y 5, se presenta un ejemplo de marco de referencia, explicado en detalle en el documento "La planificación para el desarrollo, aprovechamiento y manejo de los recursos hídricos" CEPAL, 1980 (documento CDA-24), y reproducido en la primera parte del documento "El agua y la expansión urbana en zonas áridas" (E/CEPAL/L.291), 1983.

— Marco referencial para la gestión ambiental, con relación a los grandes proyectos de aprovechamiento del agua.

Con el fin de proponer alternativas para mejorar los sistemas de gestión de los grandes proyectos de aprovechamiento de recursos hídricos, se establecieron bases referenciales con relación a:

- a) La relación agua-desarrollo-medio ambiente, y
- b) La relación entre la generación de un proyecto de aprovechamiento de recursos hídricos, el sistema natural intervenido y el sistema institucional participante en el área intervenida.

El primer punto se resume en el cuadro 6 que explica las orientaciones utilizables en los estudios de la relación agua-desarrollo-medio ambiente. En el se presentan las dos alternativas de orientación de estudios, complementarias entre sí: la primera considerando al medio ambiente como dependiente del desarrollo, y la segunda, al desarrollo como dependiente del medio ambiente.

El segundo punto se resume en el cuadro 7 que explica las relaciones entre la gerencia de un proyecto de recursos hídricos, el sistema intervenido y los sistemas institucionales. Este esquema metodológico incluye, además, un procedimiento para hacer estudios de casos para evaluar la eficiencia de la gerencia de los proyectos con relación a la gestión ambiental.

Ambas pautas metodológicas presentadas se desarrollan en detalle en el documento "La gestión ambiental y los grandes proyectos de aprovechamiento hídrico" (E/CEPAL/G.1203 de Julio de 1982).

— Marco referencial para el desarrollo y manejo de cuencas altas de América Latina y el Caribe.

A la fecha sólo se han establecido algunos criterios para la identificación de proyectos de desarrollo y manejo de cuencas de alta montaña, publicados en el artículo "El poblador andino, el agua y el papel del Estado" en el número 19 de la Revista de la CEPAL, correspondiente a Abril de 1.983.

— Marco referencial para la clasificación de actividades de los organismos internacionales.

La actividad sustantiva de mayor importancia llevada a cabo bajo la égida del Grupo Intersecretarial de Recursos Hídricos ha sido la creación de un sistema de información sobre actividades de los organismos internacionales en el campo de los recursos hídricos. Su finalidad principal es la de mejo-

Cuadro 2  
MARCO DE REFERENCIA

**A. - OBJETIVO**

Disponer permanentemente de agua en la cantidad, la calidad, el lugar y el tiempo precisos para satisfacer las demandas de consumo, producción y medio ambiente.

**B. - MEDIO GEO-SOCIO-ECONOMICO**

Cuenca o región hidrográfica que delimita el ámbito en el cual existe un equilibrio potencial entre la oferta y demanda de agua para satisfacer el objetivo.

**C. - RESTRICCIONES**

**Restricciones Físicas**

Físicas y Naturales	Para aumentar la oferta de agua, incrementar la eficiencia de uso o minimizar los problemas naturales y en general para satisfacer las demandas de agua.
---------------------	--

**Restricciones Socio-económicas**

Políticas y Legales	Para permitir ejecutar los planes en armonía con los intereses de la sociedad
---------------------	---

Económicas y financieras	Para asignar los recursos económicos y otros necesarios para ejecutar las acciones técnicas.
--------------------------	--

Sociales y Culturales	Para ejecutar, con conocimiento y participación, las acciones necesarias para alcanzar los objetivos.
-----------------------	---

Institucionales y Gerenciales	Para organizar y ejecutar las acciones en forma ordenada y racional
-------------------------------	---

**D. - SOLUCIONES**

Soluciones técnicas, de ingeniería o directas: para superar restricciones físicas y naturales ( ver cuadros 2 y 3 ).

Soluciones gerenciales o indirectas: para superar restricciones socio-económicas (ver cuadro 2)

- 7 -

C U A D R O 3

**Actividades Técnicas y Administrativas para el Desarrollo y Manejo de una Cuenca Hidrográfica con fines de gestión integral.**

Actividades de Acción Directa (Técnicas o físicas)	Actividades de Acción Indirecta (Político - administrativas)
<b>Evaluación de Recursos Físicos y Socio Económico</b> - Inventario - Estudios (preliminares, semi-detallados y detallados) - Evaluación - Diagnóstico	1.- Política 2.- Planificación
<b>Formulación de Proyectos</b> - Niveles de prefactibilidad factibilidad definitivos	3.- Financiamiento (fuentes y montos) 4.- Apoyo logístico 5.- Organización y racionalización
<b>Ejecución de Proyectos</b> - Construcción de infraestructura hidráulica - Incorporación de tierras (desarrollo físico de tierras) - Equipamiento del distrito de riego	6.- Legislación y reglamentación 7.- Tecnología 8.- Relaciones funcionales
<b>Operación y Mantenimiento de Estructuras</b> - Organización para la operación (estatal y privada) - Operación del distrito de riego y de la infraestructura mayor y menor - Mantenimiento de la infraestructura y obras auxiliares - Reparación de estructuras y equipos	9.- Servicios técnicos especializados 10.- Gestión de proyectos 11.- Otorgamientos de agua
<b>Manejo y Conservación de Recursos Naturales</b> - Ordenamiento para el uso de la cuenca - Manejo del agua y el suelo (nivel de parcela y de cuenca) - Protección y control de los recursos agua y suelo - Recuperación de tierras degradadas	12.- Administración 13.- Investigación 14.- Capacitación

Se refiere a la planificación para el Desarrollo, Aprovechamiento y Manejo de los Recursos Hídricos, documento CDA - 24, presentado al Curso sobre la Dimensión Ambiental en la Planificación de Desarrollo, organizado por el CIECA, el ILPES y la CEPAL, y realizado en Santiago de Chile entre el 20 de octubre y el 28 de noviembre de 1980.

Se refiere mayormente a recursos hídricos. En la práctica puede ser más integral incorporando: el manejo de la flora, la fauna, la energía y los recursos minerales.

C u a d r o 4

Secuencia de las actividades técnicas necesarias para el desarrollo y manejo de una cuenca o un área dentro de una cuenca.

Orden de la actividad	NOMBRE G E N E R I C O de la actividad	ACCIONES	QUE COMPRENDE	CADA ACTIVIDAD	RESULTANTE a/	
ACTIVIDADES PREVIAS	Evaluación de la cuenca (primera etapa)	Inventarios	Estudios (Reconocimiento semidetallado y/o detallado)	Evaluación de los recursos	Diagnostico para su aprovechamiento y conservación	Conocimiento de la situación actual y potencial
	Formulación de proyectos (segunda etapa)	Determinación de objetivos y metas	Ejecución de estudios específicos	Diseños y planes de ejecución	Análisis económico - financiero y presupuestación	Planificación de la situación futura
ACTIVIDADES INTERMEDIAS	Ejecución de proyectos (tercera etapa)	Construcción de campamentos y obras auxiliares	Construcción de la infraestructura mayor y menor	Equipamiento del proyecto	Incorporación y puesta en operación del sistema construido	Ejecución de las metas en el tiempo
ACTIVIDADES PERMANENTES	Operación y Mantenimiento de Estructuras (cuarta etapa)	Organización de los usuarios, del Estado, y/o de las empresas	Operación de los sistemas estructurales y auxiliares	Mantenimiento periódico de las estructuras y equipos en operación	Reparación de las estructuras y equipos auxiliares	Uso eficiente, en forma permanente, de la inversión física
ACTIVIDADES PERMANENTES	Manejo y Conservación de Recursos Naturales (quinta etapa)	Ordenamiento del uso de la cuenca según su capacidad	Manejo de los recursos agua, suelo, cultivos, pastos y bosques, fauna, minería, energía, etc.	Protección de los recursos contra efectos negativos	Recuperación o rehabilitación de zonas afectadas por mal uso o fenómenos naturales	Permanente calidad, cantidad y frecuencia de oferta de recursos de la cuenca o área de ordenamiento.

ente: 'La planificación para el desarrollo, aprovechamiento y manejo de los recursos hídricos', documento CDA - 24, presentado al Curso sobre la Dimensión Ambiental en la Planificación de Desarrollo, organizado por el CIECA, el ILPES y la CEPAL, y realizado en Santiago de Chile entre el 20 de octubre y el 28 de noviembre de 1980.

a/ La sumatoria de todas las resultantes es la obtención de agua y producción (agrícola, energética, etc.), de manera sostenida en el tiempo

**INTERACCION ENTRE LAS ACTIVIDADES REQUERIDAS PARA LA GESTION INTEGRAL DE LOS RECURSOS HIDRICOS.**

		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
ACTIVIDADES REQUERIDAS	Actividades politico-administrativas (indirectas)														
	Actividades tecnicas o fisicas (directas)	Política	Planificación Financiamiento	Apoyo logístico	Organización y racionalización	Legislación y reglamentación	Tecnología	Relaciones funcionales	Servicios técnicos especializados	Gestión de proyectos	Organismos de agua	Administración	Investigación	Capacitación	
TAREAS PREVIAS	(a) Evaluación de recursos hidricos y socioeconomicos														
TAREAS PREVIAS	(b) Formulacion de proyectos														
TAREAS INTERMEDIAS	(c) Ejecucion de proyectos							V							
TAREAS INTERMEDIAS	(d) Operacion y Mantenimiento de estructuras														
TAREAS DEFINITIVAS	(e) Manejo y Conservacion de los recursos														

Nota: 'La Planificación para el Desarrollo, Aprovechamiento y Manejo de los Recursos Hídricos', documento CDA - 24, presentado al Curso sobre la Dimensión Ambiental en la Planificación de Desarrollo, organizado por el CIECA, el ILPES y la CEPAL, y realizado en Santiago de Chile entre el 20 de octubre y el 28 de noviembre de 1980.

Nota: El presente cuadro presenta gráficamente la relación entre las actividades denominadas 'político-administrativas' con las actividades 'técnicas o físicas'. La clasificación de 'directas' o 'indirectas' es en relación a las metas; las actividades técnicas o físicas contribuyen directamente al alcance de las metas, en cambio, las actividades político-administrativas lo hacen en forma indirecta. La gestión para el desarrollo y manejo de

Cuadro 6

ORIENTACIONES UTILIZADAS EN EL ESTUDIO DE LAS RELACIONES ENTRE MEDIO AMBIENTE Y EL DESARROLLO

EL MEDIO AMBIENTE DEPENDIENTE DEL DESARROLLO

Condición : Fijar las características ambientales 'adecuadas' ( objetivo ), y, en función de estas, recomendar los 'estilos de desarrollo' que no las afectan. ( alternativas políticas para alcanzar el objetivo )

Respuestas :

Interrogantes :



- 1. ? Como el 'estilo de desarrollo' afecta al medio ambiente ? <----> P A S I V A S
- 2. ? Como debe modificarse el 'estilo de desarrollo' para no 'afectar' al medio ambiente ? <----> A C T I V A S

Actúa : Actúa sobre la demanda de recursos.

EL DESARROLLO DEPENDIENTE DEL MEDIO AMBIENTE

Condición : Fijar las características de desarrollo 'adecuadas' ( objetivo ), y, en función de estas, recomendar el modo de 'manejar' al medio ambiente. ( alternativas técnicas para alcanzar el objetivo )

Respuestas :

Interrogantes :



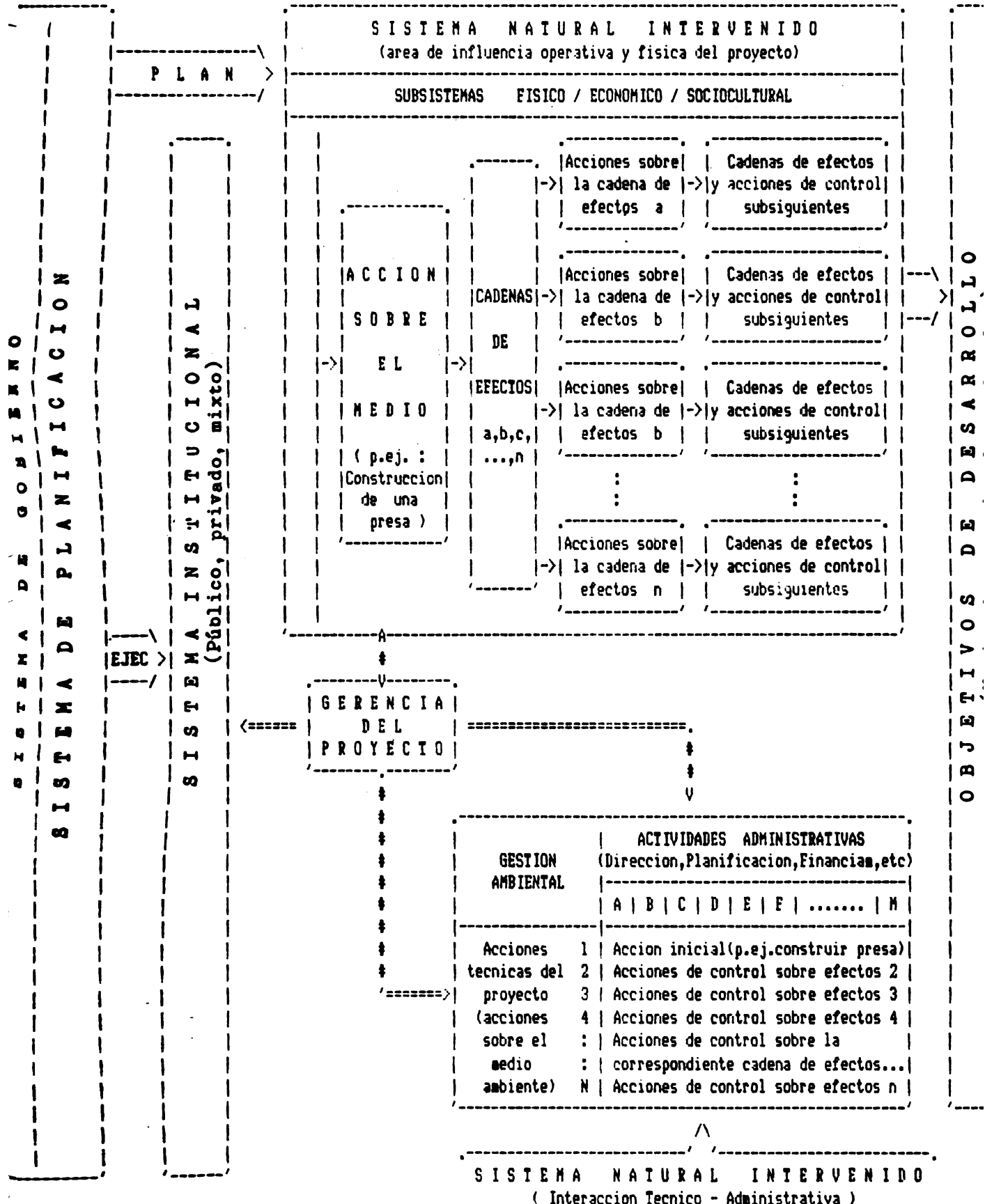
- 1. ? Como las técnicas de 'manejo del medio ambiente' afectan el desarrollo ? <----> P A S I V A S
- 2. ? Como 'manejar al medio ambiente' para alcanzar o mantener niveles deseados de desarrollo? <--> A C T I V A S

Actúa : Actúa sobre la oferta de recursos.

Autores : Axel Dourojeanni y Terence R. Lee, La gestión ambiental y los grandes proyectos de aprovechamiento de recursos

Cuadro 7

ESQUEMA SIMPLIFICADO QUE GRAFICA LAS RELACIONES DE LA GERENCIA DE UN PROYECTO DE GESTION AMBIENTAL CON EL SISTEMA NATURAL INTERVENIDO Y LOS SISTEMAS INSTITUCIONALES



rar la coordinación de las actividades realizadas por dichos organismos en el campo del agua en la región. (Documento E/CEPAL/L.243, de Abril de 1981).

Para obtener información relativa a las actividades de los organismos internacionales en el campo de los recursos hídricos en América Latina, se envió a cada uno de los organismos participantes en el Grupo Intersecretarial un formulario conteniendo dos encuestas.

La información solicitada en dichas encuestas, fue la siguiente:

- i) Las CARACTERISTICAS GENERALES DE ACCION DE LOS ORGANISMOS INTERNACIONALES en el campo del agua (Encuesta I) y
- ii) Las CARACTERISTICAS ESPECIFICAS DE LAS ACTIVIDADES O PROYECTOS DEL PROGRAMA de cada organismos (Encuesta II).

A continuación se muestran, como ejemplo, 3 de las 16 tabulaciones realizadas en base a la información así obtenida. (Cuadros 8, 9 y 10)

### C. Estudios aplicados y guías operativas

Una de las problemáticas que existen en América Latina y el Caribe para facilitar la cooperación horizontal con fines de desarrollo integral de los recursos hídricos es la falta de información sistematizada y publicada sobre las experiencias metodológicas desarrolladas en la región. Por este motivo, y como un aporte práctico de la CEPAL, principalmente para cumplir con el mandato de fomentar la cooperación horizontal en este campo, se tratará de viabilizar la elaboración de diferentes guías o manuales de procedimientos para ser puestos a disposición de los usuarios en los países. Para este fin se está trabajando en los siguientes documentos.

— Manual de desarrollo y manejo de cuencas altas de América Latina y el Caribe.

La Unidad de Recursos Hídricos, en coordinación con el PNUMA/ROLA, ha elaborado el marco de referencia para la ejecución de un manual de desarrollo y manejo de cuencas altas, cuyos objetivos, alcances y estructura se presentan a continuación.

Objetivos del manual:

- a) Servir específicamente de guía operativa y referencial a los profesionales de mando medio y técnicos a cargo de programas de desarrollo y manejo de cuencas hidrográficas de alta montaña, para orientarlos en el desarrollo de actividades tanto físico-técnicas como político-administrativas, con el fin de aprovechar y manejar los recursos naturales renovables que se presentan en dichas regiones, teniendo debida consideración de los aspectos sociales, económicos y ambientales involucrados, y
- b) Servir, igualmente, de guía y documento de consulta y enseñanza a los técnicos encargados de la formulación de planes regionales y microregionales de desarrollo, a profesores universitarios, agropecuarios y extensionistas, y a jefes de proyectos y programas específicos (forestales, de riego y drenaje, agro-silvo-pastoriles, etc.), municipios, etc.

Alcance del Manual: El carácter del manual será a la vez integral, operativo, referencial, orientador y didáctico (ver cuadro 11).



REPARTAMENTO DE COOPERACION TECNICA para el DESARROLLO ICTD												
Fondo de las NACIONES UNIDAS para la INFANCIA UNICEF												
Programa de las NACIONES UNIDAS para el DESARROLLO PNUD												
NACIONES UNIDAS AGENCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA ATOMICA AIEA												
ORGANIZACION de las NACIONES UNIDAS para la EDUCACION, la CIENCIA y la CULTURA UNESCO (FRANCOFONIA)												
OFICINA REGIONAL de CIENCIA y TECNOLOGIA de la UNESCO KISTAC / UNESCO												
Organizacion Panamericana de LA SALUD OPS												
CENTRO PANAMERICANO de INVESTIGACION SANTARIA y CIENCIAS del AMBIENTE CEPIS / OPS / OMS												
BANCO MUNDIAL												
ORGANIZACION METEOROLOGICA MUNDIAL Oficina Regional : Asuncion, Paraguay OMM / WMO												

2/ En algunos casos los valores han sido estimados en base a respuestas parciales al cuestionario.





Cuadro 11

Plantilla Basica de Estructura y Operacion del Manual de Desarrollo y Manejo de Cuencas Altas

CAPITULO I		INDICE	CAPITULO VI		CAPITULO VII		CAPITULO VIII	
DISEÑO DE PLANES, PROGRAMAS Y PROYECTOS			DISEÑO Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DE DESARROLLO Y MANEJO DE CUENCAS ALTAS		ORGANIZACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE PROGRAMAS EN CUENCAS ALTAS		GUÍA DE ELEMENTOS AUXILIARES PARA EL DESARROLLO Y MANEJO DE CUENCAS ALTAS	
DIRECTOS								
CAPITULO II	Diagnostico de cuencas altas		2	4.3		6.3		1 - 2 - 4.3 - 6.3
CAPITULO III	Ordenamiento de cuencas altas		3	5		7.1		3 - 5 - 7.1
CAPITULO IV	Diseño y aplicación de practicas mecanico-estructurales		4.1	6.1		7.2		4.1 - 6.1 - 7.2
CAPITULO V	Diseño y aplicación de practicas bio-culturales		4.2	6.2		7.3		4.2 - 6.2 - 7.3

X → Y = LÍNEA DE OPERACION DEL MANUAL

OBJETIVO

**Estructura del manual:** Los capítulos que tendrá el manual son los siguientes:

- Capítulo I** - Guía para el diseño de planes, programas y proyectos de desarrollo y manejo de cuencas altas.
- Capítulo II** - Guía para el diagnóstico de cuencas altas.
- Capítulo III** - Guía para el ordenamiento de cuencas altas.
- Capítulo IV** - Guía para el diseño y aplicación de prácticas mecánico-estructurales de desarrollo y manejo de cuencas altas.
- Capítulo V** - Guía para el diseño y aplicación de prácticas bio-culturales de desarrollo y manejo de cuencas altas.
- Capítulo VI** - Guía para la selección de alternativas de desarrollo y manejo de cuencas altas.
- Capítulo VII** - Guía para la organización y administración de programas de desarrollo y manejo de cuencas altas.
- Capítulo VIII** - Guía de elementos auxiliares para el desarrollo y manejo de cuencas altas.

— Manual para el manejo y conservación de aguas en áreas rurales. (Contribución al Programa Regional Mayor de la UNESCO).

Cumpliendo con los acuerdos del Grupo Intersecretarial de Recursos Hídricos, la CEPAL colabora con la Oficina Regional de la UNESCO en el desarrollo del Proyecto Regional Mayor para la utilización y conservación de los recursos hídricos en áreas rurales de América Latina y el Caribe. En particular, la Unidad de Recursos hídricos de la CEPAL está apoyando la edición y redacción de un manual de manejo y conservación de aguas en áreas rurales, proyecto presentado por la Comisión Nacional de Programas Hidráulicos (CONAPHI) de Argentina y ejecutado en colaboración con el Centro de Producción Audiovisual para la Capacitación (CESPAC) de Lima, Perú (Proyecto PER/76/-003/FAO).

— Guía para la elaboración del programa de recursos hídricos del Estado de Piauí (Brasil).

La CEPAL, en apoyo al Instituto Latinoamericano de Planificación Económica y Social (ILPES), elaboró en 1983 un programa de trabajo en recursos hídricos para la Secretaría de Planeamiento del Estado de Piauí.

Se elaboró un documento denominado "Desarrollo de los recursos hídricos del Estado de Piauí. Lineamientos para un Plan", en el cual se presenta una estrategia de organización para el aprovechamiento de los recursos hídricos del Estado de Piauí.

Los puntos que incluye este trabajo son:

- Capítulo I** El agua y el desarrollo del Estado de Piauí.
- Capítulo II** El aprovechamiento racional de los recursos agua y suelo en el Estado.
- Capítulo III** Diagnóstico, pronóstico y recomendaciones.
- Capítulo IV** Estrategias de acción para las áreas a ser desarrolladas dentro del contexto de base agropecuaria.

- Capítulo V Componentes del programa de recursos hídricos en el Estado de Piauí.
- Capítulo VI Componentes de otros programas para alcanzar el desarrollo integral del medio rural en el Estado de Piauí.
- Referencias Bibliográficas.

#### IV Programa de Trabajo 1984 - 1985

Durante el bienio 1984-1985 se continuará poniendo énfasis en el seguimiento de la aplicación del Plan de Acción de Mar del Plata y en el fomento de la cooperación horizontal en los campos de gestión, economía y ordenamiento de los recursos hídricos, continuando las tareas iniciadas en el presente bienio.

Los proyectos específicos a realizarse son:

1. Participación en la organización de un taller de trabajo sobre estrategias para la gestión, planificación y economía de los recursos hídricos.

Este taller de trabajo se realizará a solicitud del Instituto Nacional de Planificación del Perú (INP) en Lima, el segundo semestre de 1984. El taller de trabajo será auspiciado por el BID con el apoyo de la CEPAL, y, en él, participarán expertos gubernamentales en el campo del agua.

2. Proyecto de cooperación horizontal para el mejoramiento de la gestión de proyectos en recursos hídricos.

Este proyecto se desarrollará en cumplimiento de los acuerdos del Seminario Regional sobre Gestión Ambiental y Grandes Obras Hidráulicas llevado a cabo en Concordia, Argentina, en Octubre de 1981 (E/CEPAL/L.262). Se sometió una propuesta de proyecto a consideración para obtener financiamiento externo a la República Federal de Alemania. El objetivo del proyecto es promover el intercambio de experiencias entre los países de América Latina en la gestión de sistemas de recursos hídricos para mejorar la operación y mantenimiento de estructuras hidráulicas y el manejo y conservación de los recursos naturales a nivel de grandes proyectos de uso múltiple del agua, de carácter nacional. Para alcanzar este objetivo se tiene planificado conocer la situación de estos proyectos; desarrollar un marco conceptual de trabajo; sugerir alternativas para el mejoramiento de éstas actividades y convocar a una reunión de expertos y responsables de la conducción de éstos proyectos con miras a facilitar la cooperación entre ellos.

3. Proyecto de ordenamiento y gestión de recursos hídricos en cuencas de alta montaña en América Latina.

Este proyecto responde al pedido de los gobiernos efectuado en Montevideo, Uruguay, durante el decimonoveno período de sesiones de la CEPAL. El objetivo del proyecto es analizar y fomentar la cooperación horizontal entre responsables de la conducción de programas de desarrollo de cuencas altas. Este proyecto ha sido presentado a consideración para obtener financiamiento extrapresupuestario al Gobierno de Italia.

Como actividades del proyecto se tienen:

- Identificación de programas en desarrollo de cuencas en América Latina,
- Desarrollo de un marco referencial de trabajo,
- Desarrollo de una guía metodológica para el ordenamiento y gestión de las cuencas de alta montaña,
- Convocación a una reunión de trabajo de expertos responsables de la conducción de dicho programa.

#### 4. Manual de desarrollo y manejo de cuencas altas de América Latina y el Caribe.

Respalda en el proyecto anterior, se continuará con ésta línea de trabajo iniciada en el bienio 1982-1983, en colaboración con el ROLA/PNUMA y otros organismos internacionales con actividades en este campo en América Latina y el Caribe. (OEA, JUNAC, FAO, etc).

#### 5. El aprovechamiento de los recursos hídricos en Centroamérica.

Con la participación directa de los gobiernos centroamericanos y de los organismos interregionales que se dedican a la planificación, gestión o uso productivo de los recursos hídricos, se preparará una serie de publicaciones técnicas sobre la planificación y ejecución de proyectos de aprovechamiento de los recursos hídricos de propósitos múltiples. Se pondrá énfasis en el aprovechamiento, y al abastecimiento de agua potable. Como primera medida, en este período se realizarán estudios especiales en dos cuencas seleccionadas. La intención es estudiar otras cuencas más adelante.

#### Otras actividades

Como parte de los trabajos encomendados por los gobiernos:

- a) Se elaborará un informe a ser presentado al Comité del Agua del vigésimo primer período de sesiones, sobre los avances en la aplicación del Plan de Acción de Mar del Plata.
- b) Se continuará fomentando el cumplimiento de las metas del Decenio Internacional del Agua Potable y del Saneamiento Ambiental.
- c) Se continuará llevando estadísticas sobre las actividades de los organismos internacionales en el campo de los recursos hídricos en América Latina

#### V. Modalidades de acción de la Unidad de Recursos Hídricos

La Unidad desarrolla sus actividades mediante las siguientes modalidades:

- i) Fomento de la cooperación horizontal: Esta actividad se desarrolla por medio de la convocatoria de reuniones de especialistas en temas afines y dando orientación para la creación de redes de cooperación. Además, la Unidad actúa de nexo entre los expertos o puntos focales de cada país manteniendo así los contactos entre ellos.
- ii) Otorgamiento de asesorías técnicas en las diferentes áreas de trabajo de la Unidad. Estas asesorías se materializan: en misiones por períodos que no superan usualmente un mes, en la elaboración de metodologías para trabajos específicos, y, en la asistencia para la contratación de consultores a solicitud de los gobiernos. También se incluyen en ésta actividad las misiones de emergencia que se ejecutan para asistir a los gobiernos en casos de inundaciones y sequías. Esta línea se trabaja en estrecha colaboración con el Instituto Latinoamericano de Planificación Económica y Social (ILPES).
- iii) Elaboración de estudios e investigación. Constituye la elaboración de documentos de trabajo a solicitud de los gobiernos, principalmente, sobre los campos de planificación, gestión y economía de recursos hídricos. Estos documentos de trabajo son usualmente el resultado de evaluaciones y análisis de información que se efectúan para reuniones, asesorías y cursos. Incluye también el resultado de análisis estadístico de información en el campo del agua.
- iv) Capacitación y difusión. La Unidad participa activamente en seminarios ,

cursos de capacitación y, en general, en el fomento del conocimiento del desarrollo, conservación y manejo del agua. Participa específicamente en los cursos del ILPES en materia de gestión ambiental y recursos hídricos así como en el dictado de cursos a solicitud de gobiernos.

v) Coordinación de actividades de los organismos internacionales en el campo del agua. La Unidad actúa como secretaria del Grupo Intersecretarial sobre Recursos Hídricos en América Latina. Esta Secretaría facilita la cooperación entre los organismos internacionales que trabajan en el campo del agua. Además se mantiene un registro de estas actividades para informar a los gobiernos. El grupo se reúne por lo menos una vez al año y coordina también sus actividades a nivel global.

#### Principales documentos publicados, 1981-1983

- (1) Istmo Centroamericano: Experiencias recientes sobre cooperación horizontal en materia de suministro de agua potable y saneamiento ambiental (E/CEPAL/L.256).
- (2) Cooperación horizontal en materia de suministro de agua potable y saneamiento ambiental en el Caribe (E/CEPAL/L.259).
- (3) Informe del Segundo Seminario Latinoamericano sobre Cooperación Horizontal para el Decenio Internacional del Agua Potable y del Saneamiento Ambiental (E/CEPAL/G.1199).
- (4) La gestión ambiental y los grandes proyectos de aprovechamiento de recursos hídricos (E/CEPAL/G.1203).
- (5) Coordinación de las actividades en el campo de los recursos hídricos en América Latina (E/CEPAL/SEM.6/L.3)
- (6) Informe del Grupo de Trabajo Intersecretarial sobre Recursos Hídricos en América Latina (E/CEPAL/G.1255).
- (7) El poblador andino, el agua y el papel del Estado. (artículo publicado en el número 19 de la Revista de la CEPAL).
- (8) Agua potable y saneamiento ambiental en América Latina, 1981-1990. (Estudios e Informes de la CEPAL N° 25).
- (9) El agua y la expansión urbana en zonas áridas (E/CEPAL/L.291).
- (10) Ordenamiento de recursos hídricos y modelos matemáticos en América Latina y el Caribe (E/CEPAL/R.344)
- (11) Progress in the application of the Mar del Plata Action Plan at the regional level (E/CEPAL/SES.20/G.3).
- (12) Progress towards achievement of the International Drinking Water Supply and Sanitation Decade (IDWSSD) 1980-1983 (E/CEPAL/SES.20/G.4)
- (13) The water resources of Latin America and their utilization. (E/CEPAL/SES.-20/g.6)
- (14) Manual de desarrollo y manejo de cuencas de alta montaña: Marco de referencia para su ejecución (E/CEPAL/R,238)
- (15) Manejo de cuencas y desarrollo de zonas altas en América Latina. (E/CEPAL/L.253).





**VII SEMINARIO  
LATINOAMERICANO  
DE IRRIGACION**

**SANTIAGO DE CHILE, 28 DE NOVIEMBRE  
AL 2 DE DICIEMBRE DE 1983**

**DOCUMENTO C-6**

**INFORME DEL INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA  
(IICA)**

**"EL INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA (IICA) Y  
EL DESARROLLO DE LA IRRIGACION EN LOS PAISES LATINOAMERICANOS Y DEL CARIBE"**

**Por: Ing. Civil Agustín Merea C. (\*)**



## INFORME DEL IICA

### EL INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA (IICA) Y EL DESARROLLO DE LA IRRIGACION EN LOS PAISES LATINOAMERICANOS Y DEL CARIBE

#### A. EL IICA

##### a. Generalidades

El IICA es el organismo especializado en agricultura del sistema interamericano. Fué establecido por los gobiernos americanos con los fines de estimular, promover y apoyar los esfuerzos de los Estados Miembros, para lograr su desarrollo agrícola y el bienestar de la población rural, al aumentar la producción y la productividad agrícolas, de manera que alcancen tasas ajustadas al crecimiento demográfico y al de los ingresos; la capacidad de generar empleo en el sector rural, de manera que éste guarde relación con el crecimiento de la población campesina activa; y la participación de la población rural en el proceso de desarrollo.

El Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, establecido en 1942, se reorganizó y pasó a denominarse Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, por Convención abierta a la Firma de los Estados Americanos en marzo de 1979 y que entró en vigencia en diciembre de 1980.

El IICA tiene su sede central en Costa Rica, donde se ubican sus máximas autoridades operativas, el Director y Subdirector General, contando con el apoyo de un cuerpo técnico-administrativo altamente calificado de supervisión de área, proyectos específicos, financiamiento, etc.

Además, el IICA mantiene oficinas permanentes en la mayoría de los países miembros, que se detallan a continuación:

Argentina, Barbados, Bolivia, Brasil, Canada, Colombia, Costa Rica, Chile, Dominica, Ecuador, El Salvador, Estados Unidos de América, Grenada, Guatemala, Guyana, Haití, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, St. Lucia, Suriname, Trinidad y Tobago, Uruguay y Venezuela.

Dichos países se distribuyen, para fines operativos, en cuatro Areas, a cargo cada una de un Director. Las mismas son las siguientes:

Area 1 - Central. Sede: Costa Rica; Países comprendidos: Costa Rica, El Salvador, Honduras, México, Nicaragua, Panamá y República Dominicana.

Area 2 - Caribe. Sede: Jamaica; Países comprendidos: Barbados, Dominica, Grenada, Guyana, Haití, Jamaica, St. Lucia, Suriname y Trinidad y Tobago.

Area 3 - Andina. Sede: Perú; Países comprendidos: Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela.

Area 4 - Sur. Sede: Uruguay; Países comprendidos: Argentina, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay.

El órgano superior del Instituto es la Junta Interamericana de Agricultura (JIA), integrada por representantes preferentemente vinculados al desarrollo agrícola y rural de cada uno de los Estados Miembros, designados en tal carácter por sus respectivos gobiernos. La JIA cuenta con un Comité Ejecutivo integrado por representantes de doce Estados Miembros, elegidos por un período de dos años, según criterios de rotación parcial y de equitativa distribución geográfica.

Además, los siguientes países observadores extra-continetales colaboran con las acciones del IICA:

Alemania, Austria, Bélgica, Corea, Egipto, España, Francia, Italia, Israel, Japón, Portugal y los Países Bajos.

#### b. Funciones Específicas

Para el logro de sus fines, el IICA tiene como funciones específicas las siguientes:

- Promover el fortalecimiento de las instituciones nacionales de enseñanza, investigación y desarrollo rural, para impulsar el avance y la difusión de la ciencia y la tecnología aplicadas al progreso rural;
- Formular y ejecutar planes, programas, proyectos y actividades de acuerdo con los requerimientos de los gobiernos de los Estados Miembros, para contribuir al logro de los objetivos de sus políticas y programas de desarrollo agrícola y bienestar rural;
- Establecer y mantener relaciones de cooperación y de coordinación con la Organización de los Estados Americanos y con otros organismos o programas, y con entidades gubernamentales y no gubernamentales que persigan objetivos similares, y
- Actuar como órgano de consulta, ejecución técnica y administración de programas y proyectos en el sector agrícola, mediante acuerdos con la Organización de los Estados Americanos, o con organismos y entidades nacionales, interamericanas o internacionales.

Para cumplir cabalmente con sus obligaciones, el IICA cuenta con un cuerpo técnico altamente calificado de aproximadamente 300 técnicos. El 85 por ciento de los técnicos del IICA tiene su sede en las oficinas del IICA en los países miembros; el 15 por ciento restante se encuentra en la sede central, desarrollando las labores directivas y administrativas de apoyo a las labores en el campo.

Los recursos económicos del Instituto provienen de cuotas anuales de los países miembros, de acuerdos, convenios, contratos con organizaciones internacionales; de aportes específicos de instituciones nacionales; convenios bilaterales y contribuciones y donativos de otras índoles.

La cooperación técnica que el IICA presta se fundamenta en los siguientes elementos principales: fortalecimiento institucional, acción a nivel de país, descentralización operativa y muy especialmente, cooperación técnica participativa y recíproca.

### c. Programas

De acuerdo a la Resolución Nº14, emitida por la Junta Interamericana de Agricultura el 28 de octubre de 1982, el IICA tiene en vigencia diez (10) programas que delimitan su área de acción, a saber:

1. Programas orientados a desarrollar los recursos humanos necesarios para el desarrollo agrícola y rural:

- Programa I : Educación agrícola formal.

2. Programas orientados al apoyo científico-tecnológico de los procesos productivos:

- Programa II : Apoyo a las instituciones nacionales de generación y transferencia de tecnología agropecuaria.

- Programa III : Conservación y manejo de recursos naturales renovables.

- Programa IV : Salud animal.

- Programa V : Sanidad vegetal.

3. Programas orientados a la solución de los problemas relacionados con el fomento de la producción y la comercialización de los sectores público y privado:

- Programa VI : Estímulo de la producción agropecuaria y forestal.

- Programa VII: Comercialización agrícola y agroindustria.

4. Programas orientados a fortalecer los esfuerzos de desarrollo rural que contemplen la promoción y participación del hombre como objeto y sujeto del desarrollo:

- Programa VIII: Desarrollo rural integral.

5. Programas diseñados para orientar y dar bases más sólidas a las políticas, programas y planes de gobiernos e instituciones, a través

de la información y racionalización del proceso de toma de decisiones y de su ejecución:

- Programa IX : Planificación y administración para el desarrollo agrícola y el bienestar rural.
- Programa X : Información para el desarrollo agrícola y el bienestar rural.

Como se detallará más adelante, las acciones del IICA en pro de apoyar el desarrollo de la irrigación en sus Estados Miembros están comprendidas, a partir de la vigencia de la Resolución de la JIA, ya mencionada, en su Programa III : Conservación y Manejo de Recursos Naturales Renovables.

## **B. PROGRAMAS DEL IICA EN APOYO DEL DESARROLLO DEL RIEGO Y DRENAJE EN LA REGION.**

### **a. Antecedentes.**

Sin un programa formal para el efecto, las primeras acciones del Instituto en aspectos relacionados con el riego y el drenaje se realizaron entre los años 1954 y 1966, orientándose fundamentalmente tanto al fortalecimiento de la enseñanza sobre la materia en las Universidades y Facultades de Agronomía como al dictado de cursos cortos de actualización en beneficio de profesionales y técnicos al servicio de diferentes instituciones nacionales. Dichas acciones fueron impulsadas por la Dirección Regional para la Zona Andina del IICA, con sede en Lima, Perú, con alguna colaboración del personal técnico del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), comprendiendo, en adición a los cinco países bajo su directa jurisdicción, a algunos de los países de las restantes zonas o áreas del IICA.

En enero de 1971, con la designación de un Coordinador-Especialista en Riego- con sede en la Oficina Nacional del IICA en la Argentina, se iniciaron formalmente las actividades del Programa de Riego en la Región Templada Suramericana que fuera aprobado por la Junta Directiva del IICA en su Novena Reunión Anual, realizada en Mar del Plata, Argentina, en abril de 1970. Los objetivos del mismo, enmarcados entre los correspondientes Programas Básicos vigentes en el Instituto en dicha época -Educación Agrícola, Investigación Agrícola y Desarrollo Rural y Reforma Agraria- se orientaban a apoyar técnicamente los esfuerzos de las instituciones nacionales responsables del desarrollo del riego en la Argentina, Brasil, Chile, Perú y Uruguay, con un amplio espectro interdisciplinario.

Durante su vigencia, entre los años 1971 y 1974, dicho Programa llegó a contar con un total de seis especialistas de carácter regular con sedes en la Argentina (1), Brasil (2), Chile (2) y Perú (1), desarrollando una serie de acciones tanto a nivel nacional como multinacional, las cuales, dentro de sus objetivos, fueron recomendadas y orientadas por una Comisión Asesora oficialmente integrada por ejecutivos de las instituciones nacionales mencionadas (2 por cada país).

Para este último efecto, dicha Comisión se reunía periódicamente en diferentes países, normando su funcionamiento por un reglamento ad-hoc.

El éxito alcanzado por el Programa de Riego mencionado, reflejado en la aceptación e interés por sus actividades de colaboración técnica de parte de los países bajo su jurisdicción, motivó que en 1974, a propuesta del Director General, la Junta Directiva del Instituto resolviera extender su ámbito de acción a nivel de todos los países miembros, ampliando sus objetivos, con la denominación de Programa de Conservación y Manejo de Tierras y Aguas.

Dicho Programa, que iniciara formalmente sus actividades a partir de 1975, tuvo vigencia hasta 1982, año en el cual, como ya se adelantara (Res. JIA N° 14), quedó incorporado al Programa III, Conservación y Manejo de Recursos Naturales Renovables, actualmente vigente.

b. Objetivos del Programa III del IICA, directamente relacionados con el desarrollo de la irrigación.

En la práctica, con alguna libertad, puede señalarse que los objetivos del Programa III del IICA, directamente relacionados con el desarrollo de la irrigación en sus Países Miembros son los mismos que tuviera el ex-Programa de Conservación y Manejo de Tierras y Aguas en dicha materia. Ellos son los siguientes:

1. Fortalecer las instituciones nacionales responsables de la definición, instrumentación y ejecución de políticas de riego. Para dicho fin, cooperará técnicamente, entre otros, en aspectos tales como:
  - 1.1 El estudio e instrumentación de mejores o nuevos tipos de organización institucional.
  - 1.2 La promoción de la coordinación de las instituciones responsables de las políticas de riego con las que tienen responsabilidades en aspectos que hacen al desarrollo integral del sector agrícola, tales como las vinculadas con la investigación, asistencia técnica, crédito, comercialización, reforma agraria, organización campesina, etc.
  - 1.3 La actualización de las disposiciones legales y reglamentarias tendientes a permitir que el uso de las tierras y aguas para riego se efectúe dentro del contexto socio-económico pertinente.
  - 1.4 El estudio de nuevas metodologías y técnicas que contribuyan a optimizar el uso de los recursos de tierra y aguas disponibles tanto en las áreas actualmente bajo riego como en las aptas para ello.

- 1.5 La aplicación de normas y criterios que faciliten alcanzar los objetivos sectoriales señalados para las áreas de riego en relación con el incremento de la producción y productividad, empleo de mano de obra y participación de los campesinos.
2. Cooperación técnica para el estudio, operación, mantenimiento y desarrollo de proyectos de riego. A este efecto se cooperará, entre otros, en aspectos tales como:
  - 2.1 Los estudios a diferentes niveles de gestión, de proyectos de riego, incluyendo los de hidrología; suelos; estructuras de regulación, captación, distribución, medición y control de las aguas de riego, defensa contra inundaciones y drenaje.
  - 2.2 La distribución de las aguas de riego en función de: requerimientos de los cultivos y clases de suelos, disponibilidad de recursos hídricos, eficiencias de conducción y aplicación del agua de riego, características de la infraestructura hidráulica, régimen de tenencia de la tierra, planificación agrícola nacional, etc.
  - 2.3 El mantenimiento de la infraestructura de riego, drenaje y defensa contra inundaciones en las condiciones de diseño originales, incluyendo su mejoramiento posterior, mediante la formulación de planes que en sus diferentes alternativas tengan en consideración la organización necesaria, el empleo de mano de obra, la selección, compra, operación y mantenimiento de equipos y los recursos financieros pertinentes.
  - 2.4 La organización de los usuarios de los proyectos de riego, con alternativas para su activa participación en el manejo y desarrollo de los mismos.
  - 2.5 El estudio y evaluación de métodos de riego, en función de suelos y cultivos, con énfasis en la sistematización y prácticas necesarias para una eficiente conservación y manejo de las tierras y aguas.
  - 2.6 La formulación de alternativas para la organización técnica - administrativa responsable de la administración, operación, mantenimiento y desarrollo de los proyectos de riego.
  - 2.7 El estudio de las modalidades apropiadas a los diferentes medios para el cobro a los usuarios tanto de los servicios que reciben por concepto de la administración, operación y mantenimiento de los proyectos de riego como para la recuperación de las inversiones públicas efectuadas en el estudio y construcción de las obras de infraestructura correspondiente.
3. Contribuir, en función de los diagnósticos institucionales, a la capacitación, a distintos niveles y con enfoque interdisciplinario, de los profesionales y técnicos que intervienen en el estudio,



administración, operación, mantenimiento y desarrollo de los proyectos de riego y drenaje, incluyendo a los usuarios de los mismos; y

4. Apoyar el intercambio de técnicos y acciones de capacitación recíproca entre los países con medios y problemas similares.

c. Estrategia del Programa III en relación con el desarrollo del riego.

Con apoyo en la estrategia general establecida para el programa III, puede reseñarse la referente directamente al desarrollo del riego y el drenaje de la manera siguiente:

1. Formulación, ejecución y evaluación de planes integrales de alcance multinacional y nacional que abarquen áreas o regiones con problemas similares en lo relacionado con el desarrollo del riego y el drenaje, cuyo tratamiento y solución es de interés común a los países.

2. Promoción de una estrecha vinculación y coordinación del programa con los organismos operativos o acuerdos existentes, paralelos a las principales regiones ecológicas homogéneas, tales como Pacto Andino, Comunidad del Caribe, Mercado Común Centroamericano y Cuenca del Plata, entre otros.

3. Apoyo a las instituciones responsables del estudio, construcción, manejo y desarrollo de proyectos de riego y drenaje en aspectos tales como:

3.1 La definición de políticas y actualización de disposiciones legales y reglamentarias sobre la materia.

3.2 Adecuación institucional para permitir mejores sistemas y mecanismos de planificación, ejecución y organización de los organismos responsables del desarrollo del riego y el drenaje.

3.3 Mejoramiento o creación de mecanismos de coordinación institucionales e intersectoriales entre los organismos que de una u otra manera están vinculados al desarrollo del riego y el drenaje.

3.4 Desarrollo de la capacidad para realizar inventarios y zonificación agroecológica de los recursos de tierras y aguas en especial, análisis y procesamiento de la información generada.

3.5 Capacitación y divulgación orientada hacia la participación organizada de los usuarios en los procesos relacionados con la implantación, manejo y desarrollo de los proyectos de riego y drenaje.

4. Apoyo a los centros de estudio e investigación en el desarrollo de técnicas y métodos de conservación y manejo de las tierras y aguas comprendidas en los proyectos de riego y drenaje.
5. Capacitación de profesionales y técnicos y adecuación de programas de estudio de instituciones de educación formal en materia de riego y drenaje.
6. Mejoramiento y desarrollo de mecanismos de información de técnicos y capacitación recíproca entre países con problemas comunes.
7. Aprovechamiento de los recursos técnicos y experiencias de otros programas del IICA, del CATIE y de otros organismos nacionales, regionales e internacionales.

#### RESUMEN DE LAS ACCIONES DE LOS PROGRAMAS DEL IICA ORIENTADOS AL DESARROLLO DE LA IRRIGACION

##### a. Generalidades

Las acciones del IICA en apoyo del desarrollo de la irrigación en la Región, limitándose al período comprendido entre 1971 - año de inicio formal del ex-Programa de Riego para la Región Templada Suramericana - y la fecha, han comprendido en la práctica, sea en forma directa o de apoyo complementario a otros Programas afines del Instituto, a la generalidad de sus Estados Miembros.

Dichas acciones de carácter nacional, regional y hemisférico han cubierto, en la práctica también, la generalidad de los objetivos asignados a los diferentes Programas que se han reseñado.

Como es norma en el IICA, las actividades mencionadas se han derivado de concertaciones tenidas con los organismos nacionales, regionales o internacionales involucrados en ellas y, en apreciable medida, se han apoyado en Convenios, Acuerdos o Contratos específicos celebrados entre dichos organismos y el IICA.

##### b. Acciones de Carácter Nacional

Como se adelantara, las acciones del IICA a nivel nacional, respondiendo siempre a satisfacer expresas solicitudes de los organismos nacionales y regionales responsables en sus países del desarrollo del riego y drenaje, se han apoyado mayoritariamente en la suscripción de Acuerdos, Convenios o Contratos específicos.

Como ejemplos de los Convenios, Acuerdos y Contratos celebrados, muchos de ellos en plena vigencia, pueden mencionarse, entre otros, los siguientes:

- En la Argentina, con la Sociedad del Estado Agua y Energía Eléctrica (A y E); la Corporación de Desarrollo del Valle Bonaerense del Río Colorado y Gobierno de la Provincia del Chaco.

- En Brasil, con los Ministerios del Interior (MINTER) y de Agricultura (MA); Superintendencia de Desarrollo del Nordeste (SUDENE); Secretaría Especial para la Región Sudeste (SERSE), Compañía de Desarrollo del Valle de San Francisco (CODEVASF); Departamento Nacional de Obras contra las Sequías (DNOCS); Gobiernos de los Estados de Río Grande do Norte, Bahía y Río Grande do Sul y Gobierno del Distrito Federal.
- En Bolivia, con el Ministerio de Asuntos Campesinos y Agricultura (MACA).
- En Colombia, con el Ministerio de Agricultura.
- En Costa Rica, con el Ministerio de Agricultura y Ganadería y el Servicio Nacional de Electricidad (SNE).
- En Chile, con la Comisión Nacional de Riego, Dirección de Riego y Servicio Agrícola Ganadero (SAG)
- En el Ecuador, con la Comisión de Estudio para el Desarrollo de la Cuenca del Guayas (CEDEOG).
- En Guatemala, con el Instituto Nacional de Transformación Agraria.
- En Haití, con el Organismo de Desarrollo del Valle del Artibonito.
- En Honduras, con la Dirección General de Recursos Hídricos.
- En Perú, con la Dirección General de Aguas.
- En República Dominicana, con el Instituto Nacional de Recursos Hídricos (INDRHI).
- En Uruguay, con los Ministerios de Agricultura y Pesca y de Obras Públicas; la Dirección de Uso y Manejo del Agua; Dirección de Suelos e Instituto Nacional de Colonización.
- En Venezuela, con la Dirección General Sectorial de Riego del Ministerio de Agricultura y Cría (MAC).

En adición a las actividades derivadas de los Acuerdos, Convenios o Contratos citados, se han desarrollado y vienen desarrollándose también acciones de cooperación técnica en materia de riego y drenaje integrantes de proyectos consignados en los Programas Operativos Anuales de las Oficinas del IICA en los países, exclusivamente en cargo a fondos regulares del Instituto, encuadrados en los respectivos planes operativos a nivel de país concertados con las Autoridades Nacionales, satisfaciendo siempre solicitudes específicas de las instituciones vinculadas al desarrollo de la irrigación.

El hecho de que la gran mayoría de los ejecutivos y técnicos que en representación de sus países participan en este VII Seminario Latinoamericano de Irrigación conozcan las acciones del Instituto tendientes a apoyar los esfuerzos de sus instituciones en pro del desarrollo de la irrigación, nos exime de brindar una relación pormenorizada de las mismas.

No obstante, con objetividad, puede señalarse que dichas acciones, con un amplio espectro interdisciplinario, han comprendido en la práctica todos los objetivos señalados a los diferentes programas o proyectos del IICA vinculados directamente con el desarrollo de la irrigación. Esto, a nivel de grandes, medianos y pequeños proyectos de riego y drenaje, con especial énfasis en lo que hace a su mejor administración, operación, conservación y desarrollo.

En apretado resumen, se atienden los siguientes campos:

- Formulación e instrumentación de políticas de irrigación
- Organización Institucional.
- Coordinación Interinstitucional e Intersectorial.
- Desarrollo de áreas bajo riego.
- Elaboración, implantación y desarrollo de pequeños y medianos proyectos de riego y drenaje.
- Evaluación de proyectos.
- Administración, operación y conservación de proyectos de riego y drenaje.
- Desarrollo físico de parcelas en las áreas irrigadas.
- Organización de productores en las áreas bajo riego.
- Investigación y transferencia de tecnología de riego y drenaje.

En lo que respecta a capacitación y adiestramiento en aspectos estrictamente relacionados con el desarrollo de la irrigación en la Región, puede consignarse que en el período de doce años mencionado se han brindado cursos y ciclos de adiestramiento en servicio, de enfoque eminentemente práctico y de duración variable a aproximadamente 4000 profesionales y técnicos de nuestros países y que, en lo referente a aspectos legales y reglamentarios, se ha prestado colaboración técnica para la actualización y/o complementación de leyes de fondo y reglamentos incidentes en el mejor desarrollo de la irrigación a varios de nuestros países, tales como la Argentina, Brasil, Costa Rica, Chile, Guatemala, Honduras, Panamá, República Dominicana y Uruguay.

### c. Acciones de Caracter Regional y Hemisférico

Como es norma de todos los programas del IICA, los relacionados directamente con el desarrollo de la irrigación, ya reseñados, comprenden también acciones de carácter regional -involucrando a varios países- y hemisféricos, abarcando prácticamente a todos sus Estados Miembros.

Entre las actividades de carácter regional merecen destacarse las que fueron iniciadas por el Programa de Riego para la Región Templada Suramericana, con apoyo en una Comisión Asesora conformada por dos

representantes de alto nivel de instituciones nacionales responsables en la Argentina, Brasil, Chile, Perú, Paraguay y Uruguay de la conservación y manejo de tierra y aguas.

Dicha comisión asesora, con reuniones periódicas cada dos años, con sedes alternativas en cada uno de los países involucrados y vigencia entre los años 1971 y 1980, tuvo entre sus funciones las siguientes: permitir el intercambio y capitalización de experiencias, al mas alto nivel, en lo relacionado con la solución de problemas comunes; el recomendar y evaluar las acciones del IICA que estimaban de interés común; el solicitar y discutir informes específicos de técnicos del IICA sobre la problemática común y facilitar las acciones de cooperación horizontal, con el apoyo y coordinación del Instituto.

Entre los productos de la Comisión Asesora mencionada cabe destacar, entre otros: acciones de intercambio de técnicos y capacitación recíproca que comprendieron a 250 ejecutivos y técnicos de los países representados en la misma y de fuera de ellos; la presentación y análisis de una serie de Informes y Trabajos Técnicos formulados por ejecutivos y técnicos de los países; la preparación, presentación y discusión por parte de técnicos del IICA, de estudios comparativos y conclusiones sobre el tratamiento dado en los países representados a problemas comunes tales como régimen de tarifas a los usuarios por los servicios de administración, operación y conservación de los proyectos de riego y drenaje; participación organizada de los usuarios en el manejo y desarrollo de los proyectos; recuperación de las inversiones de fondos públicos en proyectos de riego y drenaje; modalidades de distribución de las aguas de riego; líneas de acción para favorecer el desarrollo de los proyectos de riego y drenaje etc. Todos los Informes, Trabajos y Estudios fueron consignados en Memorias o Informes Finales de las Reuniones de la Comisión Asesora, los que, impresos por el IICA, fueron distribuidos oportunamente entre las instituciones. y técnicos nacionales interesados.

Como producto también de las recomendaciones de la Comisión Asesora pueden citarse los referentes a haberse incluido como participantes en los diferentes cursos nacionales dictados por el IICA, a técnicos de otros países; que el IICA organizara y llevara a cabo con halagadores resultados una Primera Conferencia Regional sobre Conservación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (Santiago, Chile, 1977), con participación de cerca de 100 ejecutivos y técnicos de los cinco países representados en la Comisión Asesora y que el IICA iniciara, con carácter Hemisférico, los Seminarios Latinoamericanos sobre Riego por Goteo de los cuales se da cuenta detallada a continuación.

En cumplimiento a la recomendación específica recibida de la Comisión Asesora mencionada, el IICA procedió a organizar y llevar a cabo la realización de Seminarios Latinoamericanos sobre Riego por Goteo, con el objetivo, entre otros, de reforzar el conocimiento y análisis, con apoyo en la experiencia del país que les sirviera de sede y de otros países de la Región y de fuera de ella, de las ventajas y limitaciones del método como alternativa para impulsar el desarrollo agrícola bajo riego total o suplementario en zonas con limitaciones de agua y suelo en cantidad y calidad.

Dichos Seminarios, que contaron con el auspicio y colaboración de importantes instituciones nacionales vinculadas al desarrollo del riego en los países sede, han sido, en orden cronológico, los siguientes:

I Seminario: con sede en Mendoza, Argentina y fechas de realización entre los días 31 de marzo y 4 de abril de 1975. Participaron en el mismo 132 técnicos y especialistas en representación de nueve (9) países de la Región, Israel y organismos internacionales como OEA, FAO e IICA,

II Seminario: con sede en el Estado de Coahuila (CENAMAR-SARH) de México y fechas de realización entre el 20 y 26 de junio de 1977. Participaron 183 especialistas y técnicos en representación de diez (10) países de la Región, OEA e IICA,

III Seminario: con sede en Campinas, Estado de Sao Paulo, Brasil, se realizó entre los días 8 y 15 de octubre de 1979. Participaron 242 especialistas y técnicos en representación de diez (10) países de la Región, España, OEA e IICA; y

IV Seminario: con sede en Barquisimeto, Venezuela, se realizó entre los días 21 al 27 de junio de 1981. Participaron 193 especialistas y técnicos en representación de diecisiete (17) países de la Región, España, Israel, Estados Unidos, Japón, BID e IICA.

En resumen, en dichos Seminarios, realizados como actividades oficiales del IICA, participaron un total de 750 especialistas y técnicos, representando a 26 de sus 29 Estados Miembros; España; Israel; Japón; BID; FAO; OEA e IICA. En total se presentaron más de 140 trabajos e informes técnicos alusivos a la materia de los Seminarios. El detalle de los mismos, puede apreciarse en las respectivas Memorias e Informes Finales, publicados y distribuidos oportunamente por el IICA.

En la publicación del Instituto "El IICA y el Riego por Goteo en América Latina y el Caribe" (Serie Publicaciones Miscélanas Nº 329 ISSN - 0534 - 5391), de abril de 1982, se brinda una relación detallada sobre los antecedentes, objetivos, conclusiones y recomendaciones y trabajos de los cuatro (4) Seminarios realizados, así como también sobre la evolución de la aplicación del riego por goteo en nuestros países, (con un incremento promedio anual del área beneficiada con dicho método, a nivel de la América Latina y el Caribe, del 336%, entre 1975 y 1981); ventajas, problemas y limitaciones del método, etc.

El VII Seminario Latinoamericano de Irrigación que nos reúne, es un esfuerzo mas de caracter hemisférico del IICA. Su realización, que ha sido posible por la valiosa colaboración y auspicio de importantes instituciones chilenas, Gobierno de España y AID, fué recomendada al Instituto en el plenario del IV Seminario Latinoamericano sobre Riego por Goteo (Venezuela 1981).

Los antecedentes y objetivos de este certamen son bien conocidos por todos los ejecutivos, especialistas y técnicos que participan en el mismo en representación de dieciocho (18) de los Estados Miembros del Instituto, España, AID, BID, CEPAL, CIDIAT, Centro Internacional de Riego, FAO, UNESCO y el IICA. Su representatividad y alto nivel técnico en la materia del Seminario permite augurar que lograremos plenamente los objetivos del mismo.

Como término a esta breve reseña de las actividades hemisféricas del IICA en materia de irrigación, cabe consignar que se sigue prestando preferente atención a la cooperación horizontal entre los Estados Miembros, promoviendo, coordinando, apoyando y supervisando en la medida de nuestras posibilidades, una serie de actividades idóneas para el efecto.

- d. Vinculación del IICA con otros Organismos del Sistema Mundial y Regional que colaboran técnica y/o financieramente al desarrollo de la irrigación en Latinoamérica y el Caribe.

De tiempo atrás, respondiendo a expresas recomendaciones de su Junta Directiva, el IICA viene realizando todos los esfuerzos a su alcance para coordinar y sumar acciones con los diferentes organismos del sistema mundial y regional con funciones afines en materia de apoyar el desarrollo agrícola y bienestar rural de sus Estados Miembros.

Refiriéndonos específicamente al campo del desarrollo de la irrigación cabe citar, entre otros, la coordinación de acciones con el CIDIAT en cursos de capacitación en Chile, Uruguay, Perú, Brasil y Venezuela; los Convenios suscritos con intervención del BID para ejecución de estudios y trabajos del interés de Bolivia (Identificación de Proyectos Específicos de Riego); Haití (Primera Etapa de la Rehabilitación del Area Bajo Riego del Valle del Artibonito) y Costa Rica (Distrito de Riego del Arenal y Estación Experimental Enrique Jimenez Nufiez); con FAO, en reuniones patrocinadas por dicho organismo para la Conservación y Manejo de la Cuenca del Plata; con UNESCO en lo relacionado con el "Proyecto Mayor Regional para la Utilización y Conservación de los Recursos Hídricos en las áreas rurales de la América Latina y el Caribe" de responsabilidad de dicho organismo y con el Banco Mundial, en relación con una propuesta para el Estudio de Operación y Seguridad del Embalse Valdesia del interés de la República Dominicana (INDRHI).

En relación con sus objetivos vinculados al desarrollo de la irrigación el IICA ha celebrado con la Universidad del Estado de Colorado (USA) un "Convenio General de Cooperación Técnica sobre Planificación y Manejo de Recursos Hidráulicos en América Latina y el Caribe", a favor del cual se han iniciado ya promisorias acciones conjuntas en desarrollo de aspectos específicos de los Convenios del IICA con el Instituto Nacional de Recursos Hídricos (INDRHI) de República Dominicana y con el Ministerio de Agricultura y Pesca del Uruguay, ya citados.

Cabe señalar también, que especialistas de los programas que nos ocupan vienen participando regularmente, en representación del IICA, en las diferentes reuniones de carácter mundial, hemisférico, regional y nacional donde se han tratado aspectos o problemas relacionados con el desarrollo de la irrigación, presentando trabajos sobre los mismos a nivel de la Región. Entre estas reuniones cabe citar la Conferencia Mundial sobre Derechos de Agua (España 1975); la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua (Argentina 1977); el Simposio Agua Siglo XXI de la UNESCO (España 1980); Congresos Latinoamericanos de Hidráulica; Seminarios Nacionales de Riego y Drenaje en la Argentina, Brasil, Chile y otros países; Conferencias Interamericanas de Agricultura; Simposio Internacional sobre "Modernas Orientaciones sobre los Problemas de Planificación y Administración de los Recursos Hídricos" (Ecuador 1983), Seminarios Latinoamericanos de Irrigación (Uruguay 1971 y el que nos reúne), entre otros.

**D. RECURSOS HUMANOS Y FINANCIEROS DEL IICA DIRECTAMENTE VINCULADOS A SUS ACCIONES DE APOYO AL DESARROLLO DE LA IRRIGACION EN LA REGION**

Directamente vinculados a sus acciones orientadas a apoyar el desarrollo de la irrigación en sus Estados Miembros, el IICA cuenta actualmente con veinte (20) especialistas internacionales que, con sede en diferentes países, conforman un equipo interdisciplinario que registra un adecuado balance en lo que respecta tanto a altos niveles académicos como a una larga y probada experiencia. Se cuenta también, en el caso del Brasil, con el apoyo de cuatro destacados especialistas nacionales con contratos de trabajo renovables.

Los especialistas a que se ha hecho mención se integran con ejecutivos y técnicos de las instituciones u organismos nacionales beneficiarios, conformando equipos de trabajo idóneos para el logro de los objetivos que se persiguen en cada caso. También, como es regla en el IICA, reciben el apoyo de especialistas asignados a otros Programas afines del Instituto, en aspectos específicos previamente coordinados.

Adicionalmente, cuando las circunstancias lo ameritan, se utilizan como consultores, por períodos variables, continuos o discontinuos, a destacados especialistas en diferentes disciplinas vinculadas a la irrigación, preferentemente de la Región.

En lo que respecta a recursos financieros para la acción que nos ocupa, el IICA cuenta con fondos tanto de sus recursos regulares o de cuotas y del Fondo Simón Bolívar como de recursos extracuotas.

Los recursos extracuotas, que exceden sensiblemente a los regulares, se derivan de los Acuerdos, Convenios y Contratos ya mencionados, con fondos directamente aportados por los países o por AID, BID y otras fuentes de financiamiento externo.



## COMENTARIOS FINALES

Como término a la información general brindada sobre las acciones del IICA en pro de estimular, promover y apoyar los esfuerzos de los Estados Miembros para lograr el desarrollo de la irrigación, puede señalarse con objetividad, que las mismas, en armonía con los objetivos que le fueran asignados por las diferentes Juntas Directivas del Instituto, los recursos técnicos y financieros de que se ha dispuesto y el mayor o menor grado de interés de los países, vienen contribuyendo en escala apreciable al mejor tratamiento de la problemática común o particular que en diferente medida conspira contra el mejor y más rápido desarrollo de la agricultura en áreas de la Región con facilidades de Riego y Drenaje o potencialmente aptas para ello.

No obstante lo anterior, adelantándonos al consenso que seguramente será fruto de las deliberaciones de los destacados ejecutivos, especialistas y técnicos participantes en el VII Seminario Latinoamericano de Irrigación, se tiene la plena convicción de que es mucho lo que resta por hacer para que nuestros países superen los diferentes problemas que, de una u otra manera, no permiten que su desarrollo agrícola bajo riego y drenaje alcance un nivel cónsono con el potencial de tierras y aguas de que se dispone y, lo que es más grave, contribuyen a que se agudicen día a día las carencias de nuestras crecientes poblaciones en materia de alimentos y fibras.

En armonía con lo expuesto en último término, el IICA, tratando de coordinar al máximo posible sus acciones con las que desarrollan otros organismos e instituciones del sistema mundial y regional de cooperación técnica o financiera vinculadas al desarrollo de la irrigación en los países latinoamericanos y del Caribe, no escatimará, en la medida de sus posibilidades, los esfuerzos que sean necesarios para contribuir a revertir la desfavorable situación puntualizada.





**VII SEMINARIO  
LATINOAMERICANO  
DE IRRIGACION**

**SANTIAGO DE CHILE, 28 DE NOVIEMBRE  
AL 2 DE DICIEMBRE DE 1983**

**DOCUMENTO C-7**

**RESUMEN DEL INFORME DE LA ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS  
PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION (FAO)**

**Por: Ing. Kazuki Takamiya(\*)**

---

**(\*)Oficial Regional de Desarrollo de Tierras y Aguas - FAO, Santiago, Chile**



**RESUMEN DE LA PRESENTACION**  
**DE LA ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA**  
**Y LA ALIMENTACION (FAO)**

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación fué creada por los Estados con la finalidad de elevar los niveles de nutrición y vida de los pueblos bajo su respectiva jurisdicción y mejorar el rendimiento de la producción y la eficiencia de la distribución de todos los alimentos y productos alimenticios y agrícolas. Desde el inicio de sus labores, con la ayuda de los países miembros y otras importantes agencias colegas, se ha tenido la permanente preocupación por mejorar las condiciones de la población rural y contribuir a la expansión de la economía mundial y a liberar del hambre a la humanidad.

Las acciones en relación con el desarrollo de tierras agrícolas mediante el uso de aguas fueron realizadas por la FAO como agencia ejecutiva, con diferentes formas de apoyo financiero tales como el Fondo Especial, EPTA (Programa Ampliado de Asistencia Técnica), PNUD, Programas Cooperativos de Gobierno y PCT (Programa de Cooperación Técnica) y del Fondo Ordinario de la propia Organización. La FAO ha cooperado con los países miembros de la Región Latinoamericana en la preparación de planes rectores, proyectos de factibilidad y de planes de emergencia en el desarrollo de tierras agrícolas; en asesoramiento en temas específicos en lo relativo a las infraestructuras, operación y manejo de sistemas de riego y drenaje, y otros aspectos tales como jurisdiccional, institucional y legal que involucran a la administración pública dentro del marco político del desarrollo de tierras agrícolas.

**PROGRAMAS ACTUALES Y FUTUROS - PROBLEMAS Y LIMITACIONES**

Los programas actuales tienen relación con los resultados al identificarse los problemas y limitaciones tanto en la situación en que estamos como en los temas técnicos. Se han identificado tres áreas prioritarias en el desarrollo de tierras agrícolas en la Región:

- a) Aprovechamiento del agua en las fincas
- b) Mejoramiento de sistemas de riego y drenaje existentes y,
- c) Rehabilitación de tierras bajas e inundables.

La cooperación en estos temas está siendo promovida por la FAO en distintas modalidades de operación, de acuerdo con las características de operación: con PNUD, PCT de la FAO o CIPD (Cooperación Técnica entre Países en Desarrollo), en caso de actividades multinacionales. Bajo la coyuntura en que se encuentra la Región Latinoamericana en este momento, no refiriéndose a la difícil condición financiera, sino a la madurez de muchos países de la Región donde existen suficientes capacidades para la cooperación mutua y donde hay una voluntad de aprovechar los recursos disponibles, las actividades de CIPD están dando buen resultado.

A través de las redes de cooperación técnica que promueve la Oficina Regional de la FAO para América Latina y en las que ya están colaborando otras Agencias se están agilizando las actividades en el intercambio de experiencias, la capacitación de técnicos "in situ" de proyectos en operación y la visita a proyectos en diferentes países. En relación con el tema de desarrollo de tierras agrícolas, la Oficina Regional de la FAO para América Latina está trabajando en este momento en las siguientes cuatro áreas temáticas:

- a) Desarrollo de tierras en trópico
- b) Rehabilitación de tierras montañosas con alta presión demográfica
- c) Habilitación de tierras bajas e inundables
- d) Desarrollo de tierras semiáridas Chaqueñas.

Las experiencias regionales de varios proyectos, han demostrado que aquellos orientados con énfasis infraestructural y con una menor consideración sobre el uso de agua, resultaron de poco éxito en el desarrollo agrícola.

Las principales razones fueron:

1. La operación del sistema de infraestructura de este tipo de proyectos no concuerda con el manejo del agua a nivel de fincas agrícolas.

2. Los proyectos de riego son de desarrollo agrícola, por lo tanto el éxito de ellos se puede evaluar una vez que los productos sean convertidos en términos monetarios, razón por la cual, tales proyectos son, a priori, de carácter multidisciplinario

3. Particularmente, por falta de consideración sobre mercadeo y planes de administración rural, gran número de proyectos no llegan a alcanzar los resultados esperados.

4. Problemas financieros en general de los países de la Región.

5. Alta inversión financiera que ha sido destinada a varios proyectos de riego, no está dando el retorno previsto (por las siguientes razones, incluyendo las dos razones antes mencionadas):

- Por una falta y dificultad en el manejo del sistema de riego y drenaje, tanto a nivel del sistema como en las fincas, causado por defectos en el diseño de proyectos, y/o en la capacidad del uso de agua, y por la no finalización de los proyectos al no disponer de capital suficiente.

6. Fuertes variaciones en el nivel de renta del pueblo que afecta:

- La debilidad de la fuerza laboral e intelectual y la capacidad de ahorro para invertir en el desarrollo socio-económico.

7. Inestabilidad de la producción agrícola causada tanto por el círculo vicioso en relación con el problema de precios agrícolas a nivel de finca y precios de los insumos, como por razones técnicas y ambientales naturales (ejemplo: semillas mejoradas, inundaciones, sequías y variaciones del clima).

Frente a todos estos problemas en el sector agrícola, los programas de desarrollo de tierras agrícolas en la Región Latinoamericana, pueden ser enfocados a:

a) Establecimiento de proyectos de demostración, que puede hacerse a través del mejoramiento de proyectos existentes o uno nuevo; ellos servirán en las actividades de CTPD tanto para la capacitación "in situ" utilizando proyectos en operación, como para la capacitación en preparación de nuevos proyectos de desarrollo.

b) Capacitación continuada de técnicos "in situ" en manejo de proyectos; y posiblemente,

c) Reexamen sobre la política en el desarrollo de tierras agrícolas y el rol de la administración pública en el desarrollo de tierras agrícolas, según la política de desarrollo de cada Estado, y sobre capacitación formal de los técnicos de diferentes niveles en este sector.

Han comenzado a realizarse en los temas arriba mencionados, actividades en el marco de la CTPD que utilizan las mejores capacidades de los países de la Región, tanto en servicios como en la capacidad técnica y financiera local disponible hasta ahora para este tipo de cooperación. Coincidiendo con este lineamiento la FAO dentro del programa de Naciones Unidas opera aproximadamente 9 proyectos de riego, con un monto total de 10 millones de dólares. Ellos son fundamentalmente la rehabilitación y mejora de sistemas de riego y la mejora de la producción agrícola bajo riego en condiciones de pequeña agricultura.

Al determinar la prioridad entre la factibilidad financiera y la económica de los proyectos, debido a la situación financiera en que se encuentran la mayoría de los países de la Región, deberíamos ser realistas y tomar en cuenta y aprovechar todo lo que tenemos a mano, tanto en recursos naturales, humanos, infraestructuras existentes, conocimientos y capitales disponibles.

En esa misma línea de pensamiento también las Agencias Internacionales encontraron nuevas fórmulas que nos permiten sumar nuestras capacidades con la finalidad de servir mejor a nuestros países miembros.







**VII SEMINARIO  
LATINOAMERICANO  
DE IRRIGACION**

**SANTIAGO DE CHILE, 28 DE NOVIEMBRE  
AL 2 DE DICIEMBRE DE 1983**

**DOCUMENTO C-8**

✓  
**RESUMEN DEL INFORME DE LA ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS  
PARA LA EDUCACION, LA CIENCIA Y LA CULTURA (UNESCO)**

✓  
**Por: Dr. Christian Gischler(\*)**

---

**(\*)Hidrólogo Regional - Oficina Regional de UNESCO para la América Latina y el  
Caribe - Uruguay**





**VII SEMINARIO  
LATINOAMERICANO  
DE IRRIGACION**

**SANTIAGO DE CHILE, 28 DE NOVIEMBRE  
AL 2 DE DICIEMBRE DE 1983**

**RESUMEN DE LA PRESENTACION  
DE LA OFICINA REGIONAL PARA LA CIENCIA Y TECNOLOGIA  
PARA AMERICA LATINA Y EL CARIBE  
(UNESCO)**

**(\*) Dr. Christiaan E. Gischler**

Agradezco a los organizadores de este evento por la posibilidad ofrecida para explicar que es el "Proyecto Mayor Regional para la Utilización y Conservación de los Recursos Hídricos en las Areas Rurales de América Latina y el Caribe", como este es el proyecto auspiciado por UNESCO Rostlac que tiene más relación con el tema de este seminario.

Este proyecto es uno de los tres proyectos de este tipo: en Africa, los países Arabes y América Latina normalmente llamado Proyecto Mayor Regional o P.R.M. que fue establecido en Marzo 1982 en Ciudad de México en la presencia de delegados de 14 países de la región.

El propósito de este proyecto es el de promover la revitalización de las áreas rurales a través de una integración de los principios de tecnología tradicional con la tecnología moderna de bajo costo y estimular la transferencia de estas tecnologías ayudando a organismos, universidades e investigadores latinoamericanos, los que muchas veces trabajan aisladamente sin tomar contacto con colegas de la región. En breve, el proyecto pretende estimular el desarrollo horizontal. Se concederá prioridad al desarrollo de las tecnologías que aprovechan plenamente las condiciones y las capacidades locales.

Como Unesco dispone de fondos muy modestos para este proyecto, su tarea se limita a promover tecnologías adecuadas a través de proyectos pilotos, si es posible en colaboración con comunidades rurales. Si estos proyectos pilotos de orientación directamente aprovechables para la comunidad rural han demostrado su utilidad, el P.R.M. prueba despertar el interés de organismos financieros más poderosos para continuar o amplificar los proyectos a una escala más grande.

Así se definieron en México 33 proyectos que recibieron el apoyo de una gran cantidad de países Latino Americanos de los cuales 16 están actualmente en ejecución y otros 5 para ser iniciados en 1984.

---

**(\*) Hidrólogo Regional de la Oficina Regional de UNESCO para la Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe y Coordinador del P.R.M.**

Los proyectos son distribuidos bajo 5 rubros:

- A. Manejo de Cuencas;
- B. Riego y Drenaje;
- C. Desarrollo Integral;
- D. Educación y Divulgación y
- E. Agua Potable y Saneamiento.

A continuación mostraré diapositivas de los proyectos que tienen más impact

- B<sub>1</sub> - Desarrollo de Métodos no convencionales de riego (potes de arcilla, cápsulas porosas); un proyecto presentado por Brasil anteriormente apoyado por IICA.
- A<sub>3</sub> - Aprovechamiento de las nieblas costeras, camanchacas; proyecto presentado por Chile y Perú.
- A<sub>1</sub> - Sistemas de aprovechamiento de agua de lluvia a través de escurrimientos superficiales y recuperación de tierras erosionadas; presentado por México.
- D<sub>4</sub> - Redacción de libros para la enseñanza de riego en áreas rurales que se transformó en la "Redacción de un manual de manejo y conservación de aguas en áreas rurales", presentado por Argentina y ejecutado en colaboración con CEPAL y proyecto Per/76-003 FAO CESPAC en Lima o "Centro de producción Audiovisual para la Capacitación".
- E<sub>2</sub> - Utilización de Totora y de plantas acuáticas en la descontaminación de agua. Un proyecto presentado por Bolivia para el cual buscamos la colaboración de CEPIS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria).
- E<sub>3</sub> - Utilización de molinos de viento para bombeo de agua y en combinación con membranas de osmosis inverso de baja presión para desalinización; presentado por Argentina.
- C - "Desarrollo Integral" para el cual se han establecido proyectos específicos en 1. Sausalito en el Chaco Argentino; 2. en Guatemala; 3. en N E de Brasil en colaboración con EMBRATER (Servicio de extensión rural); 4. en el Estado Mexicano de Tlaxcala; 5. el llamado "modelo de la Paz", en el Altiplano (4.000 m.) y en los valles de Chuquisaca (2.000 m.) de Bolivia, y 6 el proyecto ya de 17 años de edad de Cajamarca en el Norte de Perú que recién se ha iniciado con los proyectos de desarrollo integral.

Hasta el momento Unesco ha invertido US\$ 210.000 en el P.R.M. en 1982 y 1983 US\$ 55.000 en reuniones regionales, US\$ 55.000 en viajes y viáticos de expertos para establecer contactos horizontales, publicaciones y divulgación de información todavía a una escala demasiado limitada y US\$ 100.000 en 19 diferentes proyectos individuales divididos sobre 10 países con contribuciones financieras, variando de US\$ 200 a US\$ 4.000.

## ***D. TEMAS TECNICOS***





**VII SEMINARIO  
LATINOAMERICANO  
DE IRRIGACION**

**SANTIAGO DE CHILE, 28 DE NOVIEMBRE  
AL 2 DE DICIEMBRE DE 1983**

**DOCUMENTO D-1**

**"ASPECTOS LEGALES, TECNICOS E INSTITUCIONALES VINCULADOS AL  
DESARROLLO DE LA IRRIGACION EN LA AMERICA LATINA Y EL CARIBE"**

Por: Ing. Civil Eugenio Lobo Parga(\*)

---

(\*) Director General de Aguas - Ministerio de Obras Públicas - Chile.





ASPECTOS LEGALES, TÉCNICOS E INSTITUCIONALES  
VINCULADOS AL DESARROLLO DE LAS ÁREAS REGADAS EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

EUGENIO LOBO PARGA.

A. - INTRODUCCION:

1.- Reseña Histórica General del Derecho de Aguas.

El agua ha sido un elemento decisivo en el desarrollo de la civilización al obligar a los hombres a agruparse, con lo cual empezó el fecundo cambio de ideas que permitió el desarrollo cultural. En efecto, las primeras culturas nacieron en países desérticos en los cuales la vida sólo era posible al lado de una fuente de agua; esto fijaba ya un límite al deambular de los grupos familiares y al aumentar las posibilidades de encuentro, surgió la necesidad de comunicarse y de ahí el intercambio de conocimientos. Así en Babilonia y en Egipto, el agua fue el elemento que aglutinó a esos grupos humanos.

Lo mismo sigue sucediendo con la agricultura de riego, ese tipo de agricultura permite un trabajo intensivo y estable, condiciones que a su vez facilita el intercambio de ideas y permite el progreso cultural. Los ejemplos son múltiples: el desarrollo cultural del Mediterráneo, el florecimiento de la cultura hispano-árabe, en nuestra América, el desarrollo de la cultura incásica, están ligados a núcleos densamente poblados debido a una agricultura de riego; en cambio, los pueblos de pastores no han desarrollado culturas propias y su aporte ha sido servir de medio de comunicación entre culturas.

Pero también este efecto aglutinador de grupos humanos del agua tiene una contrapartida que es la competencia por el uso de ese elemento cuando es escaso, lo que trae inevitables conflictos que el hombre debió afrontar, primero seguramente en forma de lucha abierta hasta que se hizo evidente que para la supervivencia del grupo era necesario llegar a un acuerdo para proceder al justo reparto del recurso esto inicialmente en base a una administración autoritaria - para ir derivando paulatinamente a una situación de derecho.

En las regiones lluviosas no apareció esa necesidad de competir por el recurso agua debido a su abundancia, pero también la civilización, de aparición mucho más tardía que en las regiones desérticas, estuvo ligada al aprovechamiento del agua. En efecto, en esas regiones la abundancia de bosques y pantanos hacía difícil la comunicación terrestre y sólo entre los grupos humanos establecidos a orilla de ríos o lagos existía la posibilidad de intercambiar ideas y de progresar culturalmente. Estos grupos, aprovechando su ubicación, dieron origen a la actividad comercial y lograron también desarrollar culturas con características muy particulares.

En este segundo tipo de cultura, la competencia surgió respecto a la ubicación en relación al curso de agua y a la libertad de tránsito, lo que también dio origen a una organización administrativa y posteriormente a un derecho propiamente tal.

En ambos casos, primero apareció la organización administrativa - que al ir solucionando conflictos fue creando un cierto tipo de jurisprudencia - que paulatinamente se fue concretando en reglamentos hasta dar origen a una legislación propiamente tal. Inicialmente esta legislación estuvo ligada a un determinado uso del agua para ir evolucionando hacia un enfoque más general hasta llegar a los Códigos de Agua en vigencia en varios países.

Hasta nuestros días han sobrevivido algunos ejemplos de organizaciones legales primitivas que permiten seguir la línea de evolución descrita anteriormente. Los Alcaldes de Agua de las comunidades incásicas, con su autoridad absoluta y respetada por la sola fuerza de la tradición sin que esa autoridad dependa del individuo que la ejerce, ilustra sobre el acuerdo que tuvieron - que adoptar las comunidades primitivas que dependían del agua para sobrevivir.

En una etapa más avanzada, el Tribunal de Aguas de Valencia, que ha funcionado ininterrumpidamente desde el año 960, mantiene el principio del manejo práctico del agua. Este Tribunal fue creado durante la ocupación islámica y adaptó a España la tradición de riego árabe. Está formado por labradores regantes del sistema de canales de la huerta valenciana, oye los cargos y descargos expuestos por los propios afectados y dictamina según su criterio haciendo cumplir de inmediato el dictamen.

En el otro extremo, es interesante hacer mención a la carta europea del agua, aprobada en 1968 y que es una declaración de principios muy general sobre lo que debe ser el manejo del agua, manteniéndose por sobre cada uno de los usos en particular. Vale la pena recordar algunos de sus artículos.

"Artículo 1. Sin agua no hay vida posible. Es un bien preciado indispensable a toda actividad humana."

"Artículo 2. Los recursos de agua dulce no son inagotables. Es indispensable preservarlos, controlarlos y si es posible, acrecentarlos."

Evidentemente, si los primeros ejemplos denotan su primitivismo al referirse a un solo uso del agua y en el predominio de la autoridad sobre el derecho permanente, el último, por su misma amplitud, aparece solo una buena declaración de principios que está muy distanciada de cualquier aplicación práctica.

## 2.- Características del Recurso Agua.

Las características muy especiales de este recurso determinan en gran forma las disposiciones legales que regulan su uso, de ahí que sea importante recordarlas brevemente. (1) Es un recurso vital y escaso, esto es, sin agua no hay vida y las cantidades del elemento de que se puede disponer en determinado lugar y tiempo, pueden ser inferiores a las necesidades. Esto lo contrapone al aire, otro recurso vital pero, que hasta ahora, no puede considerarse escaso. En cualquier uso que se haga del agua, deberá primar esta consideración de recurso vital en el sentido de que ese uso no puede impedir el derecho que tienen otras personas a vivir o comprometer la existencia de otras actividades. (2) La disponibilidad en tiempo y lugar del recurso, está sujeta a probabilidades de escasez y nada se puede asegurar sobre su cantidad. Esta condición, que se denomina estocástica, hace que las normas que regulan la utilización del recurso se aparten bastante de las normas generales sobre concesiones. (3) La masa de agua existente es constante pero está en continuo movimiento y cambio de estado. Ya cae en forma de lluvia o nieve, ya escurre superficial o subterráneamente y asciende en forma de vapor desde los mares o a través de la transpiración de los seres vivos, conservando siempre su identidad de agua.

Es imposible ocuparse de un estado del agua independientemente - del ciclo hidrológico. (4) El valor del agua está ligado a su ubicación en tiempo y lugar y a su calidad. Además el agua puede ser usada sucesivamente y para fines muy diversos. La misma agua que produce energía en una turbina puede más abajo regar y haber sido utilizada entretanto como medio de transporte y para recolectar desperdicios en una ciudad. Todos estos usos también determinan el valor del agua.

Por su condición de recurso vital, hay circunstancias en que no se puede negar el uso del agua, por ejemplo para la bebida de hombres y animales, pero es difícil delimitar esos usos, que a nadie se le ocurriría impedir, para que no se presten a abusos.

La posibilidad de usos sucesivos del agua también obliga a regular el orden en que se utiliza el recurso para asegurar la adecuada calidad de cada uso.

Sin duda que estas características pesan distinto según sea la climatología de la región y cada legislación las toma en cuenta también con distinta importancia, pero cada una de esas características deben estar consideradas en la legislación de aguas y le imprimen su carácter especial.

### 3.- Fundamentos de las Leyes de Agua.

Aunque casi todas las leyes de agua indican que la propiedad de ésta pertenece a la Nación, en la naturaleza del derecho de aprovechamiento se distinguen dos grandes grupos: Uno que consagra un derecho real de propiedad sobre el aprovechamiento del agua, sujeto a limitaciones pero que define un dominio privado sobre el recurso y otro en que sólo se concede el derecho a usarla para los fines y en la forma que mejor asegure el bien común.

En la reglamentación de ambos tipos de derecho hay una amplia variedad de posibilidades, pero ya la definición del derecho, marca el tono de toda la legislación.

Otro concepto básico, es el tratamiento que se da al recurso, ya sea se le considere solo un insumo más de uso en diversas actividades o si se le considera como un recurso vital que amerita y necesita un tratamiento especial centrado en las condiciones propias del recurso y que mira a la preservación y mejor uso de él.

Evidentemente la primera posición llevará a que las normas sobre uso del agua se encuentren dispersas en las leyes que regulan las actividades en que ella se usa y así son tratadas en las leyes agrarias, sanitarias, de minas o de energía y en lo general se atienen a las disposiciones del Código Civil.

La segunda posición, por el contrario lleva a la dictación de una Ley de Aguas que se ocupa del recurso en forma independiente de cada sector usuario y al mismo tiempo lleva a la creación de una institucionalidad especial para el manejo del recurso.

### 4.- Legislación de Aguas en América Latina.

#### 4.1. Reseña Histórica.

Cuatro elementos se han combinado para definir la evolución de la legislación de aguas en América Latina:

La tradición local, en el caso de las culturas precolombinas mas desarrolladas.

La tradición propia del conquistador y la adaptación que de ella era posible esperar de acuerdo a la concordancia u oposición entre las condiciones climáticas del país receptor y el del agente civilizador.

La evolución General histórica de cada país con sus características institucionales.

Las necesidades locales definidas por sus condiciones climáticas y su desarrollo económico.

En aquellos países en que el núcleo indígena ya conocía el riego, se había formado un tipo de organización administrativa autóctona que se adaptaba muy bien a las condiciones locales y a las características humanas de los usuarios y que ha seguido, por lo tanto, vigente. Sin ser este elemento el mas importante, vale mencionarlo por su antigüedad.

Los territorios descubiertos en América se organizaron bajo las mismas normas jurídicas imperantes en las metrópolis, adaptándose a las circunstancias locales lo que dio origen al llamado Derecho de Indias. En materia de aguas se mantuvo la idea de que las aguas eran de propiedad de la Corona y que ésta concedía por "merced" el derecho de aprovecharlas; una situación muy similar a las "encomiendas" de tierra: Debido a la lejanía y al desconocimiento de las ordenanzas reales y los fueros que las comunidades habían obtenido en la metrópolis, estas encomiendas de tierras y de aguas fueron derivando hacia un derecho de propiedad cada vez mas particular hasta que después de la Independencia, al tomar forma las legislaciones particulares sobre agua, se dejó a un lado, aunque sin mencionarlo específicamente, la idea de que los montes, pasto y aguas eran de dominio de la Corona, o sea lo que en la actualidad se denominarían bienes del dominio público.

En lo organizativo se produjo una gran diferencia entre aquellos lugares cuyas condiciones climáticas eran similares a las de la península ibérica y los de condiciones muy diferentes. En los primeros, el conquistador no tuvo dificultad en trasplantar costumbres y usos que se arraigaron en esas tierras y aun sobreviven, en especial en lo relativo a la administración del agua por las comunidades de usuarios; en cambio en aquellos lugares en que las condiciones eran muy diferentes a las de Europa, estas costumbres no arraigaron y fueron siendo abandonadas hasta desaparecer, sin ser sustituidas por otro tipo de administración.

Las condiciones climáticas locales determinan la necesidad de uso del recurso y por lo tanto el interés en competir por apropiárselo cuando es escaso. Una ley debe estar destinada a solucionar una necesidad de la sociedad y las leyes que se estudian solo por razones de ejercicio intelectual o el interés de muy pocos, no tienen vida y envejecen sin haber demostrado si eran o no acertadas. En América esto es fácil comprobarlo: En las regiones desérticas, en que existe avidez por usar los escasos recursos hidráulicos, la legislación de aguas ha estado siempre en el foro y se le discute a todo nivel por lo que se ha ido perfilando con características propias. En cambio, en aquellos países en que la abundancia del recurso ha relegado el interés en su manejo a un pequeño número de especialistas, se han sucedido las leyes, sin que ninguna logre dejar una experiencia para considerar en el desarrollo futuro del tema hasta que el aumento en el uso del agua, la torne escasa.

#### 4.2. Criterios y Objetivos de las Leyes de Agua en América.

Cuando América inició su vida independiente, paulatinamente

fue formando una legislación propia. Código Napoleónico fue el modelo para debido a la formación de los autores del Estado de Derecho y les preocupó mucho la legislación con objeto desarrollista.

En razón del momento histórico mundial, el estudio de los respectivos Códigos Civiles y se dio máxima importancia a fijar las bases mucho menos el desarrollo económico o la legislación con objeto desarrollista.

Solo en este siglo aparecen las leyes de reforma agraria que de lleno entran en el campo socio-económico y se refieren al uso del agua como uno de los factores de desarrollo. En México, donde una de las banderas de la revolución había sido la reforma agraria y al mismo tiempo es un País con extensas zonas áridas, se unió el concepto de desarrollo agrícola con el uso del agua dentro de la legislación de reforma agraria. Esta postura influyó en muchos países y así se produjo un tipo de legislación en que las disposiciones que regulan el manejo del agua están dispersas dentro de las leyes agrarias y en algunos casos se indicó concretamente que las autoridades encargadas de la administración de los recursos hidráulicos tenían como principal objetivo, cooperar a la reforma agraria.

En los países en que la agricultura de riego había sido desarrollada por particulares y en que la infraestructura del riego había sido construída y explotada por los particulares, el criterio con que se abordó la legislación de aguas fue diferente. Por ser un recurso usado para actividades muy distintas y de gran importancia económica, frecuentemente la competencia por su aprovechamiento suscita conflictos, por lo tanto para evitar esos conflictos, era necesario dictar normas para resolverlos. En un principio bastó para eso con las disposiciones del Código Civil y a medida que la importancia del aprovechamiento del agua fue ameritando, se dictaron leyes especiales que siempre tuvieron como objetivo principal el evitar conflictos entre los usuarios del agua y dar normas para resolverlos cuando ya se habían producido.

La primera ley específica sobre riego dictada en Chile, fue la de Asociaciones de Canalistas de 1907.

Partiendo de esos dos objetivos extremos, la legislación ha ido evolucionando hacia un uso racional del recurso. En los países en que la legislación estuvo ligada a las leyes agrarias, se ha ido produciendo una especialización y agrupamiento de las disposiciones relativas al manejo del agua en textos legales separados, como es el caso de México con la Ley Federal de Aguas de 1972.

En los últimos tiempos se han definido también como objetivo la protección del medio ambiente. Diversas disposiciones destinadas a defender la calidad de las aguas se encuentran dispersas en toda la legislación, pero el planteamiento de la protección ambiental como objetivo, solo ha aparecido en los últimos años y no hay aun experiencias suficientes sobre el resultado de la legislación de ese tipo.

4.3. Relaciones entre los Usuarios del Agua.

La relación entre los usuarios del agua está influida por los factores indicados anteriormente y además por la política agraria de los respectivos gobiernos.

En efecto hay países en que la tradición prehispánica de riego, se conjugó con las costumbres traídas por el conquistador, consolidando un tipo de manejo del agua de riego en que la administración es ejercida directamente por los regantes; al ir tomando importancia otros usos del agua como los hidro-

léctricos, mineros, industriales, sanitarios, etc. en que los usuarios directos - no tienen ingerencia en el manejo de las obras de aprovechamiento, esos países - adaptaron su legislación a las nuevas condiciones pero mantuvieron la gestión - directa en manos de los regantes asegurando a los otros usos sus derechos mediante reglamentos especiales. Considerando que de acuerdo al informe regional de CEPAL sobre los recursos hidráulicos de América Latina en 1975 el 80 por ciento en volumen del total de los usos consuntivos del agua va a la agricultura de riego, se comprende ese tipo de relación.

En aquellos países en que la agricultura de riego tiene importancia relativa baja, no se ha formado una tradición capaz de aglutinar a los regantes y dar origen a una organización estable de ellos. Ahí, la Autoridad Ejecutiva ha debido abordar esa tarea y el manejo del agua quedó en manos de funcionarios de Instituciones del Estado.

En la actualidad, mas importancia que la relación entre los usuarios como personas, tiene la relación entre los sectores económicos que usan el agua. Ante la creciente escasez producida por el aumento de la demanda y el beneficio económico tan distinto que se puede obtener del uso del agua en cada sector, se plantea una competencia entre sectores que se ha tratado de resolver de diversos modos, ya sea dando a las Oficinas Nacionales de Planeación la autoridad para resolver en los mismos planes de desarrollo los conflictos que se puedan prever, o dando a la Autoridad de Aguas un poder muy amplio que abarque a todos los sectores usuarios o mediante un Consejo que puede ser asesor de la Autoridad o ser el propio Consejo la Autoridad máxima, con el correspondiente Secretario Ejecutivo.

#### 4.4. Aspectos Jurídicos de la Propiedad del Agua.

Este tema, fundamental como base del derecho de aguas, ha sido objeto de estudio de juristas de todos los países y el presente trabajo está muy lejos de pretender tener ese carácter. Ya nos referimos a la evolución histórica del concepto y solo podríamos agregar un panorama de las diversas definiciones que parecen en la legislación americana.

A pesar de las diferencias sobre la definición del derecho a usar el agua que se aprecia entre los países latinos que siguen los lineamientos del derecho romano y los países del Caribe de lengua inglesa que siguen la tradición anglosajona del derecho consuetudinario, todas las legislaciones contemplan la idea que la propiedad del agua pertenece a la Nación, por lo menos en lo que se refiere a las aguas de real significado económico, y que se concede solo el derecho a usarla. La forma en que esa idea se expresa es variada.

En Ecuador la Ley de aguas de 1972 en su artículo 2º declara bienes nacionales de uso público a todas las aguas y en su artículo 5º. define el derecho de aprovechamiento como una autorización administrativa para el uso de las aguas.

La Ley General de Aguas de 1969 de Perú dice en su artículo 1º. "Las aguas, sin excepción alguna son de propiedad del Estado y su dominio es inalienable e imprescriptible"

La Ley de Riego y Avenamiento de El Salvador de 1970 en su artículo 3º declara "Los recursos hidráulicos son bienes nacionales".

En Bolivia la propia Constitución de 1961, declara que las aguas lacustre, fluviales y termales son de dominio originario del Estado.

En Argentina no hay ley de aguas federal sino que cada provincia tiene su propia ley de aguas, pero en general en esta materia se atienden a lo que dice el Código Civil que clasifica las aguas en públicas y privadas y solo se autoriza el uso de las aguas públicas mediante concesión de la autoridad competente.

El Código de Aguas de Chile 1981, declara "Las aguas son bienes nacionales de uso público y se otorga a los particulares el derecho de aprovechamiento de ellas" y mas adelante "El derecho de aprovechamiento sobre las aguas es de dominio de su titular, quien podrá gozar y disponer de él en conformidad a la ley.

#### 4.5. Relaciones con la Planificación de Recursos.

En la legislación de América Latina no existe un ejemplo claro de la inclusión del agua dentro de una legislación general de recursos naturales, solo hay casos aislados en que se ha unido agua y bosque o agua y suelos pero sin que eso haya sido enfocado así con el afán de sistematizar una legislación para los recursos naturales sino mas bien por razones circunstanciales.

Otro aspecto es el reconocimiento de la existencia de planes nacionales de desarrollo que incluyen el uso de los recursos hidráulicos y las disposiciones legales que permitan llevar a cabo esos planes.

En esta materia, las antiguas leyes de agua al reglamentar la concesión de uso del recurso, incluían una lista de prioridades a las cuales debía ceñirse la autoridad cuando se establecía una competencia en el uso del agua; esto, en las leyes modernas se ha eliminado o por lo menos se ha simplificado dejando solo prioridad para uso sanitario y que en los demás casos, la autoridad de aguas, a su criterio, decide a quien concede el uso, con lo cual puede el Ejecutivo, por la vía administrativa, dar instrucciones para que en las concesiones la autoridad de aguas se atenga a los planes nacionales.

#### 4.6. Relación con las Leyes Agrarias.

Por ser la agricultura de riego la mayor usuaria de agua en volumen, frecuentemente la idea de uso de agua se asocia a esa actividad y por la misma razón ya las mas antiguas organizaciones para el manejo del agua estuvieron siempre ligadas a la agricultura.

En casi todas las leyes de aguas hay gran cantidad de disposiciones que por entrar en detalles mas propios de reglamentos, tienen que referirse a aspectos propios de la técnica agrícola.

En la Ley chilena de 1981, y en el proyecto de ley venezolano se ha tratado de centrar la ley en el buen manejo del agua misma, depurándolo al máximo de otras materias.

Si la autoridad de agua se ubica dentro del sector agrícola, necesariamente la legislación y los reglamentos tendrán fuerte tendencia a mezclar los conceptos de buen uso del agua y de desarrollo agrícola.

#### 4.7. Relaciones con la Defensa del Medio Ambiente.

En la mayor parte de la legislación, este tema es tratado en disposiciones que reglamentan las condiciones en que los usuarios deben devolver las aguas servidas a los cauces naturales o evitar la contaminación por afluentes industriales o mineros y con menor frecuencia, en disposiciones relativas a la adecuada protección de la cubierta vegetal de las cuencas hidrográficas.

No hay ejemplos de una sistematización de las disposiciones sobre esta materia contenidas en las leyes de agua y en otras leyes que puedan tratar el tema.

#### 4.8. Autoridades de Aguas.

En lo referente a criterios para designar las autoridades de agua tampoco hay uniformidad, ni para la dependencia o independencia respecto de los de cada sectores usuarios.

Las estructuras administrativas son diversas y se pueden dividir en dos grandes grupos según si se organiza con independencia de los sectores usuarios o se le hace depender de uno de esos sectores.

En algunos países se ha querido asegurar la independencia de los sectores usuarios haciéndola depender del Ministerio de Obras Públicas debido a que ese Ministerio está destinado a dar servicio y no se le puede clasificar en ninguno de los sectores económicos. Es el caso de Chile y Argentina y también de Brasil aunque en ese último país no hay una organización especial para el manejo del agua.

En otros países la Autoridad de Aguas depende del Ministerio de Agricultura, como es el caso de la Dirección General de Aguas de Perú o, como el caso de INERHI en Ecuador es una institución autónoma adscrita al ministerio de Recursos Naturales.

En general las autoridades de agua tienen como función principal la concesión y vigilancia del uso del recurso y el registro de derechos. Otras funciones que son un complemento indispensable para que esa autoridad pueda cumplir su labor, son ejecutadas en algunos casos directamente por ella, por delegación o en coordinación con otras instituciones; esto es válido para la hidrometría y la planificación del uso.

#### B. - CARACTERISTICAS DEL RECURSO AGUA SEGUN LA NATURALEZA DE SUS FUENTES.

Debido a la condición estocástica de los recursos de agua, el aprovechamiento de ellas depende de las probabilidades de contar con la cantidad de agua necesaria en el momento oportuno.

El valor del agua depende de la seguridad en su disponibilidad y de la distribución temporal, o régimen, de su escurrimiento.

Un curso de agua de escurrimiento discontinuo, difícilmente puede ser aprovechado sin la existencia de un elemento de regulación.



Los ríos de regímenes pluviales en los cuales los mayores caudales coinciden con la temporada de lluvias permiten aprovechamientos directos en riego limitados a sus estiajes en cambio los ríos de regímenes nivales y glaciares en que la escorrentía está ligada a la temperatura, las disponibilidades de agua siguen casi exactamente la curva de variación de las demandas de riego permitiendo así un aprovechamiento muy alto de los recursos en el sector agrícola. Evidentemente en otros usos que necesitan una disponibilidad casi constante a lo largo del año, como es el caso de los usos domésticos e industriales, ni los regímenes pluviales ni los nivales o glaciares son apropiados y deben buscar fuentes de disponibilidades constantes.

Entre las fuentes naturales, pueden considerarse de caudal constantes las que provienen de vertientes o afloramientos de aguas subterráneas, debido a la bajísima velocidad del escurrimiento en los medios semipermeables.

Si el régimen natural de los recursos no es apropiado a los requerimientos del uso, es necesario disponer de elementos regulares, como son los embalses, o alumbrar aguas subterráneas si existen acuíferos que puedan proporcionar el recurso.

Un caso muy especial de fuente, lo constituye el reuso de aguas de drenajes de áreas de riego o de alcantarillado en las cuales su régimen de escurrimiento sigue con un cierto desfase al uso principal.

Cada una de estos tipos de fuente del recurso, permiten modalidades de uso que a su vez han determinado el desarrollo histórico del regadío y de su organización institucional.

## C.- EL APROVECHAMIENTO EN RIEGO DEL AGUA SEGUN SU FUENTE.

### 1.- Ríos sin Regulación.

En las fuentes de regímenes nivo-glaciares y en las constantes, el aprovechamiento en el riego puede ser directo y de ahí que el desarrollo de las áreas regadas se produjo espontáneamente por iniciativa de cada usuario.

Si comparamos la curva de variación de caudales del río Maipo - en la estación hidrométrica de El Manzano, situada en la desembocadura del cajón cordillerano al valle central con una curva representativa de la variación de las necesidades de agua de la agricultura de riego de este valle vemos que coinciden casi exactamente, salvo algunas desfases en el principio de la primavera. (fig. N°1-a).

Esta situación, que puede ser representativa de lo que sucede en los ríos de regímenes nivo-glaciares de ambas vertientes de la cordillera de Los Andes, explica el desarrollo tan temprano del riego en las zonas central y norte de Argentina y Chile y la gran proporción del área regada a través de obras de iniciativa particular.

Este tipo de obra de riego, que sólo incluyen captación y distribución, podrían con relativa facilidad ser abordadas por los propios usuarios y si las condiciones topográficas lo permitían, era posible aun construir obras independientes para cada predio lo cual permitió un desarrollo y operación de sistemas independientes, de iniciativa privada que está presente hasta hoy día dando una característica bastante diferente a los modos de desarrollo de estas áreas con el resto de América.

El aprovechamiento de vertientes y pequeños cursos de agua provenientes de escurrimiento sub superficiales en todos los valles cordilleranos de Los Andes, fueron la fuente principal del desarrollo del riego en la época pre-hispánica y fácilmente se comprende que este tipo de fuentes es especialmente apropiada para ser aprovechadas mediante obras que demandan elementos de construcción muy simple e inversiones iniciales bajas, aunque exigen un gran ingenio y constancia en sus constructores.

El diseño típico de estos desarrollos presenta una infinidad de canales de mediana o pequeña capacidad, con trazados en muchos sectores, paralelos y con baja relación entre superficie regada y longitud de canal. En algunos valles del Norte Chico de Chile esta relación es de 70 Km. de canal por cada 1.000 hás. regadas. (Fig. N°2)

Evidentemente en este tipo de sistemas de riego, cada usuario o grupo de usuarios se preocupa de operar su canal y los problemas comunes se refieren sólo al respecto a los derechos de cada canal en la repartición de los recursos de agua del río.

## 2.- Ríos que Necesitan Regulación.

El aprovechamiento de los ríos de régimen pluvial o de escurrimiento discontinuo en cambio, hace necesaria la ejecución de embalses de regulación o de combinación de fuentes superficiales y subterráneas, sistemas que difícilmente eran posible de abordar independientemente por cada usuario y exigen elementos de construcción especial e inversiones relativamente fuertes. (fig. 1-b).

No es entonces de extrañar que el desarrollo del riego en las áreas que disponen de este tipo de ríos, haya sido mucho mas tardío y que solo haya tanido un desarrollo intenso cuando el Estado o alguna fuerte Corporación haya tomado la iniciativa de promover las obras y haya facilitado su financiamiento.

Los primeros embalses construidos en América de que se tiene noticia, se ubican en Bolivia y su objetivo fue asegurar el abastecimiento de agua para establecimientos mineros en la región de Potosí. Posiblemente uno de los embalses con fines de riego más antiguos sea el de Catapilco en Chile, cuya construcción se terminó en 1853. Este embalse que tiene capacidad de 8 Hm<sup>3</sup>, fue construido por iniciativa y con financiamiento particular; en este caso, tanto la cuenca afluyente como la totalidad de los terrenos por regar pertenecían a una misma hacienda de modo que su operación fue en todo similar a los demás riegos particulares pero no es frecuente encontrar casos similares.

En el río Huasco en que existen muchos regantes, para construir un embalse de igual capacidad, fue necesario dictar en 1898 una ley especial.

El gran desarrollo de las obras de regulación en América se produjo en el presente siglo y en su mayor parte, por iniciativa estatal y ligada a proyectos de colonización o de mejoramiento de niveles socio-económicos en áreas atrasadas.

Todo esto exigió reglamentar la operación de las obras y su financiamiento y asegurar que los usuarios de ellas pudieran efectivamente obtener beneficios dando origen así a un tipo de legislación que ya no solamente estaba destinada a asegurar el derecho de cada uno sino a promover el buen uso de las obras. Al mismo tiempo se necesitó crear un aparato institucional capaz de llevar a cabo estos proyectos y operarlos hasta llegar a un funcionamiento adecuado.

### 3.- Aguas Subterráneas.

El aprovechamiento de los recursos de agua subterránea representa un caso especial. Las características de las obras necesarias se adaptan muy bien a un desarrollo independiente para cada usuario los cuales solo necesitan que sus vecinos respeten sus derechos en el reparto de los recursos del acuífero.

Sin embargo debido a que la tecnología apropiada solo se ha difundido en las últimas décadas no se ha formado aún una tradición local en la organización de estos sistemas de riego y así se han producido en algunos sectores problemas de descenso de niveles de operación de los acuíferos que han exigido una posterior ejecución de obras para la recarga que, en algunos casos, han debido incluir transvases entre cuencas obras que difícilmente se pueden ejecutar sin el apoyo del Estado, quizás un ejemplo de gran interés en este aspecto es el regadío de Quibor en el Estado Lara en Venezuela.

En Argentina en la provincia de Mendoza, San Juan existe una interesante experiencia en la organización de este tipo de sistemas de riego.

En todo caso, una parte muy importante del uso del agua subterránea para riego es del tipo de uso particular e independiente para cada predio.

Hasta hace algunos años la legislación ligaba el agua subterránea a la propiedad de la tierra. Actualmente en América, salvo muy contadas excepciones, el derecho sobre el agua subterránea también está sujeto a concesión, de modo que es posible imponer condiciones para prevenir problemas derivados de una explotación inconveniente.

### 4.- Aguas de Reuso.

La posibilidad de aprovechar aguas provenientes del drenaje de terrenos regados y el reuso de los efluentes de sistemas de desagues depende principalmente de las características topográficas de los cauces que las reciben.

En general no significan obras de importancia, salvo, claro está, el tratamiento necesario si existe riesgo de contaminación.

La disponibilidad del recurso depende del uso primitivo y en la legislación normalmente se establece que este reuso no impone obligación alguna al primer asignatario del recurso.

En los valles con fuerte pendiente, como son la mayor parte de los que se ubican en la vertiente occidental de Los Andes, las aguas provenientes del drenaje de los sectores regados en el curso superior del valle, vuelven a fluir al mismo cauce mas abajo y así se recupera el caudal del río de modo que las aguas pueden ser usadas varias veces.

Para el reparto de agua, cada uno de los tramos del río en que es posible agotar el caudal funciona casi como una fuente independiente. Es lo que en Chile se denomina "Secciones de río".

Evidentemente cada reuso modifica la calidad química del agua siendo frecuente constatar que aunque se trate de terrenos no salinos y con uso muy cuidado de fertilizantes, la conductibilidad de agua aumenta a lo menos en 150 micromhos en cada uso en riego, hecho que es necesario tener en cuenta al asignar el agua.

En sistemas de riego antiguos, se establece una complementación entre el aprovechamiento de los recursos de primeras aguas y sus reusos posteriores y a veces un cambio en las condiciones en la red de canales, puede redundar en problemas insospechados porque se ha alterado el equilibrio en los sectores que reusan el agua.

#### 5 - Avenamiento de Terrenos y Manejo de las Planicies inundables.

Casos muy especiales que pueden considerarse relacionados con el quehacer del riego, lo constituyen el avenamiento de terrenos con pobre drenaje, los que pueden ver deteriorada su productibilidad con el riego de sectores mas altos.

Una técnica que se ha ido desarrollando recién en las últimas décadas, se refiere al uso de las planicies inundables mediante el control programado del retiro de las aguas que las inundan en los períodos de lluvia para permitir un mejor aprovechamiento en los períodos secos. Esta técnica que han sido experimentadas en varios países de América y que en Venezuela se han aplicado con éxito en el proyecto denominado "Módulos de Apure" puede ser un campo de mucha aplicación en las llanuras.

En Argentina se está dando especial impulso a la investigación en hidrología de las grandes llanuras, lo que seguramente redundará en un mejor aprovechamiento de los recursos de agua en ese tipo de terrenos, que ocupan grandes extensiones en Sud-América y que hasta la fecha han quedado en gran parte marginales del riego.

Seguramente surgirán tipos nuevos de organización administrativa y de legislación apropiada a este tipo de explotación.

#### D.- INSTITUCIONES Y LEGISLACION RELATIVAS AL RIEGO.

##### 1.- Instituciones para el Riego.

Dentro de la organización institucional ligada al riego mas frecuente en América podemos distinguir tres tipos:

- Instituciones que ejecutan obras hidráulicas destinadas al riego, por cuenta del Estado o de los usuarios, las que una vez terminadas y operadas durante un tiempo prudente para observar su comportamiento, pasan a depender de sus usuarios ya sea como propiedad o en administración.

- Instituciones que desarrollan áreas de riego abarcando tanto la ejecución de obras hidráulicas como los aspectos agrícolas, financieros, de mercado, de capacitación y otros, cumpliendo todas las labores necesarias para el éxito económico del proyecto de riego.

- Corporaciones de desarrollo de cuencas o regiones, generalmente de administración autónoma cuyo objetivo es el desarrollo socio-económico de un área y que incluyen el regadío como una de las herramientas para promover el desarrollo de la región a su cargo. En la gran mayoría de los casos estas instituciones pertenecen al sector público y su financiamiento es fiscal. Organizaciones cooperativas o de iniciativa particular sólo se encuentran en desarrollos de áreas muy limitadas.

El primer tipo de organización se presenta principalmente cuando el derecho de aprovechamiento de las aguas es de propiedad particular y en áreas en las cuales existe una tradición de riego.

Los dos últimos tipos en cambio son los mas frecuentes donde el derecho se restringe al uso beneficioso del recurso.

El tercer tipo parece especialmente atractivo en países con marcadas diferencias regionales o en sectores cuyo desarrollo relativo al resto del país, es incipiente. Interesantes experiencias en corporaciones de desarrollo de regiones se conocen en Colombia y Paraguay.

El regadío de un terreno nuevo difícilmente se puede efectuar prescindiendo de los efectos que produce en el entorno. En primer lugar es poco frecuente que la fuente de agua y los suelos apropiados se ubiquen juntos, el costo total, si es necesario ejecutar obras de regulación o conducción de importancia, frecuentemente superan las posibilidades individuales y finalmente es necesario disponer de las aguas provenientes del drenaje, complemento indispensable del riego, que en alguna forma afectará a otros sectores mas bajos.

Por esto, la mayor parte de los proyectos que incorporan nuevas áreas de riego, necesitan ser analizadas dentro de un marco amplio de planificación del área misma y de los sectores ligados a ella, como son la cuenca o la región administrativa, tanto en lo relativo a asegurar que se cumplan las hipótesis en que se basó el estudio del proyecto como en evitar efectos perjudiciales en otras áreas o sectores económicos ligados.

En estos casos, generalmente son apropiadas las instituciones de los dos últimos tipos antes descritos.

Distinto en el caso de mejoramiento en sectores que ya tienen una larga experiencia en el riego y en los cuales es perfectamente posible desarrollar proyectos puntuales. En estos casos las instituciones del primer tipo anteriormente descrito pueden ser apropiadas.

## 2.- Legislación sobre Areas Regadas y sobre la Participación del Estado en la Ejecución de Obras destinadas al Riego.

La legislación a este respecto se puede referir a dos objetivos:

2.1. Legislación destinada a solucionar posibles conflictos entre usuarios y asegurar el ejercicio de los respectivos derechos en el uso -

del agua, incluyendo también los derechos de terceros que sin ser usuarios, pueden ser afectados por las obras de riego o su colapso.

2.2. Legislación destinada a regular la inversión pública en la agricultura de riego, la justa repartición de costos y beneficios entre los usuarios y la operación de las obras para asegurar el cumplimiento de los objetivos fijados.

En general, el primer tipo tiene un carácter mas permanente y con mayor o menor desarrollo, está presente en la legislación sobre el agua en todos los países de América.

El segundo tipo en cambio depende estrechamente de la orientación de cada gobierno y por lo tanto generalmente necesita adaptaciones periódicas a la realidad del momento.

Por otra parte, aunque parece evidente que las instituciones deben crearse para cumplir los mandatos de la legislación, a veces se observa también que son las propias instituciones las que van tomando vida propia y van formando una legislación adaptada a su dinámica.

### 3.- COMENTARIOS FINALES.

En América Latina y el Caribe se estima que actualmente se riegan aproximadamente 11.600.000.- hás y al observar la gran variedad de situaciones que se presentan al combinar las características naturales de las fuentes, los objetivos elegidos para los sistemas de riego; los antecedentes históricos de las áreas regadas y las circunstancias del momento político en que se han desarrollado los proyectos, se comprende que en nuestra América encontramos una enorme variedad en la legislación y reglamentación del riego y en las instituciones que se dedican a esta actividad.

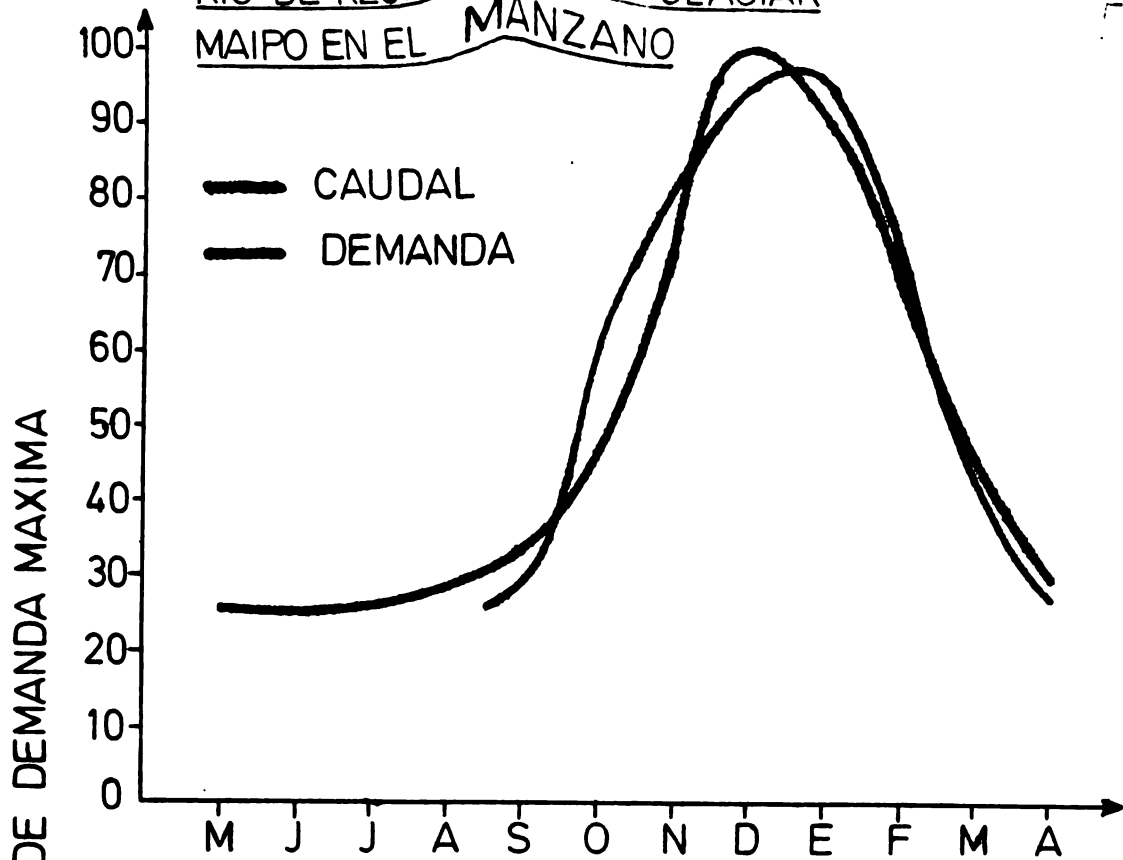
Parece bastante lógico aceptar que debe existir una amplia versatilidad tanto en la legislación como en las instituciones del sector en cada país de modo de usar, en cada caso, el tratamiento mas adecuado y no aplicar indiscriminadamente, normas que pueden contraponerse a las características físicas de las fuentes y a la realidad del momento de los usuarios.

En esta reunión oiremos informes de países que cubren una amplia gama de situaciones, en lo relativo a legislación e instituciones relacionadas al riego. Conocer sus experiencias, analizar las circunstancias que han determinado el éxito o fracaso en la aplicación de determinadas políticas o en el funcionamiento de sus instituciones seguramente será uno de los grandes beneficios de este Seminario. Teniendo presente que la agricultura de riego es una actividad estrechamente ligada a las condiciones geográficas locales y al hombre que va a ser el actor y destinatario de sus beneficios, no puede establecerse normas generales ni imponerse procedimientos que no estan afianzados por la realidad local, aunque en otras realidades hayan sido exitosas.

RIO DE REGIMEN NIVO -GLACIAR  
MAIPO EN EL MANZANO

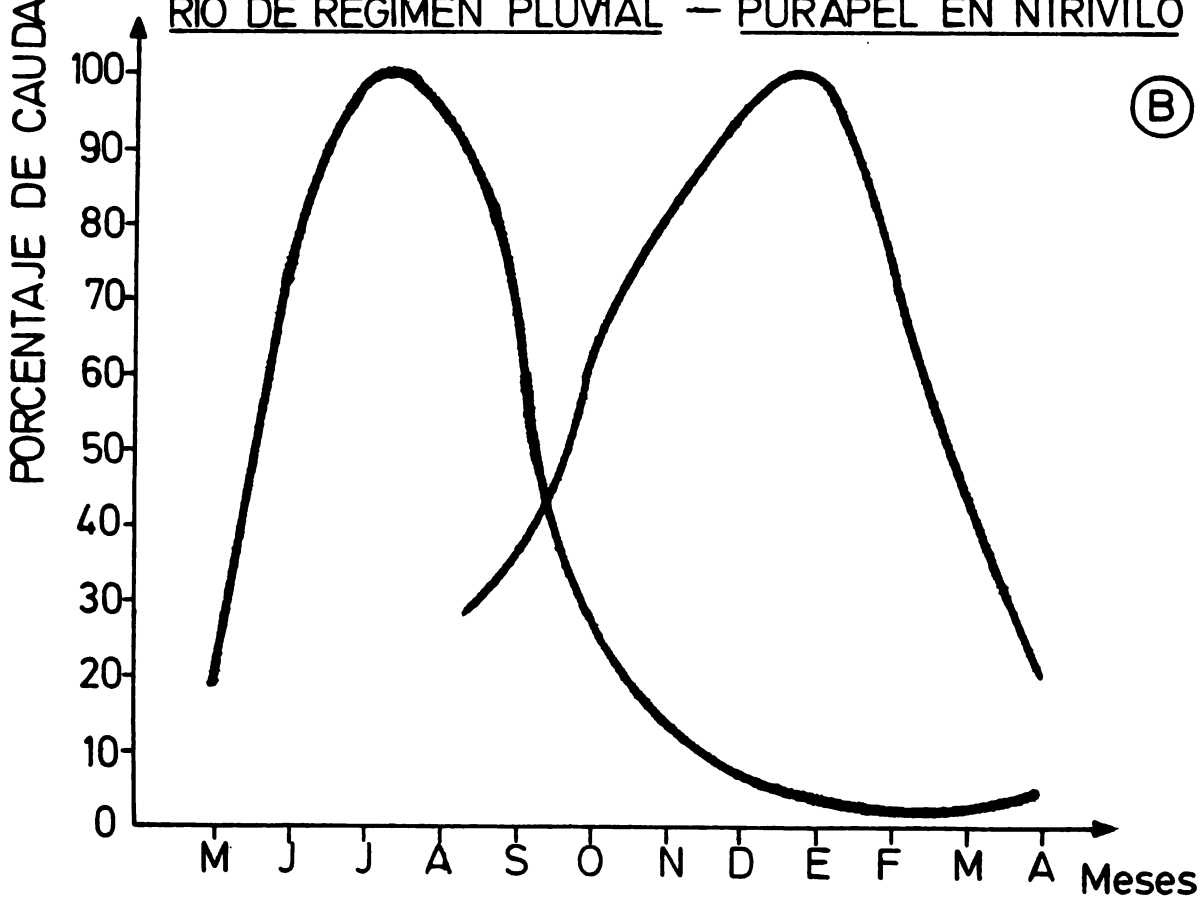
FIG. 1

(A)

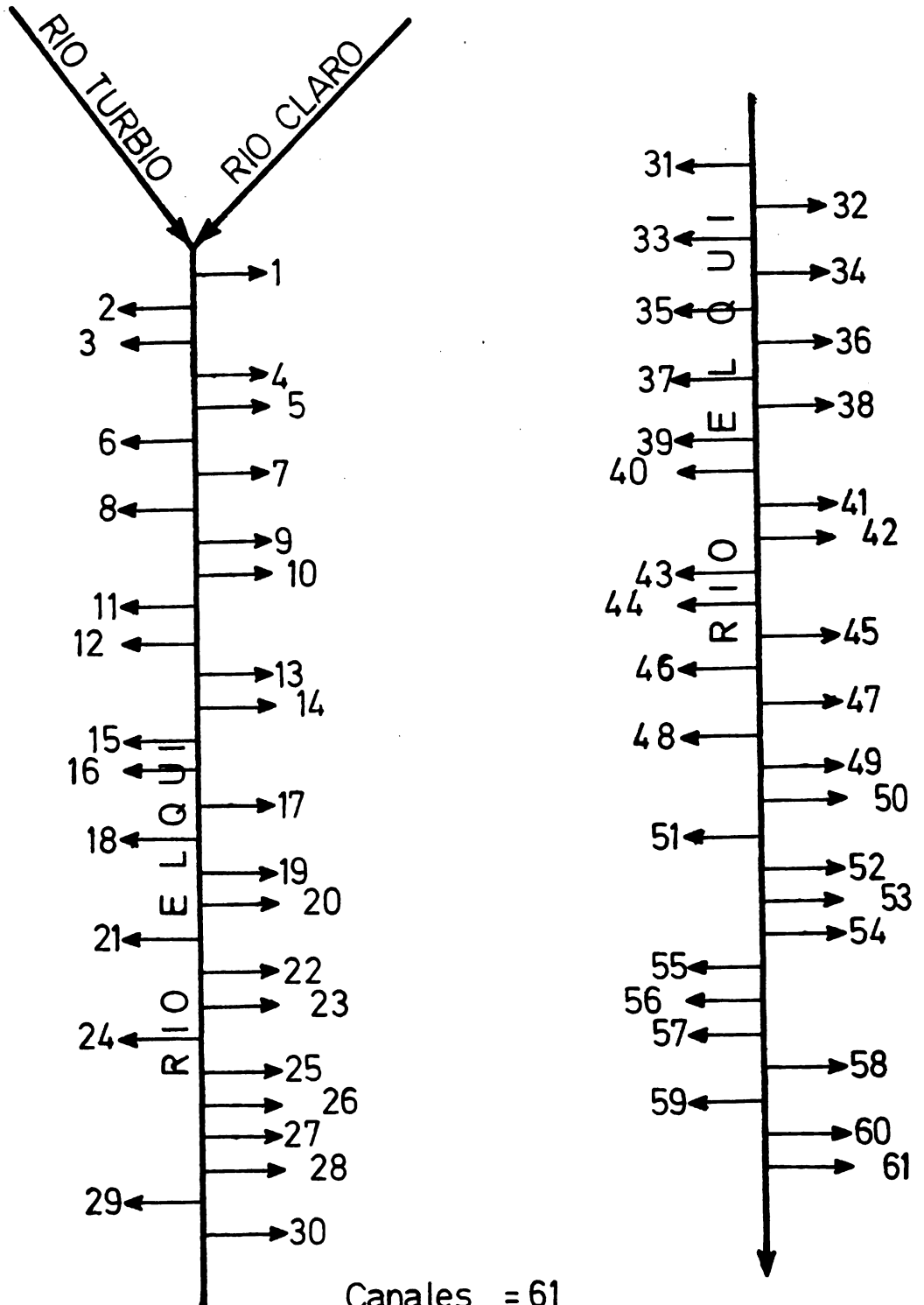


RIO DE REGIMEN PLUVIAL — PURAPEL EN NIRIVILO

(B)



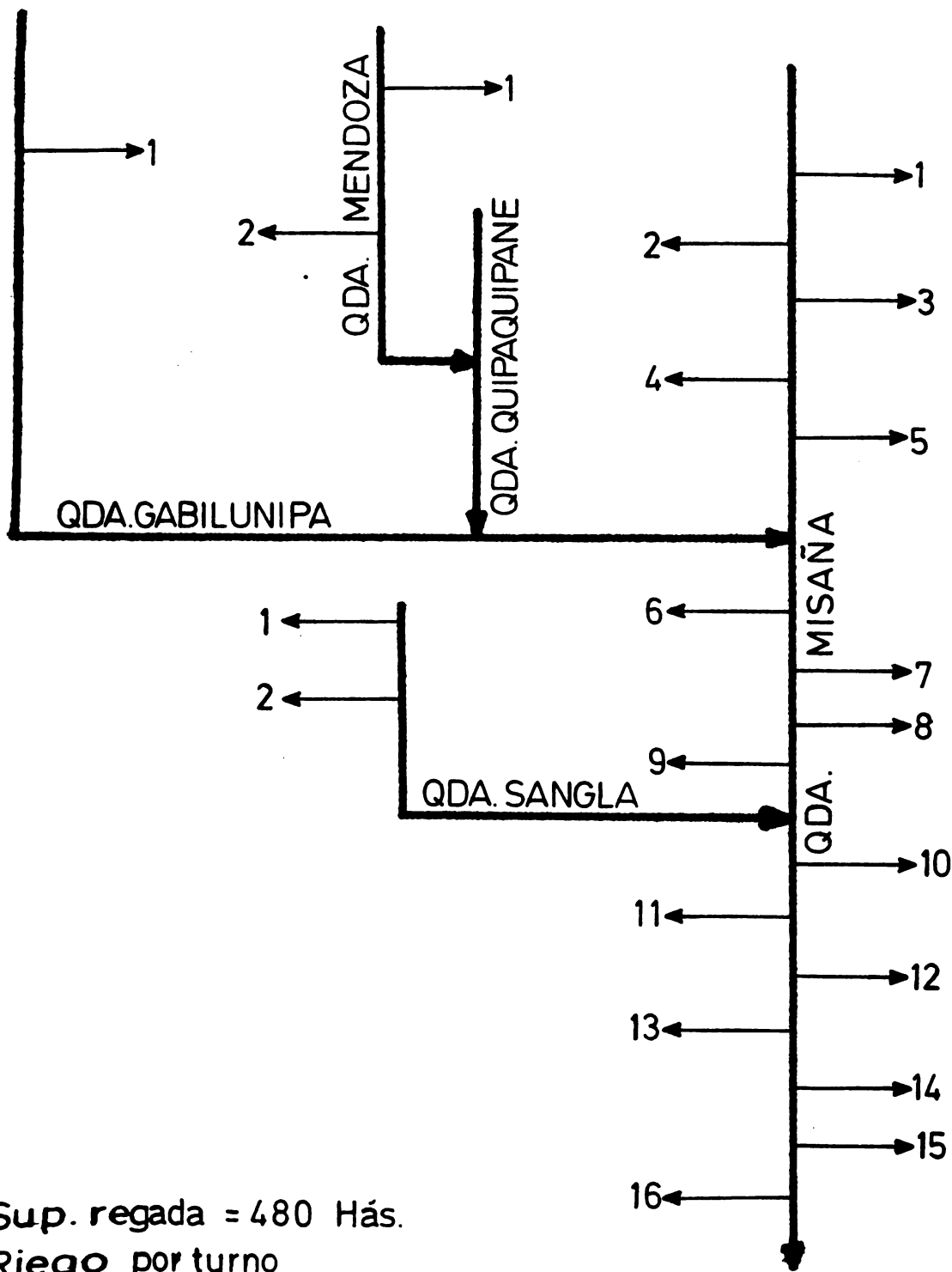
CANALES DEL RIO ELQUI



Canales = 61  
 Sup. regada = 15.551 Hás.  
 Riego por turno



17  
QUEBRADA DE MISAÑA - REGADIO PREHISPANICO



Sup. regada = 480 Hás.  
Riego por turno

10

FUENTES DE INFORMACION.

- Seminario sobre aspectos legales e Institucionales del desarrollo de Recursos Hidráulicos.  
CIDIAT - COPLANARH 1975
- Los Recursos Hidráulicos de América Latina  
Informe Regional CEPAL 1977
- Leyes y Reglamentos de Agua  
E. LOBO CIDIAT 1974
- Captación y Aprovechamiento del agua  
Estudio comparado de los Regímenes Jurídicos  
NACIONES UNIDAS 1974
- Legislación de Aguas en los países del Grupo Andino  
D. RAINEY y G. FALCONI 1975



**VII SEMINARIO  
LATINOAMERICANO  
DE IRRIGACION**

**SANTIAGO DE CHILE, 28 DE NOVIEMBRE  
AL 2 DE DICIEMBRE DE 1983**

**DOCUMENTO D-2**

**"LA PLANIFICACION DEL USO DE LOS RECURSOS HIDRAULICOS Y SU RELACION  
EN EL DESARROLLO DE LA IRRIGACION"**

**Por: Ing. Pedro Pablo Azzúrua Q(\*)  
Dr. Javier López (\*)**

---

**(\*)Asesor Técnico Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales  
Renovables (MARNR) - Venezuela.**



# LA PLANIFICACION DEL USO DE LOS RECURSOS HIDRAULICOS Y SU RELACION EN EL DESARROLLO DE LA IRRIGACION

## Resumen. -

En todo el mundo hay una larga tradición en la construcción de obras hidráulicas; en ciertas áreas, por sus condiciones climáticas, son necesarias para la subsistencia del hombre; en otros casos, han sido instrumentos para la organización política de la sociedad.

La planificación de las obras aisladas y únicas, fué dejando paso a la del aprovechamiento integral de los recursos hidráulicos, dentro del contexto de un ciclo hidrológico y de una concepción de la propiedad que por hacer valer su función social relega a otras épocas a la división legalista en aguas públicas y aguas privadas, a la normativa del primer usuario o de los derechos ribereños y a la de prioridad de uso. Concede, por el contrario, más importancia a la distribución de los recursos hidráulicos para mejor provecho nacional y regional, lo cual lleva inevitablemente a concluir que lo más importante es establecer y concertar los fines que deben cumplir las aguas, antes que solamente reglamentar sus usos.

Es así como la planificación del aprovechamiento de los recursos hidráulicos, juntamente con la de otros recursos naturales, viene a ser pieza sustantiva de la ordenación del territorio. En la agricultura, la intervención del hombre quien usa suelos y aguas, es directa y efectiva; por ello, él resulta imprescindible y hay que verlo como la parte más activa de un proceso en el cual, para tener éxito, es necesario crear junto con las obras de riego y saneamiento, otra infraestructura: la infraestructura humana.

La agricultura de regadío tiene que poseer unidad operacional y administrativa a nivel de parcela, de sistema y de grupos de sistemas de riego \* ..."pero lo esencial del problema ha sido lo mismo: ordenar todo ese conjunto de elementos institucionales, políticos, sociales, financieros, naturales y humanos a fin de lograr su objetivo que es el desarrollo, cumpliendo metas establecidas de acuerdo con las circunstancias cambiantes de un país que hoy tiene que enfrentarse a una transformación substancial....."

LA PLANIFICACION DEL USO DE LOS RECURSOS HIDRAULICOS Y SU RELACION  
EN EL DESARROLLO DE LA IRRIGACION

A. Introducción.-

La construcción de las obras hidráulicas ha tenido en todo el mundo una larga tradición y hasta se podría decir que en ciertas áreas, dadas sus condiciones climáticas, ha sido necesario realizarlas para la subsistencia del hombre y de las especies en general en otros en casos han sido los instrumentos para toda o gran parte de la organización socio-política de la sociedad (1).

La planificación de las obras hidráulicas, demostró que las obras para propósito único no respondían a una realidad económica y menos a un mejor uso del recurso agua, dejando paso al aprovechamiento de propósito múltiple en una cuenca hidrológica, para luego al entrar en competencia en el uso del agua por las diversas actividades que el hombre realiza con influencia en áreas territoriales de mayor extensión de una cuenca; se plantean los trasvases, y las fuerzas económicas y de poder político hacen complicar el aprovechamiento y administración de las aguas.

La planificación de las obras va dejando paso a la del aprovechamiento de los recursos hidráulicos en forma integral, dentro del contexto del ciclo hidrológico y de la propiedad en función social dejando inactual la división legal de aguas públicas y privadas; la normativa del primer usuario y del ribereño; de la prioridad del uso, dando más importancia a una mejor distribución del agua en función del interés nacional, regional, o local.

La planificación del aprovechamiento integral de las aguas al jerarquizar las asignaciones de los recursos hidráulicos, tratando de optimizar y maximizar su uso aisladamente no tenía ningún objetivo definido si no se consideraba el aprovechamiento de los otros recursos naturales al cual su uso está íntimamente ligado, lleva inevitablemente a la conclusión que lo más importante es establecer y concertar los fines que deben cumplir las aguas que solo norman sus usos.

---

(1) Wittofagel, K. "El Despotismo Oriental. Estudio Comparativo del Poder Totalitario". Ediciones Guadarrama. Madrid (España) 1966.

La etapa de ordenar las actividades económicas que desarrollan los hombres en función del interés nacional o regional hace perentorio que la planificación del aprovechamiento de los recursos hidráulicos se efectúe conjuntamente con la de otros recursos naturales renovables y no renovables (fluentes y estancados), es unificar los derechos del primer usuario y el del ribereño por un derecho territorial de mayor amplitud; es necesario considerar los recursos móviles y los fijos, tomando en este caso importancia el suelo tanto para fines de riego en el medio rural, como en el suburbano o extramuros, así como los necesarios para el medio urbano en su competencia para ocuparlo.

Estas concepciones y su análisis del aprovechamiento del agua en forma integral obliga no sólo analizar el uso, la cantidad, y la calidad de los recursos hidráulicos y del suelo con otros recursos sino también estudiar el ambiente y los efectos de uso integrado con las actividades económicas que tienen que realizarse para conseguir un proceso integral de los hombres que habitan en un territorio determinado. Por ser el agua un recurso vital, tiene que ser, considerado en todas las actividades que el hombre desarrolla, ello conduce inevitablemente a integrar la planificación de recursos hidráulicos con la planificación económica y las estrategias y principios de la conservación del ambiente cuya expresión más concreta es la ordenación del territorio. En esta forma la planificación del aprovechamiento de los recursos hidráulicos conjuntamente con otros recursos naturales viene a ser pieza sustantiva de la ordenación del territorio.

Así las obras hidráulicas con fines de riego, de drenaje de purificación de los efluentes de las aguas usadas en riego y en el medio urbano e industrial, tienen que ser analizadas bajo una visión unificada para su mejor y mayor aprovechamiento.

Esta visión integradora obliga a considerar en el riego más que ninguna otra actividad al hombre:

".....este hombre concreto, de carne y hueso es el sujeto y supremo objeto a la vez de toda filosofía, quieranlo o no ciertos sedicentes filósofos" (2).

---

(2) Unamuno M. "Del Sentimiento Trágico de la Vida" (Duodécima Edición). Colección Austral. Espase-Calpe S.A. Madrid (España), 1971.

Es en la agricultura donde el hombre actúa más directamente ligado al uso del agua y del suelo, por ello es imprescindible verlo como la parte más activa del proceso y darle la importancia que él requiere, si se quiere tener éxito, es necesario crear simultáneamente con la construcción de las obras de riego y saneamiento una infraestructura humana.

Para que esta infraestructura humana pueda funcionar exitosamente es necesario realmente que el riego y el drenaje estén respaldados por una cultura hidráulica que obligue y dé permanencia a una política de riego y saneamiento y no a las políticas de los gobiernos siempre cambiantes de acuerdo a las preferencias de los gobernantes y sus burócratas.

Para que pueda existir la actividad de riego es imprescindible reconocer que el hombre es el sujeto actuante y la finalidad es alimentar a la comunidad; por consiguiente debe ser respetada y apoyada y no imponerle normas usos y costumbres contrarios a su naturaleza e intereses.

La agricultura de regadío tiene que operar como una unidad operacional y administrativa a nivel de parcela, de sistema y de grupo de sistemas de riego,

...."pero lo esencial del problema ha sido lo mismo: ordenar todo ese conjunto de elementos institucionales, políticos, sociales, financieros, naturales y humanos a fin de lograr su objetivo que es el desarrollo, cumpliendo metas definidas de acuerdo con las circunstancias cambiantes de un país que hoy tiene que enfrentarse a una transformación substancial...." (3).

## **B. El Aprovechamiento de las Aguas: Su planificación.-**

1. Hace muchos cientos o miles de años casi desde que el hombre existe, casi desde el comienzo de las primeras comunidades urbanas, el abastecimiento del agua constituía principal consideración; al principio el transporte se hacía en vasijas y luego al crecer las agrupaciones urbanas se hizo por medio de acueductos.(4).

---

(3) Franceschi A.L. y P.P. Azpúrua Q., "Evaluación de los Sistemas de Riego". Talleres tipo litográficos de la Dirección de Cartografía Nacional. Caracas (Venezuela) 1978 (p.4).

(4) Azpúrua P.P. y A.J.Gabaldón "Recursos Hidráulicos y Desarrollo" Editorial Tecnos S.A. Madrid (España) 1976.



Mas tarde, los sembradíos que alimentaban las ciudades se hacían cada vez más estratégicos para gobernar los núcleos urbanos, en la medida que estos crecían y se desarrollaba la técnica de los cultivos y la administración de la ciudad, y se conocían las condiciones climáticas y sobrevenían crisis por las variaciones estacionales. En ciertos lugares y épocas, la humedad que suministraban las lluvias no era suficiente para el desarrollo de los sembradíos, se inició la construcción de canales, que captando el agua de las corrientes fluviales, la condujera hasta los sitios de labranza para regar. Los primeros sistemas de riego de que se tiene conocimiento datan de aproximadamente 6000 años antes de Cristo, ya estan muy utilizados para los 3000 aDC (5). Pasando el tiempo cada vez que fue necesario se ejecutaron nuevas obras, pero siempre destinadas a satisfacer un propósito predeterminado, tal como al abastecimiento de una población, el riego de una zona, el transporte de productos o la generación de movimientos para vencer las alturas y finalmente para la generación de energía.

En sus inicios, la planificación de las obras hidráulicas se restringía a la concepción de proyectos en forma aislada sin interconexión con otras soluciones; eran obras ubicadas en los sitios que presentaban condiciones más favorables y destinadas a satisfacer la demanda generada por un grupo de usuarios para determinado fin.

Resumiendo, podemos decir que el proyecto y ejecución de las obras hidráulicas, se hacía dentro de un contexto en que las variables del proyecto eran básicamente de naturaleza física (hidrológicas, geológicas, topográficas....) y las soluciones no estaban elaboradas dentro de una compleja problemática hidrológica, financiera, social y política; no era por lo tanto indispensable la coordinación de diversos objetivos medios económicos, e instrumentos legales, para lograr el desarrollo de los recursos hidráulicos.

A fines del siglo pasado, con el surgimiento de grandes concentraciones urbanas, el desarrollo de la energía hidroeléctrica y el uso más generalizado del agua para el riego se empezó a observar la factibilidad de ejecutar obras hidráulicas que cumpliesen a la vez más de un propósito. De esta manera era posible incrementar los beneficios de las obras sin incurrir necesariamente en aumentos proporcionales en los costos. En Norteamérica, la primera obra de este tipo fue, la presa de Sacandaga, en la cuenca del río Hudson (1931) (6).

(5) Vid. Kirby, R; S. Withington; A. Darling et al "Engineering in History". Mc.Graw Hill Book Company. New York (USA) 1956.

(6) Vid. Linsley R.K. y J.B. Franzini. "Water Resorces Engineer". Mc.Graw-Hill Book Company New York (USA) 1979.

Paralelamente al surgimiento de la etapa de programación de las obras de propósito múltiple, y debido al aumento de la utilización de los recursos hidráulicos, en ciertas cuencas se empezó a observar que todos los proyectos dentro de una hoya hidrográfica debían ser armonizados entre sí y que era necesario manejarlos como una sola unidad de operación hidráulica. El ciclo hidrológico dejaba de tener una concepción exclusivamente técnica, ya que se imponía la necesidad de considerarlo a través de una contabilidad de los recursos de agua, requisito indispensable para operar conjuntamente obras, que por estar ubicadas dentro de una misma cuenca quedaban interrelacionadas hidrológicamente. Los recursos de aguas subterráneas debían también considerarse conjuntamente con los recursos superficiales en una concepción integral de aprovechamiento.

Por otra parte, se vió como las obras hidráulicas no solo servían para satisfacer demandas presentes sino que podían constituir una palanca para motivar el progreso integral de extensas regiones que habían quedado rezagadas. La utilización del agua, por lo general, venía íntimamente ligada al aprovechamiento de otros recursos naturales que, como la tierra o los bosques, prescribían la conveniencia de considerarlos conjuntamente. La necesidad de coordinar acciones en ámbitos geográficos tan amplios, que implicaban la participación de varios organismos públicos y de grupos de diferentes usuarios, servía para demostrar que era indispensable la creación de estructuras institucionales y de contar con ordenamientos legales cónsonos con la planificación que se proponía. Así fueron apareciendo en varios países nuevos esquemas administrativos: las Confederaciones Hidrográficas de España, las Comisiones de Cuencas en México; el Tennessee Valley Authority en Estados Unidos de América; organismos todos ellos responsables de la planificación y desarrollo de los recursos hidráulicos de la cuenca bajo su jurisdicción (4).

---

(4) Vid: Azpúrua Q, P.P y A.J. Gabaldón. "Recursos Hidráulicos y Desarrollo". opus cit.

De esta forma la planificación adquirió una connotación francamente territorial; se concibieron planes de desarrollo regionales que a través de acciones y medidas administrativas coherentes persiguen objetivos predeterminados. Surgía así la etapa de la planificación del aprovechamiento de los recursos hidráulicos en escala regional, con la planificación de proyectos que cobró validez en la medida en que constituyese un procedimiento para identificar y evaluar alternativas, que deben ser encajadas armoniosamente en los programas de inversión.

Las experiencias más recientes han servido para demostrar que la planificación para el aprovechamiento de los recursos hidráulicos no puede circunscribirse a los perímetros de las cuencas ni a un conjunto de cuencas hidrográficas. En efecto, al analizar la utilización del agua en el ámbito de toda una nación y dentro de un horizonte de tiempo lo suficientemente lejano (unos 30 años), se empieza a vislumbrar graves y complejos problemas. Existen regiones donde los requerimientos previstos de agua son o serán mayores que las disponibilidades. Puede suceder, lo contrario; se plantea así el estudio de trasvases, de proporción no concebible en el pasado. Así mismo surge la necesidad de imponer prioridades en el destino y uso del agua, y la de establecer mecanismos que permitan desalentar aquellas actividades que puedan ser localizadas en otras zonas a un menor costo social. La reutilización aparece como otra alternativa válida para ser analizada. El ordenamiento legal debe estar de acuerdo con el proceso descrito, lo cual no es fácil dada la enorme carga de tradiciones y anacrónicos instrumentos jurídicos.

En síntesis, los recursos hidráulicos requieren de una acción integral en el ámbito nacional y muchas veces hasta internacional, con fundamentos y derivaciones de tipo legal, económico y social, que solamente puede ser resuelta a través de un proceso de planificación nacional hidráulico, para que sus consecuencias queden debidamente encuadradas dentro de una estrategia de progreso integral del país a largo plazo.

Por otra parte, todos los recursos naturales y particularmente las aguas, deben ser considerados como elementos activos, los cuales configuran los ecosistemas y la integral de todos ellos constituyen la Naturaleza. Por consiguiente, no pueden estudiarse aisladamente ni ignorar su funcionamiento y sus interrelaciones por lo que deberá considerarse su ordenación para lograr su aprovechamiento.

En la planificación del aprovechamiento del agua, se debe considerar dos vertientes; una, el aprovechamiento de los recursos hidráulicos conjuntamente con

los otros recursos naturales maximizando su aprovechamiento y simultáneamente tratando de optimizar las inversiones; y la otra coadyuvando con el uso del agua a promover las actividades que más convenga desarrollar para lograr una ordenación del territorio concebida en los siguientes términos:

".....dentro de la política de desarrollo del país como una visión integral que permita orientar la distribución nacional de las actividades y la población, persiguiendo un máximo aprovechamiento de las relaciones que se dan entre ellos y con los recursos naturales para alcanzar un desarrollo de las fuerzas productivas de la sociedad tal, que pueda ser sostenido a perpetuidad y cuyos beneficios se distribuyan equitativamente entre todos los miembros de la misma".(7).

De la planificación nacional hidráulica propiamente, podríamos decir:

".....que es el proceso mediante el cual se formulan, implementan, vigilan y controlan las estrategias y directrices tendientes a lograr la gestión racional del recurso con el propósito de establecer una distribución lógica y razonables de las disponibilidades de agua ante las probables demandas a fin de lograr un equilibrio cuantitativo y cualitativo del balance demanda (necesidades)-disponibilidades (oferta) e impedir así que el agua sea un factor limitante al desarrollo económico y social dentro de un ordenamiento legal e institucional".(4)

El Plan de aprovechamiento de los recursos hidráulicos constituye la expresión escrita y documentada del proceso de planificación propuesto; puede ser definido, a su vez, como el conjunto de estrategias y directrices que dentro de la política general de desarrollo y de un ordenamiento legal e institucional, permita el logro de los siguientes objetivos básicos:

- " - Precisar la cantidad, calidad y ubicación de los recursos hidráulicos del país;
- satisfacer oportunamente las demandas de abastecimiento de agua para consumo urbano industrial y agrícola;
- asegurar la defensa contra la acción destructiva de las aguas, especialmente en lo que se refiere al planteamiento conceptual del problema de inundaciones que debe ser tratado como el aprovechamiento armonioso de los recursos de las áreas inundables;

---

(7) Azpúrua Q. PP; W. Corrales, y C.Sosa G. "Bases para una Ley de Ordenación del Territorio" (mecanografiado) Caracas (Venezuela) 1979.

4) Azpúrua Q. P.P., y A.J. Gabaldón. "Recursos Hidráulicos y Desarrollo" opus. cit. Dirección de Cartografía Nacional. Caracas, (Venezuela) 1972.

- proteger las aguas contra la acción del hombre cuando va en detrimento del saneamiento ambiental y de la conservación racional de los recursos naturales;
- garantizar los caudales requeridos para la generación de energía, la piscicultura, la navegación, la recreación y otros aspectos que afectan o puedan afectar el aprovechamiento de los recursos hidráulicos;
- jerarquizar las diferentes acciones de programas para el aprovechamiento de los recursos hidráulicos; y
- controlar el mejor aprovechamiento de los recursos hidráulicos....." (8)

2. Las estrategias\* y directrices de un plan de aprovechamiento de los recursos hidráulicos, deben sustentarse sobre aspectos tecnológicos, económicos y sociales, y buscando un aprovechamiento racional de los recursos hidráulicos. No constituye simplemente un listado o catálogo de proyectos, que conformen la infraestructura de los diferentes sectores económicos usuarios del agua.

Se ha mencionado también en la definición de la planificación nacional hidráulica y está implícito en los objetivos del Plan la necesidad de un ordenamiento legal e institucional. No por esto debe pensarse que el Plan se ha de moldar pasivamente al ordenamiento vigente; por el contrario, el Plan, al establecer estrategias y directrices, da la pauta para modificar o complementar el ordenamiento legal e institucional de forma que este responda, de la manera más eficaz y funcional a su implementación, para cumplir con los objetivos perseguidos. Este último aspecto constituye desde un punto de vista principista, o si se quiere, filosófico de la planificación, una de las partes sustantivas de todo el proceso: los planes son instrumentos de cambio de las instituciones.

Por consiguiente, las organizaciones del sector público, que desarrollan y administran programas, en sus funciones de planificación, investigación y regulación del agua deben "insertarse" en el Plan por cuanto éste les determina las disponibilidades u ofertas reales en cantidad y calidad, la localización y el valor del agua para cualquier utilización para cumplir determinados fines y objetivos.

---

8) República de Venezuela. COPLANARH.- "Plan Nacional de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos" (2 Tomos) El Plan (Tomo I) Talleres Tipo Litográficos de la

\* Por estrategia se entiende "una combinación distintiva de finalidades, intenciones o significados y criterios de decisión" (véase Gilbert E. White en *Strater*

El Plan por tanto, debe contar con una organización administrativa de apoyo que le haga permanente para así actuar constantemente sobre los recursos hidráulicos a nivel local, regional y nacional; de allí la necesaria concordancia entre las bases legales y la organización administrativa que las aplique.

El sistema institucional es imprescindible que cumpla con dos principios adicionales. El primero de la continuidad y permanencia: la planificación y la administración del agua no tiene sentido operativo, si no se lleva dentro un proceso continuo y permanente por sus características propias ya definidas en el Plan. El segundo es que debe existir una autoridad única por áreas territoriales nacionales, regionales y locales. La coordinación activa para lograr una concertación implica establecer cómo se asignarán las funciones y las responsabilidades entre organismos que toman las decisiones de más alto nivel, como los ministerios y los entes descentralizados de la administración que ejecutan esas decisiones, asimismo especificar las formas y las normas (técnicas y jurídicas) concretas de acción que se adoptan para la comunicación recíproca entre los niveles de decisión y de ejecución, y entre los organismos de un mismo plan jerárquico.

Esta organización administrativa tiene que tener un dinamismo especial para solventar las dificultades causadas por los múltiples entes responsables de las actividades relacionadas con los recursos hidráulicos.

El Plan como garantía para lograr el aprovechamiento de los recursos hidráulicos en forma equilibrada, lógica y razonable, es premisa fundamental de la organización administrativa establecer una unidad en la administración o autoridad única de las aguas, es decir, una organización que garantice la coordinación administrativa de los diferentes departamentos ministeriales y demás organismos de la administración pública descentralizada con competencia en esta materia.

La existencia de una actividad única que administre el recursos no significa agrupar en un solo organismo a todos aquellos entes que tienen relación con el aprovechamiento de los recursos hidráulicos, ya que esto no es funcional ni razonable, que todas las oficinas de que constaría esa estructura, abarquen todos los sectores económicos en el cual el agua juega un papel importante.

La autoridad única debe administrar el agua de acuerdo al Plan; por tanto esa autoridad única tendrá a su cargo: las labores de planificación, la conducción

del sistema de la administración y las labores de vigilancia y control del aprovechamiento del agua y por consiguiente, la evaluación del Plan y su revisión complementaria periódica.

En síntesis, se podría resumir que la administración del agua sería:

"El régimen a emplear entre la autoridad única y los organismos competentes y los particulares (iniciativa privada) es el de la acción concertada, es decir, un régimen que debe tener muy en cuenta la dimensión jurídica de los principios técnicos y especialmente en lo que se refiere a la competencia, jerarquía y la coordinación; concluyendo en un acuerdo a que llegue la autoridad única con los usuarios, ya sean organismos de la administración pública o particulares, dando lugar al programa-convenio" (9).

Las funciones de coordinación que efectuaría la autoridad única de las aguas se llevaría a cabo en cada uno de los dos procedimientos de planificación:

- descendente y
- ascendente.

En el procedimiento descendente, se indican o se señalan con carácter vinculante, según sea el caso, cual es la combinación de programas o proyectos que deben tenerse en cuenta para dar cumplimiento de los objetivos del Plan.

En el procedimiento ascendente se comienza por un análisis detallado de los proyectos a nivel local, que debe responder a las necesidades de cumplir con los programas. Estos proyectos pueden ser presentados por los entes públicos competentes, y por las organizaciones privadas, ante las autoridades responsables de la planificación del agua y esta juzgará de la bondad de los proyectos frente al Plan, así mismo, les haría frente a los programas que componen o ~~en que se~~ desagrega el Plan.

Así como a nivel nacional la autoridad de las aguas se le ha denominado autoridad única, es indispensable que se defina la actuación de dicha autoridad en el ámbito local: unidad administrativa. Esta unidad administrativa estará determinada geográficamente por el agua de una cuenca, de parte de una cuenca, o de varias cuencas; también podría definirse como la autoridad administrativa del agua de una cuenca o de parte de ella, más o menos el agua transferida a otra o desde otra unidad administrativa.

---

(9) Vid. Azpúrua Q.P.P y C. Sosa de Mendoza. "Venezuela: Bases de una Política Hidráulica". opus cit.

Ante estos planteamientos de ordenación administrativa de las aguas a nivel regional, en el mismo orden de ideas una unidad regional debe ser concebida como una confederación de unidades administrativas de los recursos hidráulicos.

Las estrategias y directrices para las regiones administrativas deben conseguir un nivel óptimo de concertación, buscando los instrumentos que permitan que el Plan se cumpla de modo que se desglose en Programas que deberán contener un cuadro apropiado de democratización de las decisiones y la participación de todos los ciudadanos en la formulación de los mismos (9).

3. El Plan de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos resulta una síntesis y una simbiosis de todo el proceso de planificación hidráulica por consiguiente:

- El Plan es Nacional, en el sentido de que su ámbito corresponde a todo el territorio de un país o a una parte sustancial del mismo, sin darle preferencia de región alguna. Debe señalarse que el carácter nacional no implica el desconocimiento de que existen aguas territoriales que fluyen desde países vecinos o van hacia ellos.
- El Plan es Transversal (algunos han llamado a este tipo de planes como horizontales) por cuanto el agua como recurso es un elemento indispensable en una gama considerable de sectores económicos y para la vida, y no puede pretenderse aislarla según sus usos, finalidades y destinos, ni considerarla como un sector económico para su planificación.
- El Plan es Único, porque es solo uno para todos los usos y destinos del agua, así como único para todo el país.
- El Plan es Integral, porque consideran todos los usos y destinos del agua.
- El Plan es Prospectivo, por cuanto que explora las posibilidades futuras, tratando de establecer lo deseable como una envolvente superior de las necesidades reales.
- El Plan es a Largo Plazo. El desarrollo de los recursos hidráulicos se hace para el futuro, futuro algunas veces situado más allá de la visión de cualquier hombre vivo.
- El Plan es Dinámico, en el sentido de adaptarse flexible y oportunamente a las realidades cambiantes.
- El Plan es Vinculante.- El término vinculante es sinónimo de obligatorio cumplimiento para el sector público como para el privado pero no tiene carácter imperativo, sino simplemente orientador en cuanto a las demandas pero no así en cuanto a los fines a que está destinado el recurso agua.

---

(9) Vid. Azpúrua Q. P.P y C. Sosa de Mendoza. "Venezuela: Bases de una ...opus.cit"



- El Plan es Coordinativo por cuanto requiere de un intercambio permanente entre los sectores usuarios del agua y la actividad planificadora y administradora del recurso.(4) (8) (9).

Finalmente se ha dejado para última la característica más importante que el plan de esta naturaleza debe cumplir:

- El Plan es Estratégico. El plan no es necesariamente un listado de obras a ser ejecutadas en lugares específicos con costo determinados. Establece los fines para los diversos destinos del agua, contiene los esquemas de administración hidráulicos más importante que será indispensable acometer, los conflictos de uso entre varios sectores y para la conservación del recurso.

El Plan orienta y da las pautas para la toma de decisiones ante las situaciones cambiantes y de las demandas y requerimientos y de las demandas a cubrir y de las ofertas reales del recurso, influyendo fuertemente en los programas proyectos y adelantando o retrasando las inversiones o recomendando medidas administrativas para previsiones de conflicto a mediano plazo. (8)(4).

De acuerdo con estas consideraciones sobre el Plan, podría decirse que sus objetivos y sus características son simplemente un enunciado de buena voluntad para el manejo y administración de las aguas; por ello cual es imprescindible señalar, aunque sea muy suscintamente, cuáles serían las tareas del sistema institucional que se establezca para la formulación, cumplimiento y control del plan de recursos hidráulicos:

- Formular las estrategias a largo plazo y las directrices a mediano plazo.
- Formular y coordinar los programas para los diversos sectores a mediano y corto plazo, dando los montos de las inversiones necesarias.
- Formular los programas operativos llegando hasta la recomendación y discusión de los presupuestos anuales en las instituciones gubernamentales comprometidas.
- Luchar por el financiamiento de las obras hidráulicas de acuerdo al Plan previsto en los programas.
- Preparar estudios e información estadística que se requieran para los programas y proyectos necesarios para dar cumplimiento al Plan.
- Promover proyectos relacionados con las aguas y su administración dentro del marco de referencia del Plan y de los Programas.(10).

1) Vid. Azpúrua Q. P.P. y A.J.Gabaldón. "Recursos Hidráulicos y Desarrollo" opus cit.

8) Vid. República de Venezuela COPLANARH. "Plan Nacional....." opus cit.

9) Vid. Azpúrua Q. P.P y C.Sosa de Mendoza. "Venezuela: Bases de una....opus cit".

10)Vid.Oberto G.L.E. "La Formulación y Evaluación de Proyectos en la Planificación del Desarrollo" Conferencia dictada en el Colegio de Ingenieros(mimeografiados) Caracas (Venezuela) Feb. 1971.

No se puede pretender tener un patrón rígido para diseñar o evaluar la organización y los mecanismos de planificación. Sin embargo, es preciso que las tareas básicas descritas y la organización administrativa que se requiera para su ejecución, cumpla con algunos o todos estos principios generales.

Ahora bien conviene dejar muy claro que la creación de una organización o de un sistema institucional y sobre todo los que introduzcan cambios sustanciales dentro del status administrativo existente, son el resultado de una decisión política. Vale recomendar que en aquellos países donde ya está establecida una organización para la administración de las aguas, concebida de acuerdo con los patrones tradicionales, la innovación de la actividad planificadora puede provocar una conmoción institucional; la cual se manifiesta por la desadaptación de la estructura tradicional a las nuevas tareas que impone la planificación clasificación. Por consiguiente, en estos casos debe acometerse una reordenación sistemática de la organización administrativa tradicional a la luz de estas nuevas orientaciones, lo que implica generalmente, procesos muy complejos que deben ser encarados con sentido político y sin perder la noción de la realidad.

### C. La Planificación de los Recursos Hidráulicos y La Agricultura.-

En el largo proceso de casi veinte años de la planificación de los recursos hidráulicos en Venezuela, de sus errores y aciertos, de las más importantes experiencias que se ha tenido, en relación a los recursos hidráulicos es que estos no pueden planificarse aisladamente; es requisito indispensable analizarlos conjuntamente con los otros recursos naturales (renovables y no renovables) y con el hombre, que aunque pertenece a la naturaleza es él quien con su explotación ha hecho más daño, con sus actividades, en muchos casos, por desconocer la interdependencia de los recursos,

El máximo aprovechamiento de los recursos naturales, de la Naturaleza en general, y de los ecosistemas en particular debe responder a un conjunto de concepciones éticas, sociales, y económicas no solo viendo a la sociedad presente sino a la de un futuro deseable. Así se hace imprescindible considerar también que la protección del ambiente tiene que ser considerado seriamente en la planificación y administración del agua: es su marco de referencia.

Si el ambiente es el marco de referencia de la planificación y administración de los recursos hidráulicos de forma integral, surge el interrogante ¿Cómo llevarla a la práctica y donde se debe lograr la concertación?. A través de la planificación territorial se esbozan los planes que muestran de una forma integral la estrategia para el desarrollo físico nacional y, por consecuencia, la dimensión regional del territorio, destacando aspectos tales como el sistema jerarquizado de ciudades de los centros de servicio, los ejes viales, la red energética, las zonas desarrollo agrícola, las áreas recreativas entre otros.

La planificación territorial da la oportunidad de establecer un proceso de planificación participativa donde el hombre como -sujeto del desarrollo-, entra en diálogo con el organismo de planificación. Es así factible obtener por vía directa un inventario de las necesidades locales que debidamente sopesadas con las directrices emanadas del organismo de planificación nacional, conduzca al establecimiento de planes locales o regionales en los cuales se hacen compatibles las aspiraciones del hombre en su ámbito local, con las estrategias nacionales y regionales.

Desde 1975 se ha planteado que:

"En términos físicos-espaciales el proceso de planificación se expresa como la concepción de la sociedad futura dentro de cierto espacio, donde las interacciones entre los recursos naturales y su aprovechamiento y en factores económicos y sociales que deben optimizar en términos de maximizar el bienestar colectivo (13).

La ordenación del territorio permite:

".....estudiar el espacio y sus componentes puede proponerse una ocupación racional, basada en el principio de la vocación de uso de los recursos, es decir se parte del análisis de las aptitudes, sin hacer intervenir la acción del hombre, este primer enfoque da un marco general donde intervenir racionalizando orden natural; en este segundo nivel de intervención se organiza el espacio de acuerdo a otros elementos valorativos procurando principalmente mantener el equilibrio de las fuerzas productivas....." (14) (15).

---

(13) Gabaldón. A.J., "Presentación" en Venezuela. Ministerio de Obras Públicas. "Programas de Desarrollo Guanare- Masparro". Caracas. (Venezuela) 1975.

(14) Buroz C.E., "La Ordenación del Territorio y la Agricultura" (Trabajo en preparación) Caracas (Venezuela) 1983.

(15) Vid. Aspúrua Q.P.P. "La Planificación y la Administración de las Aguas. Instrumento para la Ordenación del Territorio". AIDA II-76 s/f47 (3 tomos) Tomo 2 Annales Juris Aquarum. Caracas (Venezuela) 1976.

Todo dentro de la definición que hace Pierre Masse de que la ordenación territorial de ser "La proyección geográfica del futuro".

El Congreso de la República que aprobó en el mes de julio del año en curso la "Ley Orgánica de la Ordenación del territorio" (11) ya había aprobado antes la "Ley Orgánica del Ambiente" (12). Ambas leyes han venido a conformar un marco de referencia de como administrar las aguas.

La Ley Orgánica de Ordenación del Territorio establece que el Plan Nacional de Ordenación del Territorio debe contener las grandes directrices de la:

- "La localización de las principales actividades industriales, agropecuarias mineras y de servicio
- Las políticas para la administración de los recursos naturales".
- El señalamiento y la localización de las grandes obras de infraestructura relativas a energía, comunicaciones terrestres, marítimas y aéreas; aprovechamiento de recursos hidráulicos; saneamiento de grandes áreas y otras análogas".(Artículo 9).
- "...con el fin de lograr una armonía entre el mayor bienestar de la población y uso de los recursos naturales y la protección y la valorización del medio ambiente como objetivos fundamentales del desarrollo integral". (Artículo 2).

Y en su Artículo 3º establece que:

- "El desarrollo agrícola y el ordenamiento rural integrado, para mejorar las condiciones de habitabilidad del medio rural y para la creación de la infraestructura necesaria para el fomento de la actividad del sector agropecuario".(10).

Para asegurar que este proceso se pueda cumplir sin detrimento de las potencialidades de los recursos naturales en el tiempo; de una competencia indeseable de las tierras por las diversas actividades que demanda el progreso integral del país; por las grandes extensiones que ocupa la agricultura y entre ellas las áreas drenadas regadas y saneadas es ineludible que estas áreas deben estar reglamentadas por las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Ordenación del Territorio.

---

(11) República de Venezuela. Ley Orgánica de la Ordenación del territorio. Gaceta Oficial N°3238 Extraordinaria del 11 de Julio de 1983.

(12) República de Venezuela. "Ley Orgánica del Ambiente". Gaceta Oficial N° 31004 Extraordinaria del 16 de junio de 1976.

(10) Oberto G.L.E. "Formulación y Evaluación de Proyecto en la Planificación del Desarrollo" Conferencias en el Colegio de Ingenieros de Venezuela, mimeografiado. Caracas (Venezuela) Febrero de 1971.

Actualmente está en preparación un Plan Agrícola Nacional a Largo Plazo dentro de estos lineamientos cuya meta fundamental es el autoabastecimiento de los productos agroecológicamente adaptados ya adaptables tratando de intensificar el uso de las tierras agrícolas actualmente bajo explotación y al mismo tiempo ampliar la frontera para esta actividad.

Ya antes de la aprobación de esta Ley basado en los trabajos de COPLANARH se realizaron estudios de Ordenación territorial para diversos desarrollos agropecuarios tales como en las áreas de vocación agrícola de los ríos Uribante-Caparo, Portuguesa, Santo Domingo-Canagua en el piedemonte oriental de los Andes venezolanos; para el saneamiento del Sur del Lago de Maracaibo todas ellas ubicadas al Oeste del país; las obras de recuperación de tierras en el Sur con los Módulos de Apure y en la Cuenca del río Unare en la región centro-oriental.

El ordenamiento legal establecido en la Ley Orgánica de la Ordenación del Territorio está en concordancia con lo establecido en el Plan Nacional de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos en el Aparte 3 "Agua para la Agricultura"(8) que recomienda construir dos tipos de obras hidráulicas que permitan disponer de:

- "...aquellos volúmenes de necesaria aplicación artificial a los cultivos para desenvolvimiento biológico y que no son suplidos en forma natural por las lluvias,"
- ".....el mantenimiento de una adecuada humedad en el suelo no sólo implica la aplicación artificial de las aguas suplementarias requeridas: el riego, sino también el imprescindible desague de los excedentes: el drenaje".(8).

También señala el Plan que:

"El rendimiento de la inversión en riego no deberá estimarse solamente en términos económicos, pues el provecho social puede llegar a ser determinante en un programa de inversiones de las obras de riego por cuanto que los beneficios en el bien público son de una gran importancia para la Nación...."(8).

---

(8) República de Venezuela COPLANARH..."El Plan..."opus.cit.

Por otra parte y la experiencia luego lo ha comprobado que:

"El aprovechamiento de los suelos inundables y de mal drenaje como factor de producción agropecuario será de primordial importancia dado la gran extensión de este tipo de áreas disponibles del país." (8).

Mucho se ha estudiado y publicado en Venezuela desde la promulgación del Plan Nacional de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos pero más recientemente al evaluar nuestras conclusiones de hace una década podría decir que:

".....el regadío y el saneamiento son la mejor manera de garantizar una producción estable, oportuna, sostenida y estratégica de los renglones agrícolas necesarios para alimentar la población del país y abastecer nuestra industria de alimentos y de vestidos y hasta ciertos materiales de construcción, dentro de una sana política de conservación, defensa y mejoramiento del ambiente y de nuestros recursos naturales, en el entendido de que el recurso de mayor importancia es el hombre que habita en nuestro territorio y como riqueza natural es a quien debe procurársele la mayor protección y atención". (3).

Exponer como se determinan las demandas de agua para la agricultura y cuales serían las áreas regables, drenadas y saneadas; no parece procedente en esta oportunidad, pero vale señalar que los volúmenes requeridos para el riego en el trópico son de tan considerable proporciones que merecen consideración especial para cada país y dentro de ellas para cada región. Una recomendación parece prudente en el sentido de que es necesario elaborar un estudio de las características agroclimáticas y un mapa de uso de la tierra para así poder dividir en áreas de producción.

1. donde sea imprescindible el riego
2. donde es recomendable pero no imprescindible el riego
3. destinadas a ganadería de leche o predominantemente de leche, que hace imprescindible el riego; y,

---

(8) República de Venezuela. COPLANARH .."El Plan..."opus cit.

(3) Franceschi A.L. y P.P.Azpúrua Q. "Evaluación de los Sistemas de Riego" opus cit.

4. destinadas a la ganadería intensiva de "ceba" donde sea recomendable el riego.(3).

Se puede disponer de los suelos aptos para la agricultura, de los fondos financieros necesarios para las inversiones en riego, drenaje y saneamiento y hasta tener una política de riego bien instrumentada pero se debe tener presente adicionalmente que:

"Un sistema de riego como todo sistema es un conjunto de elementos naturales, humanos, financieros, institucionales, sociales y políticos, ordenamientos relacionados entre sí para el logro de determinados objetivos y el cumplimiento de metas programáticas" (3).

La experiencia de Venezuela es que un sistema de riego o un grupo de sistemas de riego no consiguen sus objetivos si no son definidos claramente las metas a cumplir y si no se reconocen e identifican los elementos que deben relacionarse y ordenarse sobre la base de que:

"...un sistema de riego es una expresión de una modalidad de producción donde hay que relacionar armónicamente al hombre con la tierra, el agua y los cultivos". (3).

Poco valdría una institucionalización dentro de una organización de la planificación de los recursos hidráulicos si el hombre no está preparado técnica y económicamente para que este hombre libremente pueda escoger su trabajo y educarlo desde el mismo momento que se decide el proyecto de obra de riego y en la misma forma que se hacen las obras de infraestructura se debe preparar infraestructura humana, porque es esta la que hace posible el éxito de las inversiones desde un punto de vista social pues es la agricultura en general y las de regadío especialmente la que servirá de garantía y seguridad para la producción agrícola. Con hombres libre y educados la productividad en las áreas bajo riego compensará el esfuerzo del agricultor dentro de una unidad operacional y administrativa.

---

(3) Vid. Franceschi A.L. y P.P. Azpúrua Q. "Evaluación de los Sistemas de Riego" "Introducción". opus.cit.

(3) Franceschi A. L y P.P. Azpúrua A. "Evaluación de los Sistemas de Riego.opus.cit

D. La Acotación Final.

1) Hasta la primera mitad de este siglo , las actividades de previsión del futuro, presentaba dos aspectos fundamentales para enfocar la problemática; una, considerar la evolución como la búsqueda de un equilibrio que le era intrínseco, donde la acción del hombre o la influencia de las instituciones tenían relativamente poca importancia; y otra aunque dinámica, colocaba la acción intencional del hombre en el futuro estrechamente condicionada por las leyes de la historia. Solo avanzada la segunda mitad de este siglo, es cuando se reconoce a las sociedades como el resultado de una creación colectiva y el papel que estas tienen, en cuanto a la creación del porvenir.

2) He tratado de generalizar la experiencia venezolana porque estoy persuadido de que en planificación, especialmente en la de recursos hidráulicos, no hay patrón unico para actuar, precisar situaciones de lugar y tiempo es uno de los grandes errores cometidos por los consultores y autores que aislándose de los medios donde actúan a diario tratan de imponer soluciones desligadas de la realidad. Es por ello que nuestra mayor experiencia está en la Planificación Estratégica que sin caer en soluciones pragmáticas, considere que el pasado no puede ser determinante del futuro pero si es condicionante, sin "chaquetas de fuerza" impuesta por los planificadores, pero sí orientadas con sus estudios, diagnósticos y recomendaciones a lograr una armoniosa distribución de las aguas para los diversos fines y destinos que interesan a los usuarios pero principalmente a la sociedad.

3) Finalmente me atrevería recomendar, que de acuerdo a una política agrícola nacional realizar un programa de obras hidráulicas con destino a riego, drenaje y saneamiento de tierras de acuerdo a los planes nacionales de ordenación del territorio y de los recursos hidráulicos que permite marchar por aproximaciones sucesivas, para ir dotando a las áreas en desarrollo agrícola de aquellas obras que requiera su ordenación de manera de activar la potencialidad de sus recursos naturales -suelo y agua- y al mismo tiempo preparar al hombre que allí habrá que trabajar: infraestructura humana.



## Bibliografía.-

- ) WITTOFOGEL.K. "El Despotismo Oriental, Estudio Comparativo del Poder Totalitario". Edición Guadarrama Madrid (España) 1966.
- ) UNAMUNO.M. "Del Sentimiento Trágico de la Vida" (Duodécima Edición). Colección Austral. Espasa-Calpe S.A. Madrid (España). 1971.
- ) FRANCESCHI A.L., y P.P AZPURUA Q. "Evaluación de los Sistemas de Riego". Talleres Tipo Litográficos de la Dirección de Cartografía Nacional. Caracas (Venezuela), 1978.
- ) AZPURUA.P.P, y A.J.GABALDON "Recursos Hidráulicos y Desarrollo". Editorial Tecnos S.A. Madrid (España) 1976.
- ) KIRBY R.R: S.WILHINGTON: A DARLING et al. "Engineering in History" Mc.Graw-Hill Book Company New York (USA) 1956.
- ) LINLEY, R.K., y J.B. FRANZINI "Water Resources Engineering" Mc.Graw-Hill Book Company New York (USA) 1979.
- ) AZPURUA Q; PP W. CORRALES, C SOSA G. "Bases para una Ley de Ordenación del Territorio (mimeografiado) Caracas (Venezuela)1979
- ) República de Venezuela. COPLANARH. "Plan Nacional de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos" (2 Tomos) "El Plan" (Tomo I) Talleres Tipo-Litográficos de la Dirección de Cartografía Nacional Caracas (Venezuela) 1972.
- ) AZPURUA Q. P.P y C.SOSA DE MENDOZA..."Venezuela: Bases de una Política Hidráulica. Editorial Latina. Caracas (Venezuela). 1972.
- 0) OBERTO G. L.E "Formulación y Evaluación de Proyecto en la Planificación del Desarrollo" Conferencias en el Colegio de Ingenieros de Venezuela. Mimeografiado. Caracas (Venezuela) Febrero 1971.
- ) República de Venezuela. Ley Orgánica de la Ordenación del territorio. Gaceta Oficial N° 3238 Extraordinaria del 11 de julio de 1983.
- ) República de Venezuela. "Ley Orgánica del Ambiente" Gaceta Oficial N° 31004 Extraordinaria del 16 de junio de 1976.
- ) GABALDON. A.J. "Presentación" en Venezuela. Ministerio de Obras Públicas. "Programa de Desarrollo Guanare-Masparro". Caracas (Venezuela) 1975.
- ) BUROZ C. E., "La Ordenación del Territorio y la Agricultura" (trabajo en preparación). Caracas (Venezuela) 1983.
- ) AZPÚRUA Q.P.P., "La Planificación y la Administración de las Aguas Instrumento Condicionante para la Ordenación del Territorio". AIDA. II 76 s/f (3 tomos) Tomo 2. Annales Juris Aquarum. Caracas (Venezuela) 1976.





**VII SEMINARIO  
LATINOAMERICANO  
DE IRRIGACION**

**SANTIAGO DE CHILE, 28 DE NOVIEMBRE  
AL 2 DE DICIEMBRE DE 1983**

**DOCUMENTO D-3**

✓  
**"CALIDAD DE LAS AGUAS DE RIEGO EN CHILE"**

**Por: Ing. Agr.M.Sc.Sergio P.González M. (\*)**

---

**(\*) Instituto Investigaciones Agropecuarias (INIA) Chile.**



## CALIDAD DE LAS AGUAS DE RIEGO EN CHILE

Sergio González Martínez (1)  
Ingeniero Agrónomo M. Sc.

### INTRODUCCION

La agricultura, base de la alimentación mundial, está viéndose enfrentada a un gran desafío, una de cuyas manifestaciones es una progresiva reducción, tanto de la disponibilidad como de la calidad, de los recursos hídricos empleados en riego.

Es indudable que este desafío adquiere una connotación mayor en aquellos ecosistemas donde, por características propias de escasa precipitación o mala distribución de las lluvias, los déficits hídricos son máximos y el suplemento de aguas debe ser, también, máximo.

### CARACTERISTICAS DEL DESAFIO

#### 1. Aspecto cuantitativo

La posibilidad de transformar un ecosistema agrícola de características extensivas, debido a déficits en los aportes naturales de agua, en otro intenso de mayor productividad unitaria, en base a aportes suplementarios de aguas captadas desde ríos, lagos o corrientes subterráneas, se conoce desde muy antiguo. La magnitud de este cambio está condicionada por la disponibilidad de aguas que puedan ser fuente de riego.

Mientras la sociedad humana fue poco numerosa y mantuvo una estructura agraria, el conflicto de intereses, entre los diferentes usos del agua, no fue evidente o no existió. Existía, además, la posibilidad de colonizar nuevas regiones del planeta, en caso necesario.

En la actualidad, este conflicto es omnipresente en la agricultura de riego, puesto que los recursos hídricos continentales se ven sometidos a presiones adicionales crecientes, y que obedecen a la necesidad de sostener el acelerado crecimiento tecnológico y satisfacer las necesidades básicas de una población en crecimiento exponencial. Las posibilidades de colonización de nuevas áreas o el uso de nuevos recursos de aguas dulces se encuentran, prácticamente, agotadas.

---

1) Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Estación Experimental La Platina, Santa Rosa 11610, Fono 586061, Casilla 5427, Santiago, Chile.

Bajo estas situaciones de crisis, el uso agrícola de las aguas no parece ser prioritario, yendo detrás del uso poblacional e incluso, industrial. Chile no escapa a estas situaciones: el Valle Aconcagua, ubicado en la V Región, presenta necesidades de agua superiores a la dotación de los cursos superficiales (Chile-IREN, 1979); la II Región del país, una de las zonas más secas del planeta y que cuenta con una dotación total de 20 m<sup>3</sup>/seg para un área de 129.000 km<sup>2</sup> (Guillier, 1983), verá aumentar la demanda de agua por uso urbano y minero en un 90% y 315%, respectivamente, entre los años 1977 y 2005, en tanto que el incremento en la dotación de agua para riego no será posible en este lapso de tiempo (Alonso, 1983a).

En consecuencia, el aumento de la eficiencia en el uso del agua de riego, mediante el desarrollo de técnicas que propendan a la disminución de pérdidas en la conducción y aplicación de las aguas, es un aspecto de vital importancia.

## 2.2. Aspecto cualitativo

El aspecto cuantitativo de las dotaciones hídricas es sólo una parte del problema. El otro factor, también limitante del desarrollo agrícola es la calidad de las aguas.

Existe una concordancia muy estrecha entre grado de aridez, esto es, magnitud del déficit hídrico de un ecosistema, y el grado de salinidad de las aguas continentales. Ello es fácilmente concebible: al existir condiciones de sequía pronunciadas, el desarrollo de la litósfera es reducido a una disgregación preferentemente física del material mineral, dando por resultado, la existencia de suelos incipientes y abundantes acumulaciones salinas; por ello, los cursos de aguas, que necesariamente atraviesan dichos depósitos, se verán enriquecidos en sus composiciones químicas, con el consiguiente desmedro en sus posibilidades de uso (Alonso, 1983a).

Siendo este hecho dependiente del grado de aridez, se observa una situación aparentemente paradójica: aquellos ecosistemas mayormente necesitados de agua, reciben aguas continentales con un elevado grado salino lo que, obviamente, limita aún más las posibilidades de desarrollo de dichas regiones.

## 2.3. Degradación de los recursos hídricos continentales

Además de los factores naturales, limitantes del desarrollo agrícola, se asiste en los últimos años, a un proceso de degradación creciente de la calidad natural de las aguas; este proceso, de origen antrópico, es una resultante del mal uso que el hombre hace de este recurso.

Nos referimos a la Contaminación Hídrica, la cual se origina en la descarga incontrolada de productos o sustancias residuales de las propias actividades antrópicas, como por ejemplo, aguas servidas de centros urbanos, residuos industriales líquidos, relaves mineros, entre otros.

No obstante ser un fenómeno generalizado a nivel mundial, es indudable que el mayor impacto potencial de la contaminación de las aguas sobre la producción de alimentos, tanto en sus variables cuantitativas como cualitativas, estará en los ecosistemas bajo riego. Debido a una ineficiente dispersión de las cargas contaminantes, ellos están mayormente expuestos a recibir can

tidades elevadas de substancias extrañas, algunas tóxicas (agentes contaminantes), a través de las aguas de riego.

Las consecuencias de esta contaminación hídrica, no sólo del recurso continental, se hacen progresivamente más evidentes: extinción de flora y fauna acuáticas nativas, eutroficación de cuerpos de aguas, proliferación de microorganismos patógenos debida a las descargas de materias fecales y pérdida de la sanidad ambiental, con la consiguiente pérdida de productividad, calidad o sanidad de los alimentos obtenidos.

Desafortunadamente, en países como el nuestro, en vías de desarrollo y con limitados recursos económicos, el permanente conflicto de intereses entre necesidades básicas de desarrollo y de asistencia social, con respecto a necesidades de protección ambiental, en muchos casos sin arraigo en la sociedad, hace que los Programas Nacionales definidos no cuenten con estructuras adecuadas, que permitan una capacidad suficiente de respuesta o prevención.

## CALIDAD DE LAS AGUAS DE RIEGO EN CHILE

### 1.1. Necesidades de riego

Por su disposición geográfica, comprendida en un transecto longitudinal entre el Océano Pacífico y la Cordillera de Los Andes, Chile ostenta variadas condiciones climáticas, que van desde condiciones polares en su extremo sur, hasta condiciones desérticas, quizás las más pronunciadas del planeta (Guillier, 1983), en su extremo norte.

Uno de los factores del clima, con mayor incidencia en la definición del tipo de agricultura, es la precipitación anual; un cuadro estadístico nacional se presenta en el Cuadro 1. De él, se desprende que la precipitación es variable a lo largo de nuestro territorio, existiendo zonas con exceso de lluvias y otras con déficit casi absoluto.

Esta característica, unida a otros factores climáticos, como distribución anual de las lluvias, estacionalidad, duración de la época seca, define una necesidad de riego en la agricultura desde el límite norte del país hasta la IX Región de la Araucanía (aproximadamente, 38° L.S.). El detalle de la superficie regada se presenta en el Cuadro 2.

Las necesidades de agua de los ecosistemas incluídos entre ambos límites, son variables. Hacia el límite sur del área regada, el déficit hídrico es mínimo, siendo el riego de carácter eventual. Hacia el norte, las necesidades de riego aumentan gradualmente, para llegar a la zona central del país, especialmente las Regiones VI, Metropolitana y V, donde la agricultura sólo puede subsistir gracias al riego; de allí que la superficie regada corresponda a la totalidad del área cultivada.

Siguiendo al norte, y a partir de la IV Región (aproximadamente, al norte del paralelo 30° L.S.), empieza el predominio de las condiciones áridas, las que se intensifican en las tres primeras Regiones del país. En estas zonas, la agricultura sólo puede desarrollarse en áreas muy particulares y de reducida extensión, como son los Valles de Azapa, Lluta, Pica y Camaro -

nes (I Región), y Quillagua, San Pedro de Atacama y Toconao (II Región). Evidentemente, no sólo la escasísima dotación de aguas es limitante para el desarrollo agrícola, sino que también el tipo de suelos, su salinidad y la calidad de las aguas.

### 3.2. Calidad natural de aguas de riego en Chile

Tal como se desprende del Cuadro 3, en Chile debe considerarse, preferentemente, la calidad de los cuerpos superficiales de aguas, dado que más del 90% del agua usada como fuente de riego es captada desde ellos.

Del análisis del Cuadro 4, que reúne algunos antecedentes químicos de cuerpos superficiales de aguas, se deduce, sin lugar a dudas, que la calidad de las aguas es un factor limitante para las áreas agrícolas bajo clima árido o semi-árido, correspondientes a las Regiones I, II, III y IV (Alonso, 1983a; Estay, 1983; Guillier, 1983).

A la altura de la V Región, el grado salino de las aguas disminuye abruptamente, lo que permite clasificarlas como de buena aptitud para riego. Es evidente que las aguas del río Aconcagua poseen una carga química absolutamente diferente a las aguas de las regiones nortinas (González, 1983a).

La pobre aptitud para riego de las aguas del norte chileno no se debe a la elevada carga química de sulfatos, cloruros o sodio, exclusivamente. Paralelamente, estas aguas poseen un alto contenido en elementos potencialmente tóxicos, como boro y arsénico; este hecho es una resultante del volcanismo cuaternario, aún activo, de la zona (Pastenes y Acevedo, 1983a). Algunos antecedentes son entregados en el Cuadro 5.

Incluso, ello ha obligado a la construcción de plantas de tratamiento en Antofagasta (1970) y Calama (1978), ambas dentro de la II Región, con el fin de rebajar el contenido arsenical del agua potable, desde 0,2 o 0,4 mg/l a menos de 0,11 mg/l (Guillier, 1983).

Bajo estas condiciones, si se aplicaran los criterios establecidos en la Norma Oficial Chilena para Aguas de Riego (CHILE-INN, 1978), la casi totalidad de las aguas del norte se clasificarían como no aptas para riego. Sin embargo, la agricultura en esas zonas y con esta calidad de aguas, es una actividad que, si bien reducida en extensión, persiste desde el tiempo de los incas, lo cual significa que la aptitud para riego de dichas aguas es superior a la predecible (Alonso, 1983a).

Es evidente que los criterios de clasificación de aguas para riego no son operantes, bajo las condiciones ecológicas del norte chileno. Probablemente, ello se debe a que la definición de éstos se efectuó en condiciones ecológicas absolutamente distintas; no es misterio que nuestros países, por falta de información científica acabada, tienden a copiar normativas de países desarrollados.

Si bien esta operativa puede ser un buen punto de partida, no es menos cierto que no es suficiente. Se hace necesario entonces, definir la validez de los criterios, de acuerdo con nuestras propias condiciones naturales, en un proceso creativo que no debe ser descuidado.



Un avance en este sentido, digno de ser destacado, es la proposición de un nuevo criterio para definición de aptitud de riego de aguas del norte chileno, presentado por Alonso (1983c) al III Simposio sobre Contaminación Ambiental, efectuado en Santiago durante Octubre del presente año.

### Contaminación hídrica en Chile

Las aguas continentales chilenas, al igual que en todo el mundo, se están viendo afectadas en su calidad natural, por la introducción incontrolada de cantidades crecientes de residuos de actividades antrópicas.

Aunque su velocidad de desarrollo es menor que el avance del problema ambiental, no puede dudarse que la conciencia pública y la preocupación nacional sobre el deterioro ambiental va creciendo en Chile. Prueba de ello, fue la ejecución de tres importantes eventos científicos nacionales, durante el presente año, a saber:

- Segundas Jornadas Nacionales Universitarias del Medio Ambiente, efectuado en Valdivia (X Región), en el mes de Mayo.
- Primer Encuentro Científico sobre el Medio Ambiente, efectuado en La Serena (IV Región), en Agosto, y
- III Simposio sobre Contaminación Ambiental, orientado al Recurso Agua, efectuado en Santiago (Región Metropolitana) durante el mes de Octubre.

Los trabajos presentados permiten formarse una idea de la situación nacional general sobre el deterioro de las aguas del país; sin embargo, este conocimiento es parcial y no involucra, en la mayoría de los estudios, una evaluación del impacto sobre la dinámica ambiental y sobre la productividad de los sistemas agrícolas.

El proceso contaminante de aguas para riego, de mayor relevancia en Chile, es el derivado de las descargas de aguas servidas no tratadas, proceso que se asocia, generalmente, con una proliferación de microorganismos, algunos patógenos para el ser humano, transmitidos a través de las deposiciones humanas; por ello, se ha llamado, también, contaminación biológica de las aguas.

Debido a la inexistencia de un sistema nacional de plantas de tratamiento de aguas servidas, esta contaminación se presenta a lo largo de nuestro territorio, llegando hasta cursos de gran caudal, como es el río Valdivia, en la X Región (Schoebitz y Montes, 1983).

Es indudable que la máxima magnitud de este proceso se presenta en las aguas influenciadas por las descargas de nuestra capital, ciudad que congrega a más del 40% de la población total del país. Algunos antecedentes se presentan en el Cuadro 6.

Si bien se cree que este tipo de contaminación no afecta la potencialidad productiva de los ambientes agrícolas de riego, ello no es tan cierto. De hecho, el primer perjuicio que recibe la agricultura se refiere a la reducción significativa de alternativas de cultivos.

En un intento por reducir la alta incidencia de enfermedades infecciosas en nuestra población, las autoridades metropolitanas del sector Salud prohibieron, a partir de Mayo de 1983, el cultivo de algunas hortalizas en áreas regadas con aguas servidas o contaminadas con aguas servidas y cuyo índice sea superior a 1.000 coliformes fecales por 100 ml de agua.

Además de la incidencia directa sobre la salud poblacional, debido a la contaminación de alimentos por microorganismos patógenos, las aguas servidas enriquecen las aguas en nitrógeno y fósforo, como lo demuestra un estudio efectuado en el río Aconcagua (González, Bergqvist e Ite, 1983), y cuyos resultados se presentan en la Figura 1. No obstante el posible beneficio que podría significar el riego con aguas contaminadas en estos elementos, no puede olvidarse el peligro que, para la salud humana, representa la presencia de nitritos, agente carcinogénico, en aguas que también son usadas para el consumo humano de la población rural, dada la escasa cobertura del servicio de potabilización de aguas en estas áreas.

Otro aspecto importante de considerar en la contaminación de aguas de riego por el servicio urbano, es el aporte de sustancias químicas, las que podrían llegar a afectar la agricultura, a través de sus acumulaciones en los suelos. Los contenidos residuales de detergentes, por ejemplo, que llegan hasta el ámbito agrícola pudieran estar afectando la calidad de los suelos; este proceso no ha sido estudiado en Chile.

Debido a que las aguas servidas incluyen la mayor parte de los residuos industriales líquidos (RIL), su incorporación a cursos de aguas empleados en riego se traduce, también, en un aumento de otras sustancias químicas, residuales de las actividades industriales; de éstas, la mayor importancia la tienen los metales pesados.

El diagnóstico de esta situación es incipiente pero, día a día, se está obteniendo una mayor información en Chile. Se sabe que las aguas del río Aconcagua, por ejemplo, se enriquecen en algunos elementos, como cobre, cinc, plomo, cadmio, a medida que el río recibe descargas de aguas servidas (González, 1983b) (Figura 2); también, las aguas del río Mapocho y Zanjón de la Aguada, aumentan su carga de elementos pesados una vez que reciben las descargas de alcantarillas de Santiago (Gaslaschi, Vergara y Schalscha, 1983; Schalscha y Vergara, 1981).

Los metales pesados no sólo pueden ser liberados a través de las aguas servidas. Dada la gran riqueza minera del país, una de las fuentes potenciales de mayor trascendencia es la existencia de grandes centros mineros cupríferos en la alta cordillera, en el nacimiento de ríos tan importantes como el Aconcagua (V Región), Mapocho (R. Metropolitana) y Cachapoal (VI Región).

Una prospección sistemática llevada a cabo entre los años 1981 y 1983, en las aguas del sistema del río Aconcagua (ríos Blanco y Juncal), detectó un enriquecimiento en molibdeno de las aguas de los ríos Blanco y Juncal al recibir descargas provenientes del centro minero de Saladillo (González, 1983b), según consta en la Figura 2. Antecedentes parciales indican que

las aguas de los ríos Mapocho (Gaslaschi, Vergara y Schalscha, 1983) y Cachapoal (1) contienen importantes cantidades de cobre a su ingreso a los valles; sin embargo, los antecedentes no son suficientes para discriminar entre contenidos naturales, superiores al límite de tolerancia establecido en la norma chilena (CHILE-INN, 1978), y a probable influencia de centros mineros.

En general, y considerando que la información recopilada no es suficiente, puede establecerse que nuestras aguas continentales están siendo amenazadas por una contaminación por metales pesados, habiéndose detectado ya algunas situaciones puntuales de contenidos excesivos con respecto a la norma chilena en vigencia.

Debido a que esta normativa ha sido definida de acuerdo a antecedentes extranjeros, cabe la duda razonable que sus criterios, así como los límites de tolerancia, no sean válidos para nuestras condiciones; al igual que para el caso de la definición de aptitud de riego de las aguas, es nuestra responsabilidad al definir la real validez de los criterios establecidos y su posterior adaptación a nuestras condiciones propias.

Otro tipo de contaminación de aguas, que tiene un interés más bien ambientalista que agrícola, es el de los residuos de pesticidas. Esta contaminación se origina en la propia agricultura y empieza a ser estudiado en Chile; por ello, no se tienen mayores antecedentes, salvo una prospección efectuada por INIA en el río Aconcagua, entre los años 1981 y 1983, donde sólo se encontraron trazas de algunos organoclorados.

## CONCLUSIONES

En relación a la disponibilidad de aguas para riego, la situación chilena es la siguiente:

- existe una limitante cuantitativa del recurso agua en las áreas agrícolas, la que se inicia en la V Región, intensificándose hacia el norte del país,
- esta limitante cuantitativa está estrechamente relacionada con una limitante cualitativa natural del agua, la que se manifiesta por una elevada concentración de sales, incluyendo algunos elementos potencialmente tóxicos, como As y B,
- en general, todas las aguas de riego del país están sufriendo un creciente deterioro cualitativo, como consecuencia de procesos de contaminación de origen antrópico,

- el proceso de mayor envergadura es el de contaminación por aguas servidas, que conlleva una reducción significativa de las alternativas de cultivo,
- además de los aportes provenientes de aguas servidas, existe una alta probabilidad de contaminación de aguas de riego por metales pesados, debido a condiciones propias del país,
- se cuestiona la validez de los criterios establecidos en la Norma Oficial Chilena para aguas de riego, tanto en el caso de las aguas salinas del norte como en casos de contaminación por metales pesados, y
- es de indudable trascendencia efectuar un diagnóstico acabado, a nivel nacional y regional, de la situación actual de contaminación de aguas de riego y al mismo tiempo, evaluar sus impactos específicos sobre la producción agropecuaria.

## BIBLIOGRAFIA

- LONSO C., H. 1983a. Limitantes cualitativas y cuantitativas al uso agrícola del agua en el norte de Chile. Primer Encuentro Científico sobre el Medio Ambiente Chileno, CIPMA-U. de La Serena. La Serena (IV Región, Chile), Agosto, 1983. Vol. 1: TER. 86-89.
- \_\_\_\_\_ . 1983b. Aplicación de nuevo criterio propuesto para calificar aguas de riego en el norte de Chile. III Simposio sobre Contaminación Ambiental, orientado al recurso agua, INIA-Intendencia Región Metropolitana. Estación Experimental La Platina, Santiago (Región Metropolitana, Chile), Octubre 1983. Tomo I: 15-19.
- \_\_\_\_\_ . 1983c. Proposición de nuevo criterio para calificar aptitud de uso en riego para aguas del norte de Chile. III Simposio sobre Contaminación Ambiental, orientado al recurso agua, INIA-Intendencia Región Metropolitana. Estación Experimental La Platina, Santiago (Región Metropolitana), Octubre 1983. Tomo I: 10-14.
- ASTILLO M., G. 1980. Problemas de salud relacionados con el uso del agua. I Simposio de Contaminación del Medio Ambiente, INIA-Intendencia Región Metropolitana. Estación Experimental La Platina, Santiago (Región Metropolitana), Noviembre 1980. pp. 73-100.
- CHILE-INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICAS. 1976. V Censo Nacional Agropecuario. INE, Santiago, Chile.
- CHILE-INSTITUTO DE INVESTIGACION DE RECURSOS NATURALES. 1979. Elementos básicos para un plan de desarrollo de la V Región. Informe Final. IREN-U. Técnica Fed. Santa María, Valparaíso. Publicación 23.
- CHILE-INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIONES. 1978. Norma Oficial Chilena 1333: Requisitos de calidad de agua para diferentes usos. INN, Santiago.
- STAY L., A. 1983. Problemas de contaminación de recursos hídricos en la IV Región. III Simposio sobre Contaminación Ambiental, orientado al recurso agua, INIA-Intendencia Región Metropolitana. Estación Experimental La Platina, Santiago (R. Metropolitana), Octubre 1983. Tomo I: 61-65.
- ASLASCHI P., G., VERGARA F., I. y SCHALSCHA B., E. 1983. Metales pesados en el río Mapocho. III Simposio sobre Contaminación Ambiental, orientado al recurso agua, INIA-Intendencia Región Metropolitana. Estación Experimental La Platina, Santiago (R. Metropolitana), Octubre 1983. Tomo I: 66-69.

- GONZALEZ M., S. 1983a. Caracterización química de las aguas del río Aconcagua. Presentado a "Agricultura Técnica" (Santiago). En revisión.
- \_\_\_\_\_. 1983b. Contenido de metales pesados en el río Aconcagua. III Simposio sobre Contaminación Ambiental, orientado al recurso agua, INIA-Intendencia Región Metropolitana. Estación Experimental La Platina, Santiago (Región Metropolitana), Octubre 1983. Tomo I: 77-82.
- \_\_\_\_\_, BERGOVIST A., E. e ITE, R. 1983. Nitrógeno y fósforo en las aguas del valle Aconcagua. III Simposio sobre Contaminación Ambiental, INIA-Intendencia Región Metropolitana. Estación Experimental La Platina, Santiago (Región Metropolitana), Octubre 1983. Tomo I: 83-88.
- \_\_\_\_\_, BERGOVIST, E., VENEGONI, C. e INSUNZA, M. 1983. Coliformes fecales en aguas del río Aconcagua. III Simposio sobre Contaminación Ambiental, orientado al recurso agua, INIA-Intendencia Región Metropolitana. Estación Experimental La Platina, Santiago (Región Metropolitana), Octubre 1983. Tomo I: 89-93.
- GUILLIER O., A. 1983. Mecanismo de la acción contaminante natural en las fuentes de agua de la II Región. III Simposio sobre Contaminación Ambiental, orientado al recurso agua, INIA-Intendencia Región Metropolitana. Estación Experimental La Platina, Santiago (R. Metropolitana), Octubre 1983. Tomo I: 94-103.
- PASTENES, J. y ACEVEDO, E. 1983a. Presencia y distribución de arsénico en el sistema suelo-agua-planta en el norte de Chile. I. Contaminación arsenical de suelos, aguas y plantas. Primer Encuentro Científico sobre el Medio Ambiente Chileno, CIPMA-U. de La Serena. U. de La Serena, La Serena (IV Región-Chile), Agosto 1983. Vol. II: SAL 45-49.
- \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_. 1983b. Presencia y distribución de arsénico en el sistema suelo-agua-planta en el norte de Chile. II. Contaminación arsenical en la Quebrada de Camiña (I Región). Primer Encuentro Científico sobre el Medio Ambiente Chileno, CIPMA-U. de La Serena. U. de La Serena, La Serena (IV Región-Chile), Agosto 1983. Vol. II. SAL 50-54.
- RODRIGUEZ, A. 1961. Primer, Segundo y Tercer Informes sobre la calidad de las aguas del río Lluta, afluentes y río Caquena. Dirección de Agricultura y Pesca-Junta de Adelanto de Arica. Informes mimeografiados.
- SCHALSCHA, E. y VERGARA, I. 1981. Efecto del riego con aguas servidas no tratadas sobre el contenido de metales pesados en suelos y cultivos. II Simposio de Contaminación del Medio Ambiente, INIA-Intendencia Región Metropolitana. Intend. R. Metrop., Santiago, Noviembre 1981. pp. 68-69.

HOEBITZ, R. y MONTES, L. 1983. Efecto de la descarga de aguas servidas urbanas en una corriente fluvial de gran caudal. Valdivia, 1983. III Simposio sobre Contaminación Ambiental, orientado al recurso agua, INIA-Intendencia Región Metropolitana. Estación Experimental La Platina, Santiago (R. Metropolitana), Octubre 1983. Tomo I: 118-121.

ALLO, S., SOLARI, V. e IRIONDO, M. 1983. Calidad bacteriológica de aguas para riego en la Región Metropolitana. III Simposio sobre Contaminación Ambiental, orientado al recurso agua, INIA-Intendencia Región Metropolitana. Estación Experimental La Platina. Santiago (R. Metropolitana), Octubre 1983. Tomo I: 122-129.

MEMBRANO, L. y URRUTIA, B. 1961. Calidad de las aguas del río Lluta y afluentes. U. de Chile, Santiago. Boletín Técnico N° 9, 19 pp.

CUADRO 1. Distribución Regional de la Precipitación Normal Anual  
(en mm).

Región	Ciudad	Precipitación normal anual
I: Región de Tarapacá	Arica	1,1
"	Iquique	2,3
II: Región de Antofagasta	Antofagasta	4,9
III: Región Atacama	Copiapó	21,1
IV: Región de Coquimbo	La Serena	104,1
V: Región de Valparaíso	Valparaíso	374,8
Región Metropolitana	Santiago	330,2
VII: Región del Maule	Curicó	718,9
VIII: Región del Bío-Bío	Chillán	1.022,5
"	Concepción	1.328,8
IX: Región de la Araucanía	Temuco	1.308,4
X: Región de Los Lagos	Valdivia	2.264,7
"	Osorno	1.328,7
"	Puerto Montt	1.844,7
"	Ancud	2.437,5
XI: Región Aysén del Gral. C. Ibáñez	Puerto Aysén	2.961,3
"	Coyhaique	1.690,0
"	Balmaceda	723,2
XII: Región de Magallanes y la Antártica Chilena	Punta Arenas	462,6

Fuente : Boletín 319 (16/11/83) de la Dirección Meteorológica de Chile, dependiente de la Fuerza Aérea de Chile.



**CUADRO 2. Superficie total, potencialmente productiva, arable, cultivada  
(excluyendo plantaciones forestales) y regada. Detalle por re-  
giones (Chile - INN, 1976).**

Región	S U P E R F I C I E (hás)				
	Total	Pot. Produc.	Arable	Cultivada	Regada
I	5.807.270	769.545,5	10.464,3	7.880,7	7.699,4
II	12.530.630	115.621,3	3.547,4	2.747,1	3.046,6
III	7.826.750	329.936,2	22.256,8	11.050,2	12.731,3
IV	3.964.700	2.016.360,3	125.182,4	75.084,9	72.902,7
V	1.637.820	940.300,5	156.063,9	100.730,6	78.544,3
Metrop.	1.380.780	614.428,4	171.330,6	148.466,6	158.278,0
VI	1.792.360	1.159.574,4	324.001,7	223.735,0	206.434,7
VII	3.051.810	1.994.165,4	523.681,7	328.107,9	303.864,8
VIII	3.600.724	2.846.261,5	733.295,5	402.856,1	191.746,5
IX	3.247.180	2.632.864,4	725.870,7	425.714,6	32.507,2
X	7.260.870	4.205.119,1	440.306,2	297.685,0	-
XI	10.358.390	3.574.732,5	51.200,3	42.246,1	2.882,0
XII	13.203.350	6.963.982,8	45.728,1	39.959,2	3.281,9
Totales	75.662.634	28.162.892,3	3.332.929,0	2.106.264,0	1.073.919,4

CUADRO 3. Superficie regada, según captación de aguas (Chile, INN, 1976).

Región	S U P E R F I C I E R E G A D A (Has)			
	Total	Por canales o ríos	Por Agua pozo	Por ambos simultá- neamente o por separado
I	7.699,4	6.529,3	212,7	957,4
II	3.046,6	3.000,5	46,1	-
III	12.731,3	10.260,8	1.285,2	1.185,3
IV	72.902,7	68.207,9	1.545,8	3.149,0
V	78.544,3	60.243,7	7.709,1	10.590,2
Metropoli- tana	158.278,0	134.866,7	8.422,3	14.810,3
VI	206.434,7	194.425,9	6.475,1	5.511,4
VII	303.864,8	288.734,8	11.930,9	3.177,4
VIII	191.746,5	187.597,4	2.592,2	1.240,2
IX	32.507,2	31.815,4	637,4	54,4
X	-	-	-	-
XI	2.882,0	SD	SD	SD
XII	3.281,9	SD	SD	SD
<b>Totales</b>	<b>1.073.919,4</b>	<b>985.682,4</b>	<b>40.856,8</b>	<b>40.675,6</b>

SD= sin datos.

Continuación Cuadro 5.

Región	Fuente	As	B	F
II	Río Copiapó, en San Antonio		1,2 (1)	
	Río Copiapó, en Piedra Colgada		1,0 (1)	
	Río Copiapó, en María Isabel		1,5 (1)	
	Río Copiapó, en Angostura		3,4 (1)	
	límites máximos permisibles (Según NCH-1333)	0,10	0,75	1,00

1) Alonso (1983 b)

2) Guillier (1983)

3) Pastenes y Acevedo (1983 a)

4) Pastenes y Acevedo (1983 b)

5) Rodríguez (1961)

6) Zambrano y Urrutia (1961)

**CUADRO 6.** Contenido de Coliformes Fecales (NMP/100 ml) en algunos cursos superficiales de agua.

Región	Curso	Coliformes fecales	
V	Río Aconcagua, antes de ingreso al valle	< 1.000 <sup>(2)</sup>	
	Río Aconcagua, aguas abajo Los Andes	1.000 a 100.000 <sup>(2)</sup>	
	Río Aconcagua, aguas abajo San Felipe	10.000 a 250.000 y más <sup>(2)</sup>	
	Río Aconcagua, aguas abajo La Calera	10.000 a 250.000 <sup>(2)</sup>	
	Río Aconcagua, aguas abajo Quillota	1.000 a 50.000 <sup>(2)</sup>	
Metrop.	Río Mapocho, aguas arriba de Santiago	< 1.000 <sup>(1)</sup>	
	Río Mapocho, en Sta. Rosa de Las Condes (Stgo.)	130.000 <sup>(1)</sup>	
	Río Mapocho, en frente P. de Valdivia (Stgo.)	570.000 <sup>(1)</sup>	
	Río Mapocho, aguas abajo de Santiago	200.000 <sup>(1)</sup>	
	Río Mapocho, en Peñaflor (30 km. aguas abajo)	280.000 <sup>(1)</sup>	
	Canal San Carlos, en Providencia (Stgo.)	2.144 <sup>(4)</sup>	
	Canal Batucano, en Colina	> 16.000 <sup>(4)</sup>	
	Canal Esperanza Bajo, en Padre Hurtado	> 16.000 <sup>(4)</sup>	
	Río Maipo, en Puente Alto	1.000 <sup>(1)</sup>	
	Río Maipo, en Isla de Maipo	59.000 <sup>(1)</sup>	
	Río Maipo, en El Monte (unido con Río Mapocho)	190.000 <sup>(1)</sup>	
	X	Río Valdivia, en ribera aguas arriba de Valdivia	78 <sup>(3)</sup>
		Río Valdivia, en ribera aguas abajo de Valdivia	1.149 <sup>(3)</sup>

(1) Castillo (1980)

(2) González y colaboradores (1983)

(3) Schoebitz y Montes (1983)

(4) Tello, Solari e Iriondo (1983)

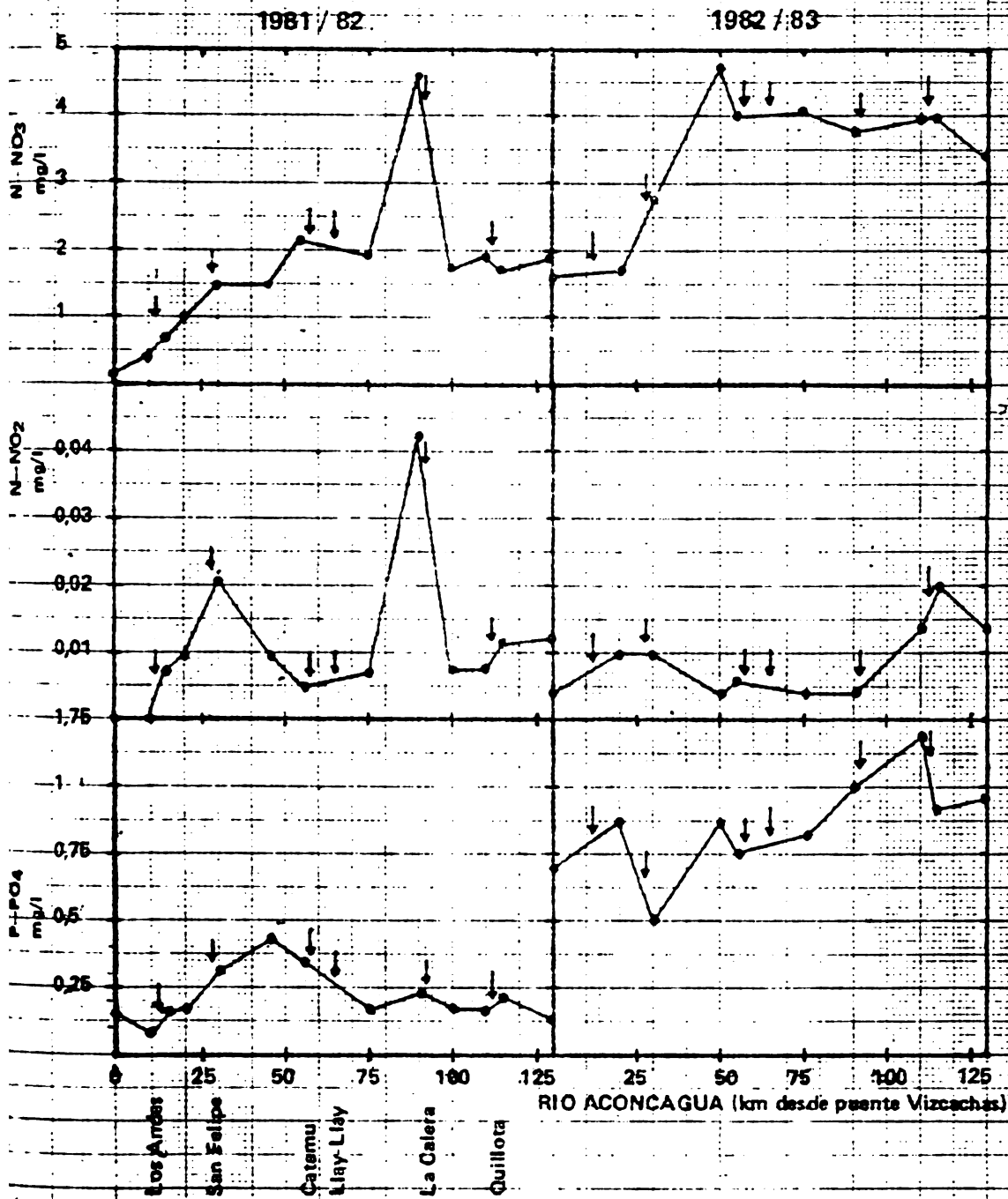


FIGURA 1: CONTENIDO DE N-NO<sub>3</sub>, N-NO<sub>2</sub> Y PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> EN AGUAS DEL RIO ACONCAGUA, km 0: RIO ACONCAGUA EN PUENTE VIZCACHAS.

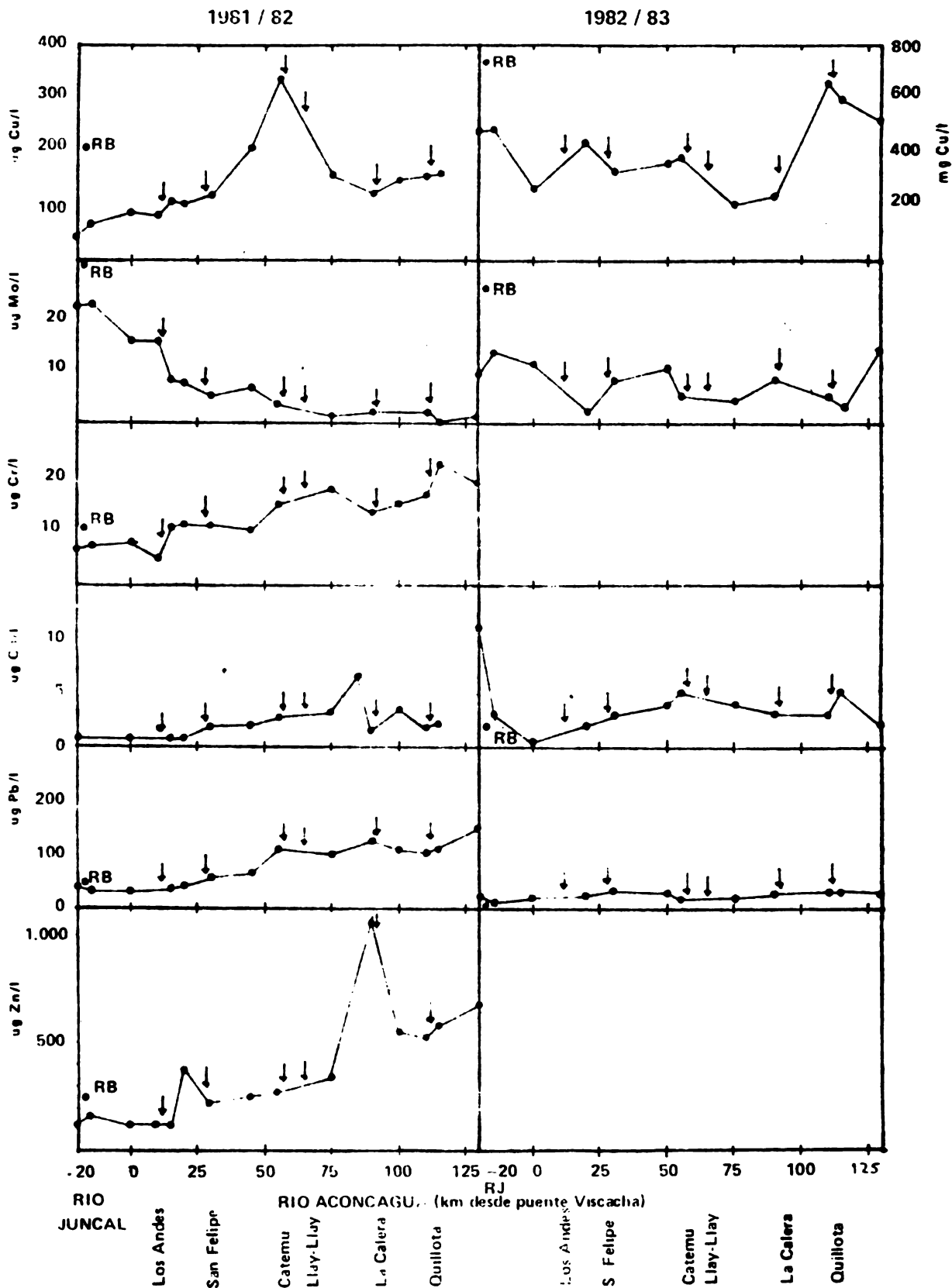


FIGURA 2. CONTENIDO TOTAL DE METALES PESADOS EN AGUAS DEL RIO ACONCAGUA Y AFLUENTES; RB: RIO BLANCO; RJ: RIO JUNCAL; KM 0: RIO ACONCAGUA EN PUENTE VIZCACHA'

**VII SEMINARIO  
LATINOAMERICANO  
DE IRRIGACION**

SANTIAGO DE CHILE, 28 DE NOVIEMBRE  
AL 2 DE DICIEMBRE DE 1983

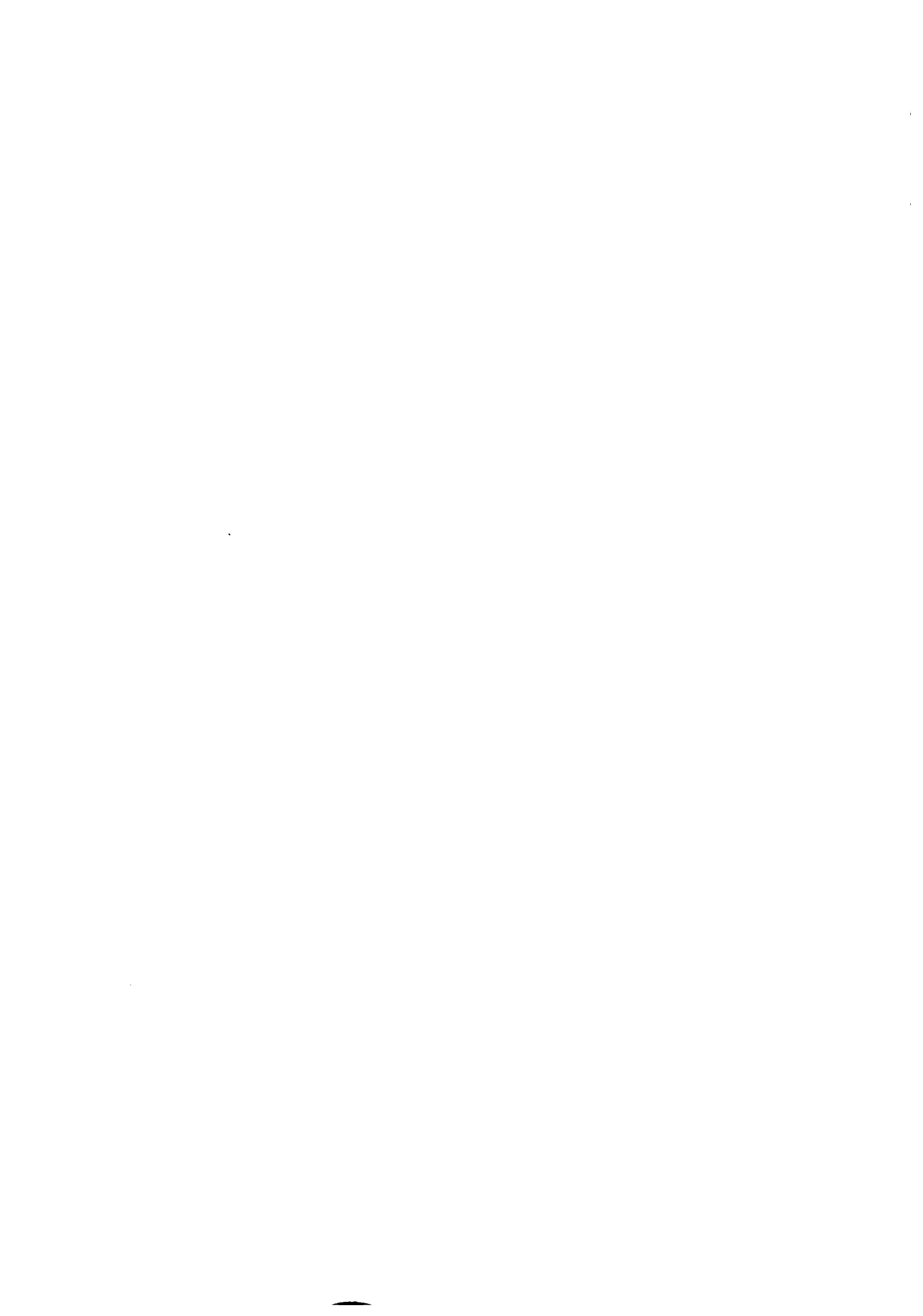
DOCUMENTO D-4

"LAS ORGANIZACIONES DE DESARROLLO REGIONAL PARA IMPULSAR EL APROVECHAMIENTO  
INTEGRAL DE LOS RECURSOS DISPONIBLES EN PROYECTOS DE IRRIGACION"

Por: Ing. Agr. Norberto R. Kugler(\*)

---

(\*)Administrador General, CORFO Río Colorado - Argentina.





LAS ORGANIZACIONES DE DESARROLLO REGIONAL PARA IMPULSAR EL APROVECHAMIENTO  
INTEGRAL DE LOS RECURSOS DISPONIBLES EN PROYECTOS DE IRRIGACION

Ing. Agr. Norberto R. Kugler

INTRODUCCION.

El desarrollo de proyectos agrícolas en zonas áridas basado en la irrigación de tierras es una modalidad que se repite a través de toda Latinoamérica. Muchos de estos proyectos no han logrado satisfacer las expectativas que generaron, otros en cambio, han sido exitosos.

A través del presente informe se pretende aportar un enfoque que a través de un caso concreto, demuestra que es factible lograr los objetivos que se proponen, siempre y cuando se cumpla con una serie de requisitos a tener en cuenta.

El proyecto que se analiza es el de CORFO-Río Colorado, una Corporación de Fomento -- que opera desde el año 1960 en el sur de la Provincia de Buenos Aires, Argentina, y -- cuya área de influencia es toda la superficie dominable con las aguas del Río Colorado. Son 533.536 Has. dentro de las cuales se pueden regar 143.785 Has. con concesión de riego. Existen 1.542 productores que cultivan las siguientes superficies:

Hortícolas	7.692 Has.	9,4 %
Cereales	32.316 Has.	40,0 %
Forrajeras	43.479 Has.	50,0 %
Frutales	525 Has.	0,6 %

El 50 % de estos productores tienen superficies menores de 80 Has.

La Corporación, que es una entidad autárquica, lleva invertidos más de 40 Millones de US\$ y el sector privado acompañó el proceso con un total de 50 Millones de US\$.

CORFO-Río Colorado aplica un plan de desarrollo rural integrado, por lo tanto, su accionar es multisectorial y es la autoridad regional de planificación y ejecución. Es dirigida por un Administrador General que ejecuta su accionar a través de dos Gerencias, una Administrativa y otra Técnica y los sectores que debe desarrollar, dependen de direcciones por debajo de éstas.

Actualmente el staff técnico de la Corporación es de 82 profesionales técnicos y personal contratado full-time, descontando éstos, el personal restante suma 215 personas.

ENFOQUE DEL PROYECTO.

La Corporación ha desarrollado una metodología de trabajo que se basa sobre el desa--

rollo de proyectos con un enfoque de sistema considerando que en la ejecución de éstos se deben integrar en forma coordinada los tres subsistemas que están constituidos por los beneficiarios, generalmente la demanda; el medio ambiente que es el beneficiario indirecto y la oferta, es decir los técnicos de CORFO u otros organismos que lo llevan a cabo. Esto ha permitido atender e integrar al proceso a los productores agropecuarios y una población regional de alrededor de 16.500 habitantes que se consideran verdaderos protagonistas del programa de desarrollo. La población urbana es de 8.500 habitantes y la rural de 8.000 habitantes

Un plan de Desarrollo Rural Integrado es, fundamentalmente, un proceso de tipo socioeconómico y por lo tanto, es necesario integrar un equipo interdisciplinario multiseccional que acometa todas las acciones a nivel horizontal y en forma sincronizada. Un diagnóstico de situación y la elaboración de un plan director, es una de las primeras tareas que se deben concretar. Este plan debe ser un verdadero resumen operativo gerencial donde se lleguen a definir todas las actividades en el tiempo.

El arte gerencial debe ser desarrollado al máximo en los primeros pasos del accionar de la Corporación. Los funcionarios que afronten esta etapa deben tener una mística tal, que transmita y contagie a todos quienes los rodean. Todos deben estar comprometidos del papel protagónico que deberán afrontar en un proceso a largo plazo que requerirá sacrificios, pero los resultados serán su recompensa. No entender ésto y no reconocerlo a tiempo en sus subordinados por parte del líder del proyecto, lo hará fracasar irremediabilmente.

En los Organismos de desarrollo de este tipo, es fundamental definir la dependencia del poder central en el más alto nivel y no de un área sectorial (Ministerio de Obras Públicas, Agricultura, Salud, Gobierno, etc.). De esta manera se tiene una gran capacidad de utilizar una estrategia de operación que pasa primero por el acuerdo con cada sector para el cumplimiento de actividades que deben ser concretadas en plazos estrictos a los efectos de mantener la sincronización de las diversas acciones. Deben reconocer que después del recurso humano escaso que obliga a no repetir organizaciones paralelas, el otro principal recurso que debe siempre tenerse en cuenta, es el económico. Por lo tanto, desde el mayor nivel, ésto debe discutirse con cada sector acordar una distribución equitativa a cada uno de ellos para que lleve a cabo los planes acordados. Esto se hace muy difícil si la Corporación depende de uno de estos sectores.

En segundo término, viene el requerimiento para controlar que cada sector efectivamente cumpla con lo pactado. Esto da origen a que se produzcan dos situaciones disímiles una que efectivamente se haya cumplido y por lo tanto la autoridad de desarrollo satisface su requerimiento, o la otra, que el Organismo responsable no cumpla. En este caso, la autoridad deberá asumir la responsabilidad de ejecutarla. Para ello debe

la transferencia de todos los medios que habían sido destinados al sector cuya responsabilidad ahora se le saca.

CORFO hay varios ejemplos de este tipo, que son uno de los factores de su éxito. El manejo del recurso hídrico para riego desde el principio fue acordado a la Corporación, quien además debía implementar todos los planes en tal sentido.

La infraestructura vial por convenio con la Dirección de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires, debía ser reconstruida por esta repartición. Ante el incumplimiento de esta acción por parte de la citada dirección, CORFO-Río Colorado asume esta responsabilidad y delega el mantenimiento en los Municipios.

Con la Dirección de la Energía de la Provincia de Buenos Aires, se convino que CORFO-Río Colorado debía incrementar la demanda de energía eléctrica regional. La Dirección apoyaba a las Cooperativas con motores para la satisfacción del crecimiento de la demanda. Cuando se logró un consumo organizado y un volumen de demanda que lo justificaba, se construyó la línea de 132 KV que interconectó la zona con el sistema nacional. Este convenio funcionó exactamente como fue acordado y prácticamente obligó a erogaciones a la Corporación más que aquellas destinadas a algunos proyectos y la consultoría técnica por parte de CORFO.

El organismo nacional que cumplió con lo pactado es Vialidad Nacional con la pavimentación de la Ruta Nacional N° 3 y en cambio el INTA no lo hizo en cuanto a la asistencia técnica y de experimentación agrícola necesaria para el éxito del proyecto. En este último caso, CORFO ha tenido que implementar un área de producción con el objeto de brindar el apoyo técnico necesario para el desarrollo agroindustrial y no fue satisfecho por dicho Instituto. Actualmente el INTA solamente se dedica a la investigación en aquellos aspectos que se convienen con CORFO.

La integración del beneficiario del proyecto, el agricultor, se ha logrado a través de la formación de consorcios, cooperativas, asociaciones, empresas, etc. que apoyadas por un buen sistema realista de extensión y capacitación en acción ha generado un gran número de agrupamientos que permiten hacer verdaderos talleres de dinámica social. A la fecha son 147 Consorcios de riego y desagüe, 13 Cooperativas, 6 Sociedades Anónimas y otras empresas.

La unidad de planificación del proyecto es la chacra. Desde allí se va tejiendo toda la malla de apoyos, que en última instancia son servicios, que a través de un sistema agroindustrial llega a colocar la producción en el mercado. En este proceso CORFO provee el nivel gerencial, organiza al sector privado y luego una vez que están en condiciones de operar, cede el sistema.

#### MODOS DE ACCION.

El accionar de la Corporación se divide en tres grandes áreas, que resumidamente son:

a) Mejoramiento de la infraestructura: consiste en la construcción y rehabilitación de todas las obras básicas para el desarrollo regional. Fundamentalmente, se centra en las de riego y drenaje donde se ha realizado el mayor esfuerzo y a la fecha está prácticamente adecuado a la demanda, habiéndose movido aproximadamente 20 millones de m<sup>3</sup> de tierra.

Actualmente la zona tiene 21.100 Has. sistematizadas de acuerdo a proyectos aprobados por la Corporación y 1.875 han sido reemparejadas con el sistema de rayo las. El ritmo de emparejamiento es de más de 2.000 Has. anuales.

Los caminos y las escuelas debieron encararse por cuenta de CORFO, ya que los Organismos específicos no contaron con partidas suficientes para realizar por sus propios medios estas obras. Además no tenían prioridad dentro de sus Organismos. El abastecimiento y distribución de energía eléctrica han quedado resueltos convenientemente con la dinámica acción de DEBA y las Cooperativas.

El abastecimiento de agua potable a los pueblos de la región, se ha resuelto y está en vías de solución el problema cloacal en una de las localidades con mayores problemas.

Uno de los déficits que no ha sido paliado y es uno de los principales problemas resolver de aquí en más, es el de la vivienda ya que existe un serio déficit en este, fundamentalmente porque los planes existentes en el país no fueron suficientes y el proyecto no fue catalogado como prioritario a nivel nacional.

b) Servicios: Los servicios que provee CORFO-Río Colorado son todos cubriendo los costos. Cumplen el objetivo de suplir las acciones de desarrollo que impulsa la Corporación con los medios necesarios para que el habitante (productor, industrial o diversos) de la región, pueda concretar sus planes.

Algunos de éstos son programas administrativos independientes, para facilitar su control, llegando algunos inclusive a ser empresas (S.R.L., S.A., etc.) con mayoría de CORFO o de los que participan en su desarrollo.

La filosofía subyacente en estos servicios es la subsidiariedad. Cuando cada uno se estudió y se puso en marcha como un proyecto experimental y luego pasó a piloto y finalmente demostrativo, se analizó hasta dónde los beneficiarios o clientes podrían participar y de acuerdo a este análisis se les dio entrada al proyecto.

Algunos de éstos fueron ideados con el fin de suplir una necesidad exclusiva del programa de CORFO (HORPREAL) y luego han salido a ofrecer sus servicios fuera de la región; otros nacieron como servicios para acciones extraregionales (SERCOPLAN) con el fin de aprovechar recursos humanos subutilizados.

A continuación se enumeran estos servicios.

- De Riego. Por medio de tres (3) Intendencias de Riego se atienden 143.785 hectáreas de riego y que actualmente se riegan 84.012 hectáreas. Estas Intendencias dependen del Gerente Técnico de CORFO.

- SEREQ (Servicio de Equipos). Para la atención del servicio de riego es fundamental disponer de un pool de máquinas propias con gran flexibilidad de operación - para atender las acciones rutinarias. Además los Consorcios requieren este servicio ya que difícilmente podrían disponer de equipos propios. La actividad privada tampoco los puede proveer por el carácter estacional de muchas labores. Por ello, se justifica este servicio que durante los meses de limpieza se afectan todos los equipos a estas labores y el resto del año proceden a brindar servicios a los productores, consorcios, municipios y a CORFO en obras contratadas directamente.

Esta empresa es un programa administrativo independiente de CORFO y nunca ha dado pérdidas para el Organismo. Las máquinas son adquiridas con la financiación - del Banco de la Provincia de Buenos Aires o de las firmas vendedoras.

Por medio de este servicio se limpian anualmente 5.400 Kms. de canales de riego. Una función primordial de este servicio es introducir nuevas tecnologías para mejorarlo. En tal sentido es un mérito de esta empresa haber introducido:

- a) Máquinas zanjadoras para la limpieza de canales.
- b) Excavadoras hidráulicas para construcción y mantenimiento de canales de riego y desagües.
- c) Equipos para emparejamiento con Rayo Laser.

Esta compañía provee el servicio de transporte escolar en el Centro de Educación Integral de Hilario Ascasubi y otros traslados disponiendo de 9 ómnibus que en el caso del C.E.I. recorren 1.200 Kms. diarios.

- SERMAG (Servicio de Maquinaria Agrícola). Con el fin de brindar el servicio necesario para la introducción del paquete tecnológico de producción para el desarrollo del sistema Agroindustrial se ha creado este servicio que al igual que SEREQ, opera como un programa administrativo independiente.

Su característica principal es que acompaña al servicio de máquina con la asistencia de un profesional quien se encarga de enseñar y luego supervisar al usuario - en su utilización.

De tal manera se asiste técnicamente al cliente desde el uso de sifones para riego hasta la siembra y cosecha de hortalizas.

Actualmente, este servicio está dinamizando los programas piloto de desarrollo - Agroindustrial de Cebolla, Papa, Tomate y Semilla.

- FINANCIERO. Depende de la Gerencia Administrativa y se opera por medio de un fondo integrado con partidas presunestarias, retornos de créditos y Créditos del - Banco de la Provincia de Buenos Aires.

Actualmente la cantidad de créditos otorgados es de 1.500 orientados hacia obras de infraestructura en consorcios, sistematización y desarrollo Agroindustrial.

- CAPACITACION. Con el fin de proveer el medio para capacitar los recursos humanos

que deben participar en el desarrollo regional se ha creado un Centro de Capacitación que funciona como un programa administrativo independiente.

El Centro funciona desde el 12 de marzo de 1979 y fue construido en Convenio con el Ministerio de Asuntos Agrarios y se lo instituyó como Instituto de Riego con el fin de orientar su actividad fundamentalmente hacia la formación de recursos humanos con mentalidad agroindustrial con orientación de riego.

Acciones desarrolladas durante el período 1982-1983:

a) Area Humanística y Técnica:

<u>N°</u>	<u>Actividad</u>	<u>N° Asistentes</u>
18	Cursos	448
39	Reuniones Técnicas	603
20	Reuniones de Productores	408
6	Seminarios	256
25	Reuniones Informativas	450
31	Mesas de Trabajo	164
25	Visitas al área	352
603	Visitas de Extensión	603

b) Area Formación Laboral (Convenio CORFO-Ministerio de Educación y Cultura de Provincia de Buenos Aires):

23	Cursos	448
----	--------	-----

Total de asistentes (a + b) 3.732

- HORPREAL. durante el avance del plan de mejoramiento de la infraestructura, la construcción de obras de arte (puentes, acueductos, alcantarillas, etc.) en las obras de riego y drenaje se transformaron en un serio escollo para la Corporación. Esto daba característica de cuello de botella a este tipo de obras. Por ello en su momento, se contrató a un destacado profesional que actuaba en la Universidad Nacional del Sur, para que desarrollara una nueva tecnología para construir y instalar obras de arte prefabricadas, lográndose un sistema adaptado a las condiciones regionales.

La puesta en marcha de este sistema requería la instalación de una fábrica que para ser rentable debía estar en la localidad de Bahía Blanca por la disponibilidad de mano de obra calificada y el mercado necesario.

Ante la indagación de quienes podían montar una fábrica de este tipo en la zona que resultó infructuosa, se propuso la creación de una S.R.L. entre el Ingeniero proyectista y CORFO, donde el primero aportó terrenos e instalaciones complementarias en la ciudad de Bahía Blanca y la administración e ingeniería y CORFO todos los bienes de capital necesario para producir.

- SERCOPLAN. Uno de los principales problemas que existen en el desarrollo de programas como el de CORFO, es que en ciertas etapas de su avance existen demandas de recursos humanos capacitados a nivel de consultoría o asesoría que luego no son necesarios dado que se dinamizan ciertos sectores que ya no los demandan. A su vez, puede ocurrir viceversa, cuando repentinamente se requiere Consultoría y no existe disponible y/o no se conocen las aptitudes de ciertos consultores para cubrir eficientemente los servicios que se requieren.

Para resolver esta situación se ha creado una empresa consultora denominada SERCOPLAN que es una S.R.L. con mayoría de capital de CORFO.

Esta empresa provee servicios técnicos a CORFO y a todo quien se lo requiera. -- SERCOPLAN es una empresa dentro de la estructura de CORFO-Río Colorado.

A la experiencia acumulada en sus pocos años de actuación, suma la propia de CORFO con el apoyo de toda una infraestructura humana acostumbrada a trabajar en equipo. Sus campos de acción son amplios como es amplio el espectro del desarrollo regional, nudiéndose consigar como sus áreas de acción más relevantes a las siguientes:

- . Organización de entidades de desarrollo regional.
- . Planificación regional integral.
- . Planificación del riego y drenaje
- . Planificación de la producción agroindustrial integral.
- . Planificación física.
- . Planificación económica.
- . Planificación de servicios.

Por expresa orientación, SERCOPLAN no se ha propuesto competir en los campos que habitualmente cubren los servicios de consultoría privada.

Sus antecedentes y experiencias la habilitan para cubrir tareas vinculadas con con la toma de decisiones técnicas y económicas del sector público en el ámbito del medio rural y toda su problemática.

Define su accionar a través de una secuencia de la siguiente naturaleza:

- a. Identificación de la viabilidad y de las alternativas técnicas y económicas de un emprendimiento.
- b. Desarrollo de la alternativa más conveniente.
- c. Programación de las acciones y/o tareas para la habilitación y/o puesta en -- marcha.
- d. Entrenamiento, en servicio, del personal afectado.
- e. Asesoramiento y seguimiento de la financiación y de contratos de ingeniería y construcción.

Asimismo y por expresa disposición, SERCOPLAN no significa una carga financiera para CORFO, en cambio es un recurso.

- COMERCIALIZACION. Con el fin de brindar una salida a los productos especialmente de los planes agroindustriales piloto, se ha creado una empresa que se denomina FOCO S.A. integrada por capitales privados 51 % y 49 % de CORFO.

Esta empresa arrienda las instalaciones e implementos de CORFO que fueron originalmente de una cooperativa a la cual se le embargaron los bienes por no amortizar los créditos que le acordó el fondo financiero de la Corporación.

Esta empresa piloto permite formar además, los recursos humanos gerenciales y técnicos necesarios para los proyectos que impulsa CORFO.

Es además, la base de operaciones de SERMAG y es orientada por la Unidad de Comercialización.

c) Asistencia Técnica: Esta área, dentro de la Corporación, es el catalizador de todo el programa de desarrollo. Existe un staff estable de profesionales y técnicos que elaboran los proyectos asistidos por consultores ad-hoc y luego los desarrollan como proyectos experimentales para detectar su factibilidad técnica, luego en piloto con el fin de lograr resultados económicos y una vez demostrado el éxito económico se pasan a demostrativos y se ofrecen a la comunidad para que los adopte o se incorporan como servicios de la Corporación.

Una vez institucionalizados y entrando en un régimen de administración operativa, la Corporación continúa brindando la asistencia técnica necesaria para mantenerlos actualizados.

Se destacan en estos momentos los programas piloto agroindustriales dado que confluyen hacia ellos una verdadera acción multisectorial para lograr en cada uno de ellos la integración de la Producción con la Industria y la Comercialización. Por estos proyectos se crean empresas núcleo que coordinan todos los servicios disponibles, inclusive llegan a poner en marcha aquellos que no existen.

CORFO mantiene una estrecha relación con organismos internacionales que brindan apoyo al proyecto y que son: IICA, OEA, BID, JICA, GTZ, etc. A su vez está asociada a ALCORDES (Asociación Latinoamericana de Corporaciones de Desarrollo) con sede en Maracaibo, Venezuela.





**VII SEMINARIO  
LATINOAMERICANO  
DE IRRIGACION**

**SANTIAGO DE CHILE, 28 DE NOVIEMBRE  
AL 2 DE DICIEMBRE DE 1983**

**DOCUMENTO D-5**

✓  
**"EL SEGURO AGRICOLA Y EL DESARROLLO DE LA AGRICULTURA BAJO RIEGO"**

Por: Carlos Pomareda Benel(\*)  
Héctor Guerrero Larraguibel(\*\*)

---

(\*)Economista Agrícola del IICA,  
(\*\*)Ingeniero Comercial del IICA,



## EL SEGURO AGRICOLA Y EL DESARROLLO DE LA AGRICULTURA BAJO RIEGO

### 1. Introducción

Existen muchas fuentes de inestabilidad de los ingresos agrícolas. Cuando ésta se origina en la variación de los rendimientos, el seguro de cosechas (en sus varias modalidades) se ha propuesto como el mecanismo financiero que garantiza la estabilización del ingreso del productor.

Por otro lado se identifican las causas de la variabilidad de los rendimientos y entre otras se incluyen las sequías, inundaciones, erosión eólica, huracanes, heladas, plagas y enfermedades. Debe reconocerse sin embargo, que en algunos casos el efecto de los desastres puede ser disminuido o eliminado a través de mecanismos preventivos: insecticidas y fungicidas para plagas y enfermedades; represas, canales, pozos y drenajes para regular el abastecimiento y escorrentía de agua; cortinas de árboles y sistemas de intercalación para contrarrestar el efecto de los vientos, etc. Pero en otros casos es poco lo que el productor puede hacer; cuando por ejemplo está expuesto a heladas o en donde solamente depende del agua de lluvia.

Además de los mecanismos preventivos, los agricultores han desarrollado la capacidad de manejo de riesgos. Para ello el agricultor podría quizás escalonar las siembras y tener varios cultivos, de modo que la incidencia de las heladas o los períodos de sequía puedan en conjunto ser menor, al afectar a los cultivos en diferente magnitud, según la etapa de crecimiento en que el cultivo se encuentra al momento del desastre. En otros casos las familias campesinas diversifican el uso de su tiempo en actividades en las fincas y como asalariados, generando así otras fuentes de ingreso.

En los últimos años, muchos países están considerando la creación de programas de seguro agropecuario. En algunos casos estos programas son claramente justificados; sin embargo en otros sería deseable evaluar la fuente de los riesgos y las alternativas para su manejo antes de crear el seguro o de imponerlo en determinada región de un país. En esta evaluación es importante reconocer que el seguro es un instrumento financiero de estabilización del ingreso y solo indirectamente y al largo plazo, contribuye a la estabilización de la producción ya que evita que el productor se descapitalice. Pero como los objetivos de la política agrícola van más allá de la estabilización del ingreso del productor, es necesario también optar por aquellos mecanismos que incrementen y hagan más segura la producción, como por ejemplo el riego.

En este artículo se presenta un marco conceptual de los efectos del seguro y de las inversiones de riego sobre la producción. Luego se presentan algunos casos ilustrativos de la forma en que funciona el seguro, sus beneficios y costos, contrastando con los posibles

resultados de una estrategia de prevención y manejo de riesgos. A lo largo de la presentación se hace referencia a la complementariedad del seguro con otras políticas y su viabilidad en una agricultura bajo riego; es decir, que se considera al seguro como complemento a los mecanismos preventivos de riesgos y de aumento de la productividad.

## 2. El Marco Conceptual

### *Beneficios y Costos del Riego:*

Los beneficios del riego son innegables y de allí el gran énfasis a nivel mundial para que se intensifique y racionalice el uso del recurso hídrico. Un estudio reciente del IFPRI en 36 países, indica que la producción durante la presente década tendría que crecer a una tasa entre 3.5 y 4.5 por ciento anual y que para tal fin, el 53 por ciento de los fondos tendría que usarse en el desarrollo de los recursos hídricos, 10.5 por ciento a la mejora de los recursos de tierra, 10 por ciento a la manufactura y distribución de fertilizantes y el saldo a otras actividades (IFPRI, 1979).

Los beneficios del riego sobre los rendimientos son de dos tipos. En primer lugar, para el mismo nivel de uso de otros insumos, el riego aumenta el rendimiento. En el contexto de la función de producción (Figura 1), se produce un desplazamiento de la función de producción<sup>1/</sup> de  $y_0$  a  $y_k$ . Es decir que para el mismo nivel de uso de otros insumos, el rendimiento es mayor con riego que sin él. En segundo lugar, y esto es tanto más importante como lo anterior, los rendimientos de un cultivo bajo riego, medidos a través del tiempo, varían menos que cuando no se usa riego. Es decir, que para un nivel dado del uso de otros insumos el rendimiento esperado es alcanzable con una mayor probabilidad. Esto, que es cierto para el uso del agua, no lo es para el caso de los otros insumos, ya que como lo evidencian Just y Pope [1980], Pomareda [1982] y de Janvry [1972], los rendimientos con fertilizantes y con semillas híbridas y en general con las llamadas tecnologías avanzadas, pueden ser predichos con menor seguridad.

Aunque hay beneficios del riego, no se puede asegurar que los beneficios netos sean o no mayores que sin riego y ello dependerá de los costos. Estos costos serán función de la fuente de aprovisionamiento de agua, ya sea éste un canal que pasa por la cabecera de la finca; o un río del cual hay que bombear a un nivel más alto; un pozo de tajo abierto de poca profundidad; o un pozo tubular de gran profundidad. Por otro lado el abastecimiento de agua cuando se trata de una fuente pública, puede estar sujeto a un precio o cuota fijada por el gobierno (ver Seagraves, 1971). El costo del riego puede además estar afectado por las condiciones del financiamiento del equipo y de las obras, el costo de combustible y el costo de mano de obra [Stoecker, Seidmann y Lloyd, 1983]

<sup>1/</sup> Este análisis abstrae del de la función de producción del agua de riego; es decir, la relación entre agua y rendimiento [ $R = f(A)$ ], la cual implica un producto marginal positivo [ $f'(A) > 0$ ] pero un cambio de dicho producto marginal a una razón decreciente [ $f''(A) < 0$ ] (ver Pomareda, 1977).

En un contexto más amplio, la disponibilidad de agua de riego permite un uso más intensivo de la tierra. Dependiendo del ciclo vegetativo de los cultivos con riego se pueden hacer dos o más cosechas en un año. Castro, García y Pomareda [1980] han demostrado que el valor del producto marginal de la tierra puede ser aumentado sustancialmente al usar el riego.

Los beneficios del riego a nivel de las unidades de producción se traducen en importantes beneficios para la sociedad. El mejor uso de los recursos y la mayor productividad implican que la función de oferta de un producto puede desplazarse por efecto del riego como se muestra en la Figura 2. Es posible también que al disminuir el riesgo y aumentar la eficiencia de uso de los otros factores, la oferta sea más elástica. Ello indicaría que para un cambio porcentual en el precio, el cambio porcentual resultante en la cantidad producida sería mayor con riego que sin él (ver Pomareda, 1977). Por otro lado, para un precio dado (anunciado a la siembra), la producción con riego ( $Q_r$ ) puede ser esperada con mayor certeza que la producción sin riego ( $Q_0$ ), lo cual, como lo demuestran Hazell y Scandizzo [1977] proveería al largo plazo mayores beneficios para la sociedad.

Del anterior análisis se desprende que (en relación a la Figura 1) el cambio de  $V_0$  a  $V_r$  es innegable independientemente de los costos de riego. Quedaría por probar la magnitud del cambio de  $S_0$  a  $S_r$  (en la Figura 2) para casos particulares de formas de riego con diferentes costos. Dados los precios de los productos y de los factores, el mínimo beneficio se obtendría para el máximo costo de riego y los productos de menor rentabilidad.

### *Beneficios y Costos del Seguro*

Existe abundante evidencia sobre los beneficios del seguro de cosechas. Sin embargo, persiste también debate sobre si estos beneficios son producto mismo del seguro como tal o si son rentas generadas por las distorsiones que el seguro introduce. En este último caso, estas rentas serían el costo de oportunidad que la sociedad pagó por mantener un programa de seguros en el que, por no ser actuarialmente justo, las primas debieron ser subsidiadas por el gobierno, en beneficio de los productores que recibieran las indemnizaciones.

Un programa de seguros de cosecha se concibe como un mecanismo financiero que permite que el ingreso del productor sea más estable. En los años malos, cuando se pierden las cosechas, las indemnizaciones recibidas aumentan el ingreso y por consiguiente a lo largo del tiempo el ingreso de los productores asegurados sería menos variable que para aquellos no asegurados. Pero todos los años el ingreso del productor se ve disminuido por el pago de las primas. En la sección empírica de este trabajo se analizará la efectividad del seguro como mecanismo estabilizador del ingreso, cuando al mismo tiempo el seguro induce patrones de cultivo que hacen el ingreso antes de indemnizaciones más inestable.

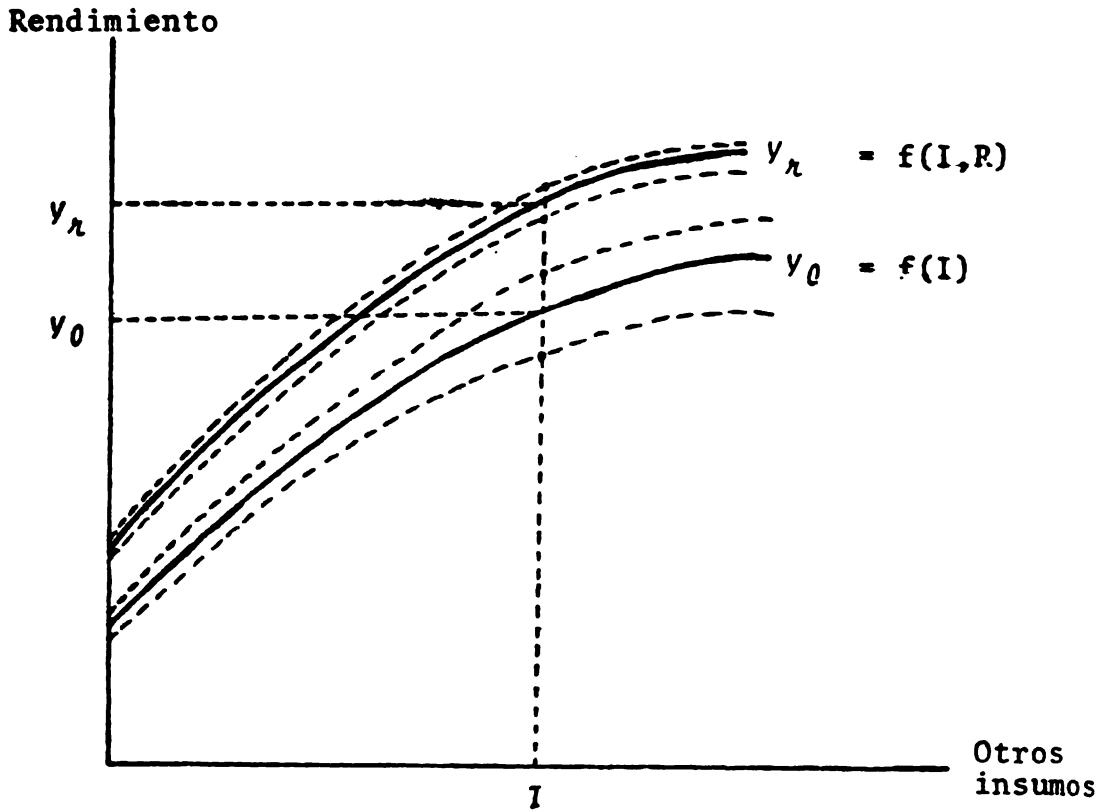


Figura 1. Funciones de producción con y sin riesgo.

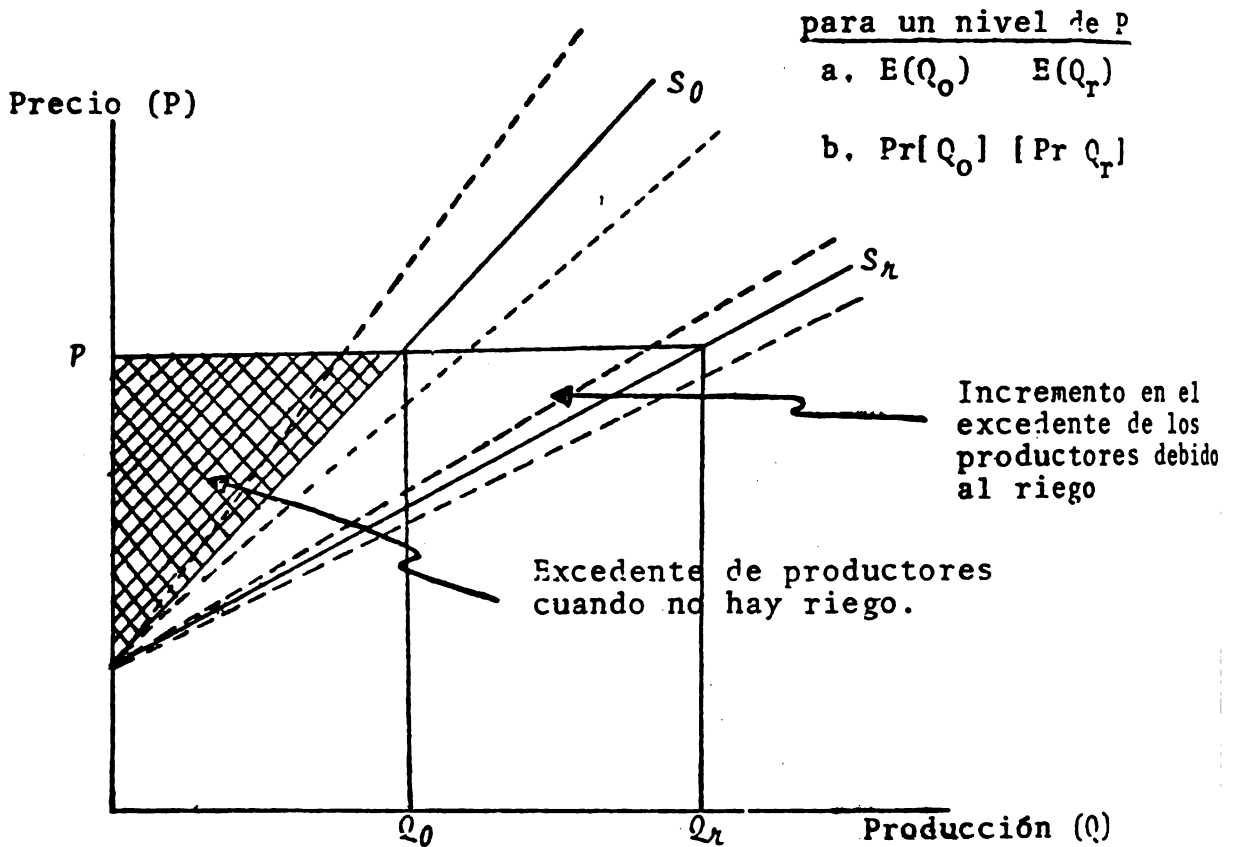


Figura 2. Funciones de oferta con y sin riesgo.

El seguro tiene el efecto de disminuir la aversión al riesgo por parte del productor. Esta menor aversión al riesgo motivará un uso más intensivo de insumos y una tendencia a la especialización, lo cual a su vez resultaría en mayor eficiencia. Bajo este argumento el seguro podría producir un movimiento hacia arriba en la función de producción (Figura 3) al intensificar el uso de insumos, lo cual resultaría en un aumento del rendimiento esperado. Pero como el mayor uso de insumos como los fertilizantes no siempre resulta satisfactorio, ello podría resultar una oferta más inestable (Figura 4).

Lo anterior tiene una implicación importante al medir los beneficios del seguro. Es usual entre los economistas medir los beneficios de una política a través de los excedentes de los productores (ver Figura 2 y 4). Pero en el caso del seguro, en un análisis estático, las indemnizaciones son ingresos que se suman al valor de la producción y que por consiguiente no aparecen contabilizados en el triángulo en la Figura 4. Pero por otro lado, bajo un programa actuarialmente justo, en el largo plazo el monto de las indemnizaciones debería ser igual al monto pagado en primas.

Es decir, que cuando un programa es subsidiado (primas pagadas por productores menores que indemnizaciones), se generan rentas para los productores. Estas son a su vez pagadas por los consumidores, y la pregunta crucial es si esto es o no justificado. La razón para el subsidio sería que, también al largo plazo, gracias al seguro, la producción aumenta y ello permite que los precios sean menores, resultando en ganancias para los consumidores. Este argumento es sin embargo, debatible sobre todo si el seguro provisto en tal forma crea un hábito de "sembrar para cosechar indemnizaciones", y por consiguiente no incentiva el uso de insumos y mayor cuidado de los cultivos,

Un elemento importante en el análisis de los beneficios del seguro es que éste no corrige el origen de los riesgos ni sirve de estímulo para la creación de mecanismos preventivos. Es decir, que aún con el seguro, la causa de los desastres persiste y en principio la producción seguirá fluctuando, lo cual llevará a los gobiernos a tener que importar los déficits siempre que hay pérdida de cosechas. Ello significa que además de subsidiar las primas para que el seguro haya sido viable (ver Cuadro 1) el gobierno deberá financiar las importaciones. Por otro lado, en años buenos cuando no hay desastres el estímulo ofrecido por el seguro crea excedentes difíciles de comercializar, sobre todo en el mercado externo ya que el producto no puede venderse a un precio competitivo.

El seguro agropecuario se ha promovido también en la forma especial de seguro al crédito, de aquí la denominación de "seguro agrocrediticio". Bajo este esquema, cuando un productor pierde su cosecha o si se le muere un animal asegurado, la entidad aseguradora paga al banco el monto de lo adeudado por el productor. En esta forma el seguro no permitiría que el agricultor se descapitalice y aumentaría la recuperación del crédito agropecuario.

Aunque lo anterior es en principio justo y deseable, debe recordarse que la morosidad del crédito agrícola en Latinoamérica es un problema muy serio y no siempre se debe a pérdida de las cosechas.

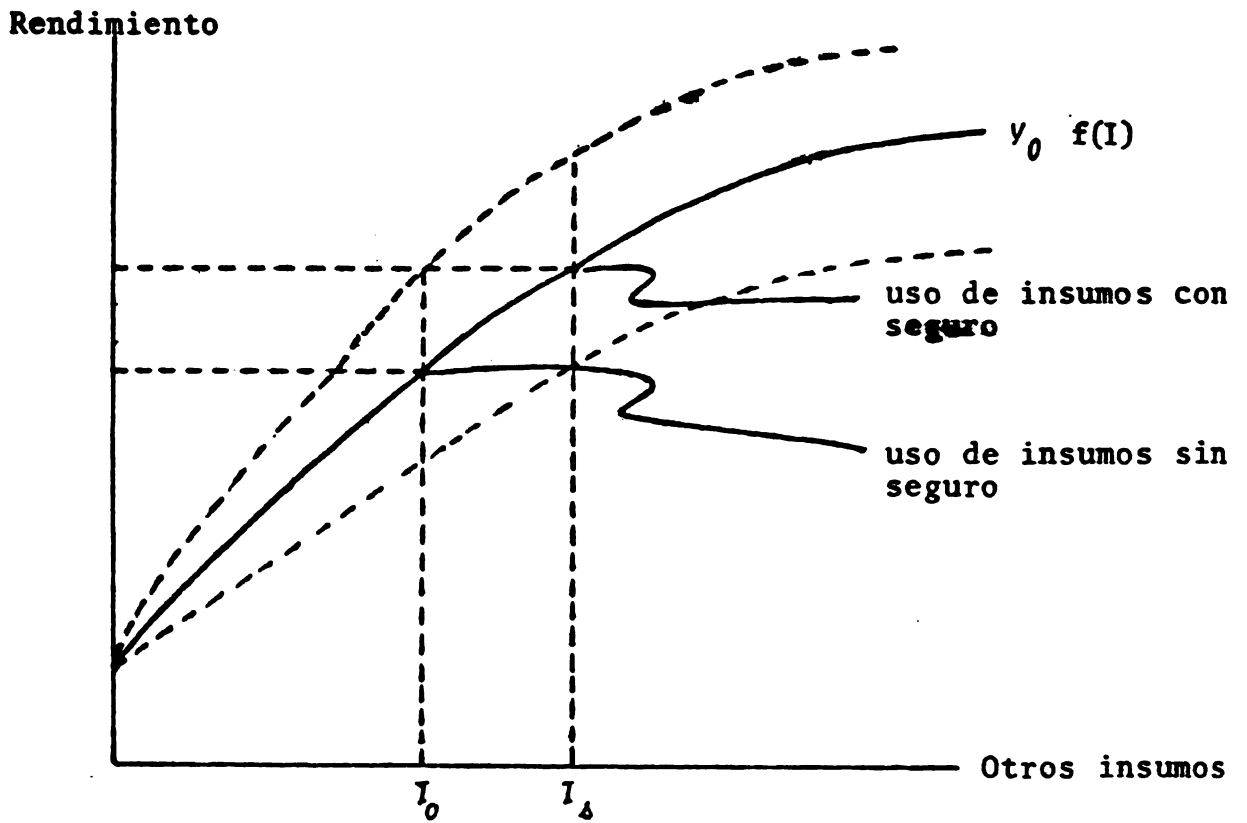


Figura 3. Efectos del seguro en el uso de insumos en una función de producción.

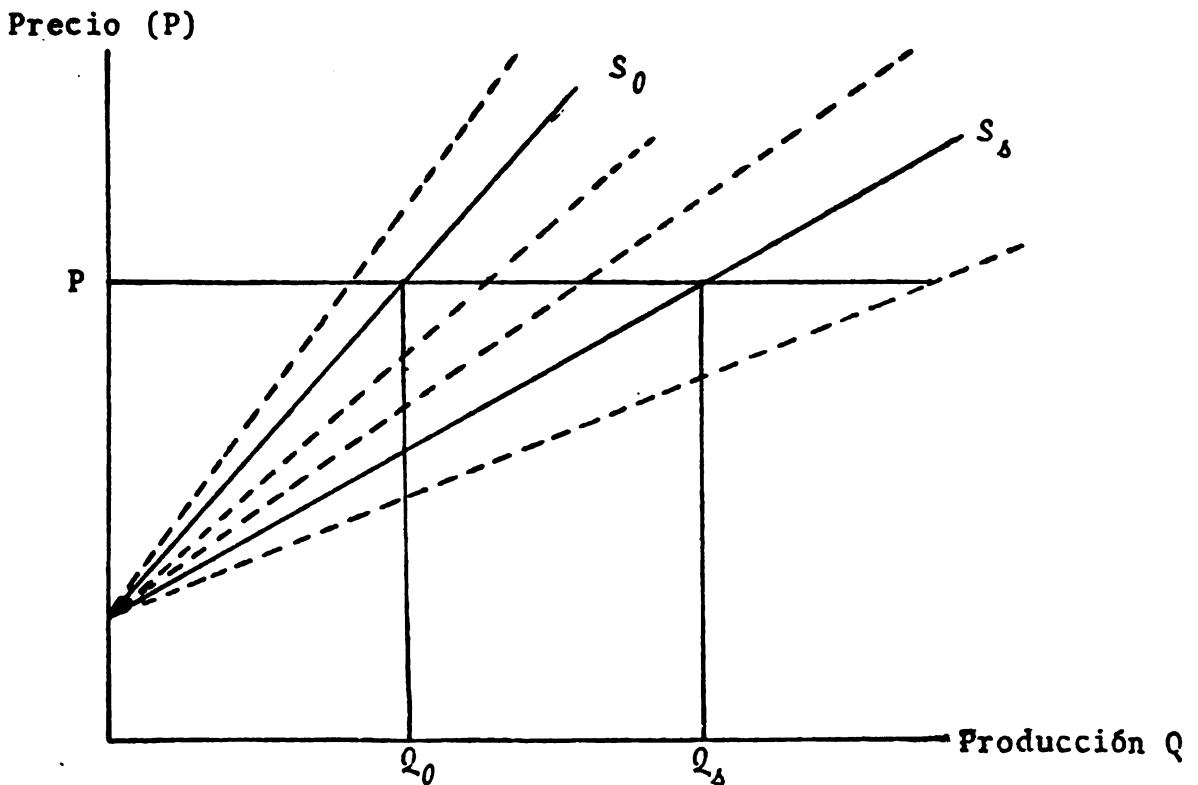


Figura 4. Funciones de oferta con y sin seguro.



País	Programa	Moneda	Total de años	Gastos de Capital		Recursos de Capital	
				Indemnizaciones	Costo Directo <sup>1/</sup>	Primas pagadas por agricultores	Contribuciones del gobierno
México	ANAGSA	1 000 Mill. pesos	1963-78	8.186	1.117 (13.64)	4.171	5.142
Costa Rica	INS	Mill. colones	1970-82	715.054	49.237 ( 6.88)	175.589	588.702
Panamá	ISA	Mill. US\$	1977-82	1.688	n.d ( - )	1.787	n.
Brasil	PROAGRO	1 000 Mill. cruz.	1975-80	22.164	1.427 ( 6.43)	6.120	13.879
Brasil	COSESP	Mill. US\$	1976-80	471.400	79.900 (14.5 )	346.3	205.0
Israel	IFNRA	Mill. IL	1967/68-1976/77	237.568	15.152 ( 6.38)	165.038	165.038

Fuentes: Cálculos del autor con la información de: ANAGSA, 1980. Arauz, G., 1983. Arcia, G., 1983. Velásquez, V., 1983. De Rezende López, M. 1982. FCIC, 1979. IFNRA, 1978.

<sup>1/</sup> Los números en paréntesis representan el porcentaje total de gastos de capital

De hecho gran parte de la morosidad se explica por el desvío del crédito, la falta de fuerza de los bancos para hacer efectivas las garantías, la disminución del ingreso del productor por malos precios o altos costos, o una depresión económica, la deficiente supervisión del crédito, etc. Como el seguro no protege contra estos factores, su existencia no proveería beneficios para el banco. Por consiguiente, antes de requerir el seguro (el cual aumenta el costo total del crédito) el banco debe analizar las causas de la morosidad y hasta donde sea posible corregirla por medio de sus propias políticas y aquellas propias de las autoridades que manejan la política financiera, sectorial y económica en general. La otorgación de crédito para inversiones en irrigación y drenaje, puede ser parte importante de una estrategia de manejo de riesgos. Ello, sin embargo, como se verá más adelante, tiene importantes aplicaciones en el manejo de la cartera bancaria.

Del anterior análisis se puede deducir que cuando los objetivos de la política gubernamental van más allá de proveer beneficios a los productores, el seguro puede no ser lo más deseable. Esto cobraría más relevancia cuando el propósito es el de lograr un aumento de la producción y que ésta sea alcanzable con mayor seguridad. En tal caso se deberían promover aquellas políticas que aminoren el impacto de los riesgos sobre la producción. Sin embargo, debe reconocerse que los mecanismos preventivos de desastres requieren de una inversión inicial y costos de mantenimiento. La inversión inicial podría ser sustancial en el caso de tratarse de represas, pozos, canales, etc., pero los costos de mantenimiento pueden ser relativamente bajos. El seguro por otro lado requiere también de una inversión inicial para crear y equipar una aseguradora y los recursos necesarios para su mantenimiento pueden ser sustanciales si tratándose de un programa gubernamental, es necesario recurrir a subsidios de las primas y de los costos administrativos.

### 3. Evidencia Empírica

Los argumentos más fuertes dados a favor del seguro tienen que ver con el hecho de que al disminuir el riesgo del ingreso, se motiva al agricultor a un uso más eficiente de los recursos y a una mayor efectividad en el manejo del crédito, todo lo cual redundaría en beneficios para la sociedad.

En primer lugar, el seguro motivaría al productor a especializarse en un cultivo en lugar de diversificar, derivando beneficios de las economías de escala.

En segundo lugar, el seguro permitiría al agricultor adoptar tecnologías más intensivas en insumos modernos, los cuales necesitan un mayor monto de crédito. Es decir, que el seguro permitiría un mayor endeudamiento, ya que una mayor probabilidad de obtener el ingreso deseado, hace del productor un mejor sujeto de crédito.

Y en tercer lugar, el seguro (sobre todo si toma la forma de seguro de crédito) aumentaría la recuperación del crédito bancario.

Los tres argumentos mencionados podrían constituir razones suficientemente justas para proveer el seguro, pero dichos argumentos podrían no ser siempre válidos. A continuación se presenta alguna evidencia al respecto.

Un análisis sectorial del seguro en México reveló que el seguro al disminuir el riesgo del ingreso motivaría una expansión de las áreas de maíz (a expensas de las áreas de otros cultivos), y ello resultaría en un menor precio del mercado. El efecto neto sería una ganancia para los consumidores de tortilla de maíz (base de la dieta mexicana), y una pérdida en los ingresos de los productores. Esta política por sus altos costos para el gobierno, en resumidas cuentas, habría sido una forma ineficiente de aumentar la producción de maíz en comparación con la alternativa de un precio de garantía más alto.

El seguro puede motivar una mayor especialización y eso resultaría en una mayor productividad por área y menores costos de producción por hectárea (incluyendo la prima del seguro!), pero ello expone al agricultor a un mayor riesgo del mercado de un solo producto. De hecho, muchos agricultores diversifican sus fincas, porque cuando no existen precios de garantía o cuando la administración de éstos no es efectiva, existe el peligro de que, precisamente cuando se trate de los mejores años de producción, la abundancia resulta en una baja de los precios del mercado. Entonces dada la baja elasticidad de la demanda de los productos agrícolas, esto puede ser tanto o más pernicioso que la disminución en los rendimientos.

Esta situación fue observada recientemente en Cochabamba, Bolivia, donde se estableció un programa de seguro con el propósito de proteger a los pequeños productores de papa. Como se observa en el Cuadro 2, en los años cuando los rendimientos de papa fueron más altos, dada las limitaciones para el mercadeo, los precios bajaron sustancialmente, limitando las ganancias resultantes de la adopción tecnológica inducida por el seguro.

El seguro puede efectivamente ofrecer una mayor estabilidad del ingreso del productor y convertirlo en un mejor sujeto de crédito, pero sólo si efectivamente el seguro estabiliza el ingreso. Las tecnologías intensivas en capital en la forma de semillas híbridas y fertilizantes no siempre se comportan mejor que las tecnologías tradicionales, sobre todo cuando las condiciones climáticas, sin ser catastróficas, son anormales. En el Cuadro 2 se observa por ejemplo, que en Bolivia los rendimientos promedios de la papa en los años malos fueron parecidos entre los agricultores con tecnología tradicional sin seguro y aquellos con tecnología moderna con seguro y el ingreso neto, antes de indemnizaciones fue inclusive mayor para los no asegurados. Es decir, las indemnizaciones del seguro aumentan los ingresos en los años malos, pero la pregunta es si en un período de varios años el seguro ofrece en realidad un mecanismo eficiente de aumento del ingreso de los productores sin constituir un alto costo para la sociedad. Esto último debido a la necesidad de subsidiar las primas y los costos de administración.

En un caso, el seguro fue demandado voluntariamente y probó ser un mecanismo efectivo de estabilización del ingreso, al ser un complemento de otras políticas y parte de una estrategia de manejo de

**Cuadro 2. Rendimientos, Costos e Ingresos para Productores de Papa Asegurados y no Asegurados en Cochabamba, Bolivia (por hectárea)**

	<u>Año</u>			
	1979/80	1980/81	1981/82	1982/83
<b><u>No asegurados con tecnología tradicional</u></b>				
Rendimiento, Kg/ha (precio, P/kg)	7.429 ( )	9.613	6.797	4.908
1°	2.793 (5.80)	3.759 (5.00)	2.453 (9.15)	
2°	2.541 (4.80)	3.097 (4.00)	2.459 (6.60)	
3°	1.660 (3.80)	2.325 (3.00)	1.393 (4.50)	
4°	435 (1.00)	432 (1.00)	492 (1.00)	
Ingreso bruto	35.139	38.580	45.522	237.428
Costo de producción	32.761	35.667	37.738	178.213
Ingreso neto	2.378	2.923	7.784	59.215
Ingreso neto deflatado				
<b><u>Asegurados con tecnología moderna</u></b>				
Rendimiento, Kg/ha (precio, P/Kg)		14.680 (5.00)	8.198 (9.15)	5.019 ( )
1°		6.588 (4.00)	2.980 (6.60)	
2°		4.386 (3.00)	2.856 (4.50)	
3°		2.726 (2.00)	1.364 (1.00)	
4°		980 (1.00)	998	
Ingreso bruto		59.642	58.353	253.010
Costo de producción <sup>1/</sup>		44.646	49.123	198.589
Ingreso neto		14.996	4.230	54.421
Indemnización		-	4.698	
Ingreso final		14.996	8.928	
Ingreso final deflatado				

<sup>1/</sup>Incluye costo de financiamiento y prima del seguro.

riesgos a nivel de la finca. Es el caso de los productores de tomat industrial en Panamá, quienes usan riego (eliminando cualquier riesgo de sequía); en pequeñas parcelas bien niveladas (que disminuyen el impacto de excesos de humedad); bajo contratos con una empresa procesadora que ofrece un precio garantizado al momento de la siembra y está dispuesta a comprar todo el volumen producido en el área acordada (eliminando el riesgo de mercado). En este caso los productores se aseguran voluntariamente (con una prima de 6 por ciento de la cobertura igual al 80 por ciento del costo de producción). la inversión es equivalente a \$2 000/ha, más o menos cinco veces aquella requerida para maíz, arroz o sorgo.

Como se aprecia en el Cuadro 3, en 1979/80 el seguro probó ser un medio efectivo de aumento del ingreso entre los productores en Los Santos, donde los riesgos son mayores. Pero en un contexto histórico el Cuadro 4 muestra que el seguro es ampliamente demandado por todos los productores de tomate y que ha contribuido a aumentar la recuperación del crédito del banco.

El seguro aumenta la recuperación del crédito solo cuando la razón para la falta de pago es el fracaso de la producción. Pero lamentablemente, en el caso de Latinoamérica, por lo menos entre la banca de fomento, las causas de la morosidad son otras y entre ellas se destaca la ineficiencia del sistema de crédito agropecuario de nuestros países, caracterizado por una falta de dedicación y de energía de los bancos por cobrar sus créditos. Cuando lo anterior no es el caso, existen otras causas para la morosidad como las caída de los precios, gastos excesivos no previstos en otros rubros no productivos y a veces la depresión económica general que obliga a vivir del crédito y no a usarlo con fines productivos. Cuando estas condiciones persisten es absurdo pretender que el seguro pueda ofrecer beneficios para el banco; sino por el contrario ofrecer una protección adicional a la ineficiencia en la administración del crédito.

El seguro puede ofrecer beneficios para lograr la mayor recuperación del crédito, pero es posible que como parte de la estrategia del banco se puedan aumentar las tasas de interés y con ello lograr al largo plazo beneficios comparables a aquellos que se obtendrían con el seguro. En el caso de Panamá (Pomareda, 1983) por ejemplo, se encuentra que un dos por ciento de aumento de la tasa de interés ofrecería al largo plazo un beneficio comparable al del seguro. Esto resultaría para los productores más atractivo al no tener que pagar primas del 5 o 6 por ciento. Además resultaría más conveniente para el gobierno ya que no tendría que sufragar el subsidio administrativo a la aseguradora, el cual equivale a un 6 a 8 por ciento de la cobertura que dicha institución ofrece. Sin embargo, esta política podría tener efectos nocivos en aquellos años malos cuando el agricultor pierda totalmente sus cosechas, no teniendo ni siquiera un mínimo de ingreso aún cuando el banco readecue sus préstamos.

Es importante reconocer que una porción creciente de la cartera agropecuaria de los bancos se ha asignado para créditos de avío o de costos de la producción. Dentro de ésta, la mayor parte ha sido para cultivos de exportación. Es decir, que los créditos de inversión ha

Cuadro 3. Panamá, Indicadores Económicos de la Producción de Tomate, 1979/80.

Variables	Cocle				Los Santos			
	Asegurados		No Asegurados		Asegurados		No Asegurados	
	N°	Promedio	N°	Promedio	N°	Promedio	N°	Promedio
<b>DATOS POR FINCA</b>								
Ingreso bruto	21	4 087	11	4 192	86	5 783	17	6 545
Área sembrada	21	1.82	11	1.75	86	1.83	17	2.44
Producción cosechada	21	669	11	666		788		
Indemnizaciones	16	296	-	-	7	732	17	753
Ingreso bruto después de indemnizaciones	21	4 382	-	4 192	86	6 611	17	6 545
<b>DATOS POR HECTAREA</b>								
Rendimiento	-	372	-	384	-	447	-	407
Ingreso bruto	-	2 242	-	2 395	-	3 160	-	2 682
Indemnizaciones	-	163	-	-	-	400	-	-
Ingreso bruto después de indemnizaciones	-	2 498	-	2 395	-	3 560	-	2 682

Cuadro 4. Financiamiento y Aseguramiento de la Producción de Tomate en Panamá, años 1974/75 a 1982/83.

Crédito	1974/75	1975/76	1976/77	1977/78	1978/79	1979/80	1980/81	1981/82	1982/83
N° de préstamos	439	274	420	310	504	512	498	726	410
Áreas financiadas (has)	991	624	813	855	1,087	684	876	733	711
Monto prestado (B/.) <sup>1/</sup>	884,191	490,078	793,886	950,955	984,290	923,428	1,454,264	913,663	1,230,587
Monto recuperado (B/.) <sup>4/</sup>	798,875	423,655	571,260	755,257	800,668	839,539	1,315,827	786,663	1,127,941
Saldo (B/.)	85,315	66,423	222,626	195,698	183,621	83,899	138,437	127,000	102,646
Tasa de recuperación	0.903	0.863	0.71	0.794	0.813	0.909	0.905	0.861	0.917
<u>Seguro</u>									
N° de asegurados <sup>2/</sup>	-	-	-	-	-	320	470	384	438
Área asegurada (has) <sup>2/</sup>	-	-	-	-	-	540	860	428	694
Cobertura (B/.) <sup>3/</sup>	-	-	-	-	-	543,500	1,290,255	689,079	1,144,766
Primas (B/.)	-	-	-	-	-	39,386	77,855	41,345	69,007
Monto de la indemnización (B/.)	-	-	-	-	-	17,053	75,993	85,131	40,561
Área siniestrada (has.)	-	-	-	-	-	34	55	115	72
Cobertura por hectárea (B/./ha)	-	-	-	-	-	1,000	1,500	1,630	1,650
Indemnización por hectárea (B/./ha)	-	-	-	-	-	53	88	19,9	58

Fuentes: 1 Banco de Desarrollo Agropecuario; Evaluaciones del cultivo de tomate industrial varios años y estadística.

1 Instituto de Seguro Agropecuario; Informe Anual, 1979/80 y 1982/83.

<sup>1/</sup> Se refiere al monto real desembolsado por el BDA.

<sup>2/</sup> Incluye áreas de productores autofinanciados, con financiamiento de Cooperativas de Producción y del BNP.

<sup>3/</sup> Está en función del área asegurada según cobertura e incluye a productores con financiamiento propio, del BNP y de Cooperativas. La cobertura para estos grupos asciende a B/.89,925

<sup>4/</sup> Nótese que se está midiendo recuperaciones efectivas.

disminuido como un porcentaje del crédito otorgado a los agricultores<sup>1/</sup> Dentro de estos créditos de inversión o de capitalización del agro se tendría aquellos para obras y equipo de riego y drenaje, para maquinaria y otros equipos y para construcciones rurales<sup>2/</sup>.

La disminución del crédito de inversión de mediano y largo plazo ha sido el resultado de una creciente incertidumbre en el mercado de capitales, de la falta de liquidez de los bancos (en algunos casos) y de una mal entendida relación en la demanda por crédito de producción y de inversión. Los dos primeros aspectos han sido ampliamente discutidos y aquí hacemos referencia al último, y sólo en el contexto de las inversiones en obras y equipo de riego. El argumento es sumamente sencillo y parte del criterio de que el riego disminuye el riesgo y aumenta la rentabilidad, y por consiguiente la capacidad de endeudamiento de un productor. Como resultado, la adopción de riego permite y muchas veces requiere producir cultivos de mayor rentabilidad los que a su vez requieren de un uso más intensivo de insumos incluyendo combustibles, fertilizantes y mano de obra. Esto a su vez implica una mayor demanda por crédito.

Este efecto multiplicador que el financiamiento de las inversiones en riego tiene para los bancos no ha sido explotado. La cartera de préstamos del banco puede ser mejor estructurada bajo esta estrategia, tanto en una mezcla de los períodos de vencimiento de las colocaciones (de corto, mediano y largo plazo), como en el riesgo de las mismas.

Para terminar esta sección se hace referencia al hecho de que el seguro es a veces propuesto y usado como un sustituto del riego, sin analizar la naturaleza de los riesgos de producción. En la Figura 5 se muestra la distribución de la precipitación y evapotranspiración potencial en Liberia, Costa Rica, cabecera de la provincia donde se produce la mayor parte del arroz en el país. La distribución de la precipitación muestra el peligro de que entre julio y agosto, en el llamado "veranillo" no se disponga de suficiente humedad para el arroz, precisamente coincidiendo con la etapa de floración, que es cuando el arroz es más susceptible a la deficiencia hídrica.

El caso anterior requeriría que si se desea producir arroz, lo mejor sea disponer de riego suplementario en marzo/abril para adelantar las siembras y luego suplementar también el riego en agosto para una segunda siembra. Esta práctica ha sido aplicada por muy pocos pero exitosos agricultores, mientras que la gran mayoría de la producción en manos de pocos agricultores ha recurrido al seguro. El resultado neto de esta situación es un programa de seguro con un costo social extremadamente alto, además del costo de las importaciones de arroz en los años deficitarios.

---

<sup>1/</sup>Aunque en forma paralela pueden haberse financiado proyectos públicos de infraestructura como represas por ejemplo.

<sup>2/</sup>Algunos bancos han otorgado crédito para plantaciones de cultivos perennes y semiperennes y para ganado en la forma de créditos de mediano plazo.



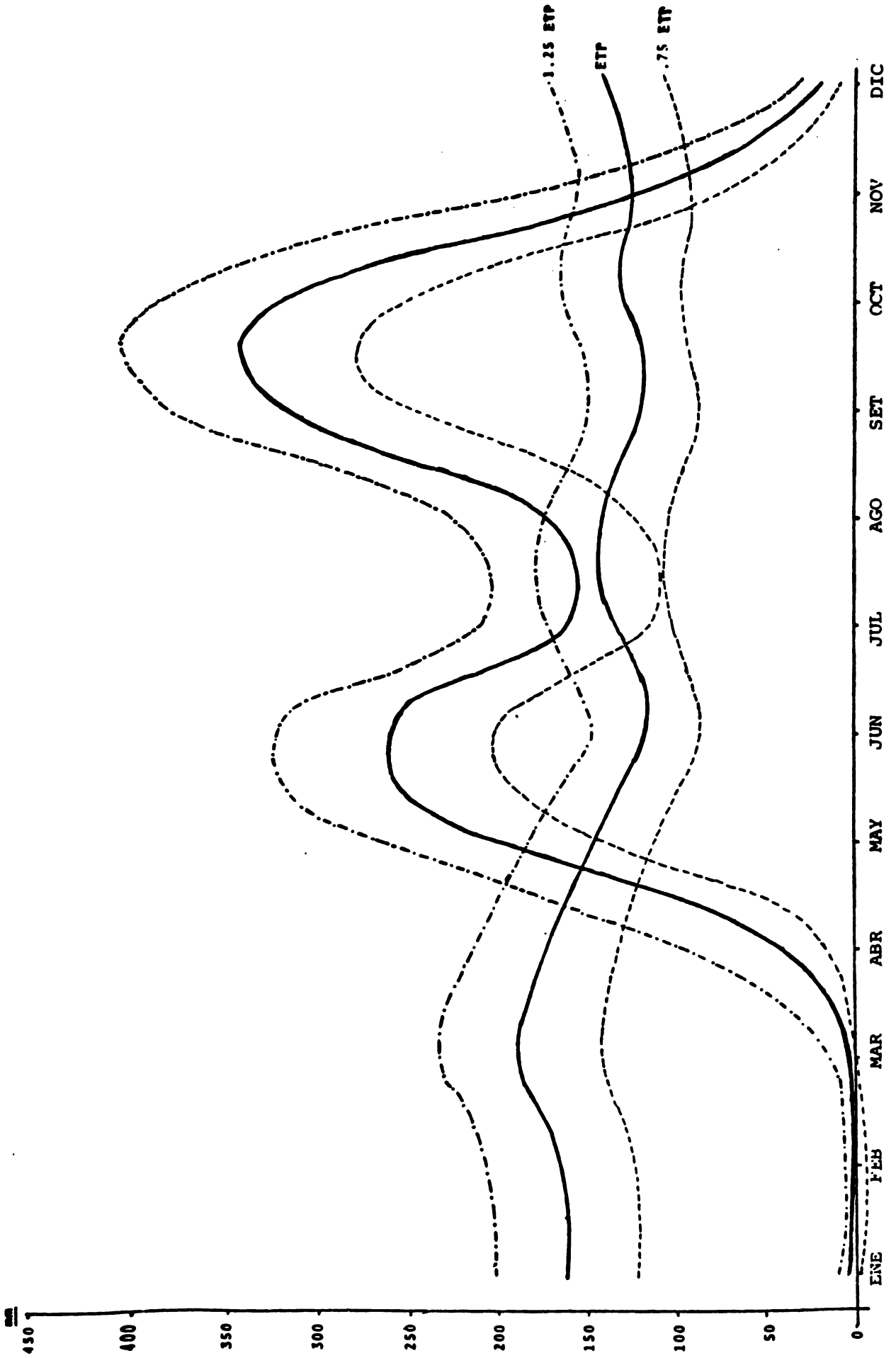


Figura 5. Liberia, Costa Rica. Distribución mensual de la precipitación y evapotranspiración

#### 4. Conclusiones

De este análisis se puede concluir que la naturaleza de los riesgos en la agricultura resultan en una inestabilidad de la producción y de los ingresos de los productores. Estos riesgos a su vez contribuirían a la ineficiente asignación de recursos.

El seguro es un mecanismo financiero que, al ofrecer una indemnización permite al agricultor estabilizar su ingreso. En este sentido el seguro ofrece un beneficio medible solo al largo plazo. Aunque el seguro estabiliza el ingreso y ello lo hace deseable, no existe evidencia de que el seguro contribuya a disminuir los riesgos que ocasionan la variabilidad de la producción.

El riego y las inversiones afines (nivelación de tierras y drenaje) contribuyen a aumentar la producción y hacerla menos variable sobre el tiempo. Lo anterior es sumamente deseable y justificado en un momento en el que se hace indispensable ofrecer una mayor seguridad alimentaria para todos los grupos poblacionales, y no sólo para los agricultores.



**VII SEMINARIO  
LATINOAMERICANO  
DE IRRIGACION**

**SANTIAGO DE CHILE, 28 DE NOVIEMBRE  
AL 2 DE DICIEMBRE DE 1983**

**DOCUMENTO D-6**

✓  
**"DESARROLLO DE LA PEQUEÑA IRRIGACION EN BRASIL"**

Por: Ing. Ernst Christian Lamster(\*)  
Ing. Fábio de Novaes(\*\*)  
Ing. Ebis Dias Santos(\*\*\*)

---

(\*)Asesor Ministro de Agricultura  
(\*\*)Gerente Técnico, Ministerio de Agricultura  
(\*\*\*)Coordinador Técnico -EMBRATER



## DESARROLLO DE LA PEQUEÑA IRRIGACION EN BRASIL

Entendemos por pequeña irrigación aquella que atiende a pequeñas áreas aisladas o agrupadas, apoyada principalmente en la utilización de los recursos propios y/o de la comunidad y que utiliza tecnologías sencillas de fácil aplicación y de bajo costo.

El usuario de esta pequeña irrigación constituye el público meta más importante para los programas de riego, debido a su característica socioeconómica, como los principales agentes generadores de alimentos básicos de la población y creadores de los movimientos migratorios desordenados.

El programa por eso direcciona a este público asistencia técnica especial en el sentido de permitir el mejor desempeño económico en su agricultura bajo riego.

Con esto preténdese fortalecer las condiciones socioeconómicas de la familia campesina repercutiendo favorablemente para una mejor reestructuración de la comunidad.

Este es un proceso educativo, aplicado, generalmente lento pero seguro y siempre gratificante, considerando las pequeñas y grandes conquistas que fueran alcanzadas.

La asistencia técnica debe ser calificada, entusiasta, adecuadamente remunerada y provista de los recursos técnicos necesarios a su ejecución.

La experiencia en curso en Brasil y países vecinos ya mostró que el trabajo de desarrollo de cualquier programa no se puede hacer en forma aislada. El presente mensaje nuestro apunta como primer paso a ese factor esencial que es la decisión política. El segundo paso es el marco institucional. En eso creemos que el Brasil está caminando con dirección correcta hacia una justa repartición de responsabilidades entre los organismos de apoyo, evitando duplicaciones, omisiones y aprovechando al máximo con un enfoque integrado, la capacidad de trabajo específica de cada uno de ellos.

En el caso del PROVARZEAS, que es un programa nacional de aprovechamiento racional de las tierras bajas, el modelo institucional actual combina típicamente las funciones de apoyo asumidas por el Gobierno Federal y las ejecutivas desempeñadas por los Estados y las entidades privadas.

Finalmente, queremos dedicar la debida consideración al punto focal de este Programa que es el pequeño productor rural. Hoy en día estamos convencidos más que nunca de la necesidad de invertir el sentido de la planificación, partiendo de la base o sea del agricultor. El conocimiento cualitativo y cuantitativo de sus problemas debe ser la base de todo buen programa de pequeña irrigación.

Es la validez de esos criterios que hizo el éxito del PROVARZEAS y hasta despertó en los países hermanos un interés en intensificar el intercambio de experiencias.

En el mismo sentido, organizaciones como la FAO apoyadas por gobiernos latinoamericanos han promovido un programa provechoso de cooperación para el Aprovechamiento de las Tierras Bajas en América Latina, aunque incipiente ya anuncia contribuciones técnicas interesantes y demuestra ser un mecanismo altamente apropiado para robustecer los lazos de amistad entre nuestros países.

Ya se puede citar ejemplos de contribuciones a la tecnología de la irrigación en materia de nivelación y preparación del suelo, investigaciones agronómica específica, equipos, adaptación de sistemas mecánicos, técnicas de trabajo en tierras pantanosas, cursos y programas de capacitación para técnicos en irrigación, intercambio de especialistas y agricultores. Todo ese esfuerzo de búsqueda de las mejores soluciones para los problemas de la agricultura irrigada, incluyendo normas de crédito, formas asociativas, etc., refleja la importancia de ampliar substancialmente nuestro intercambio de tecnología.

Países como Argentina, Paraguay, Colombia, Ecuador, México, Surinam, Guayana y Panamá ya han participado en ese programa cooperativo, visando principalmente el apoyo a la pequeña irrigación.

Los principales problemas que cohiben el desarrollo de la pequeña irrigación en el Brasil a partir de un marco institucional adecuado son los siguientes:

1. El pequeño productor no es usuario potencial de crédito rural, porque
  - Vive generalmente lejos de los centros poblados;
  - No puede ofrecer bienes en garantía para su financiación;
  - Teme en contratar deudas.
2. La asistencia técnica al pequeño productor, aunque gratuita, alcanza un porcentaje limitado de tales productores.
3. Son condiciones necesarias para el aprovechamiento racional de sus tierras bajas.
  - Un mínimo apoyo para poder plantar, cultivar y cosechar en la época adecuada y
  - La disponibilidad de máquinas especializadas y/o implementos adecuados.

En el Brasil esos problemas han sido resueltos como sigue:

- I. Mayor facilidad para la obtención de crédito, utilizando la producción misma como garantía, sin necesidad de hipotecas e instalando en las zonas rurales puestos bancarios de avanzada.
- II. Asistencia técnica específica y adecuada, cuya eficiencia viene medida no en número de hectáreas instaladas sino en número de proyectos ejecutados. Asistencia técnica en grupo, atención mayor a los jóvenes del medio rural, capacitación de promotores rurales y mejor aprovechamiento de los programas de radio.

Estímulos al pequeño productor para la producción combinada de cultivos alimenticios y cultivos de fácil comercialización que garanticen el crédito.

- III. Elaboración de "paquetes tecnológicos" por los servicios de investigación y de extensión para el pequeño productor que sean adaptados a la realidad local.
- IV. Estímulos a la creación de asociaciones privadas de mecanización, de cooperativas de mecanización, de industrialización y de comercialización, de comités de compra, que ayuden al pequeño productor en sus actividades productivas a base de riego y drenaje.
- V. Estímulo a la producción y el uso de equipos de tracción animal y hasta de operación manual que aumenten en forma significativa la capacidad de trabajo del pequeño productor.
- VI. Capacitación del pequeño productor en el uso racional del suelo y del agua. Felizmente, en lo referente a la fabricación de equipos para las pequeñas propiedades, existe una importante contribución de la "industria casera" que ha producido una variedad de implementos, en mayoría de madera, que sirven en forma satisfactoria para determinados trabajos tales como: nivelación de terreno, pequeños movimientos de tierra, apertura de zanjas y canales, etc.

En el Nordeste brasileño donde la importancia socioeconómica de la pequeña propiedad es notoria, las técnicas de irrigación buscan la economía de agua. Se trata de una región situada entre 1 y 18° 30' de latitud Sur 34° 30' y 48° a 0' de longitud Oeste, con un área total de 1.640.000 Km<sup>2</sup> que abarca nueve Estados, donde se manifiestan climas desde el super-húmedo hasta el semiárido.

El trópico semiárido brasileño, el cual ocupa el 75% del área del nordeste, presenta regiones fisiográficas heterogéneas que imponen actividades económicas variadas.

Analizando su potencial y tomando en cuenta las condiciones propias de cada Sub-región, se puede identificar las siguientes situaciones:

- Zonas de baja precipitación pero con potencial de suelos y reservas de aguas superficiales y subterráneas aprovechables para el riego;
- Zonas de fuerte inestabilidad climática pero propicias para la ganadería
- Zonas de mayor regularidad en la distribución de la lluvia con potencial de suelos que permite esperar rendimientos razonables en cultivos de ciclo corto (agricultura de secano).

El trópico semiárido brasileño presenta suelos poco profundos y pedregosos con baja capacidad de retención de agua y bajo tenor de materia orgánica; evaporación de alrededor de 2.000 mm/año y temperaturas medias diarias variando entre 23° y 28° C. Esas características, junto con una inestabilidad climática donde las lluvias son aún más irregulares que escasas, constituyen el principal obstáculo a la estabilización de la producción de alimentos en la región.

Los estudios climatológicos muestran que el Nordeste registra una precipitación pluviométrica anual media razonable de 700.000 millones de m<sup>3</sup>

aproximadamente, de los cuales la mayor parte es consumida por el fenómeno de la evapotranspiración (91,8%) y 36.000 millones de m<sup>3</sup> se pierden por escurrimiento superficial, dejando un saldo disponible de apenas 24.000 millones de m<sup>3</sup>.

De otro lado, se nota que en esa región, 84% de las propiedades rurales son menos de 100 hectáreas. La predominancia de pequeños productores rurales junto con la gran concentración de minifundios hace que, durante los años de sequía, las principales víctimas sean en su inmensa mayoría aquellos productores.

El desarrollo de la pequeña irrigación en el Nordeste empezó en 1971 con un programa pionero implantado en el Estado Pernambuco a través de la EMATER-PE (Empresa de Asistencia Técnica y Extensión Rural del Estado de Pernambuco). A partir de fines de 1980, el Ministerio de Agricultura, a través de la EMBRATER (Empresa Brasileña de Asistencia Técnica y Extensión Rural) y de sus asociadas del Nordeste extendió esa experiencia a los demás Estados de la Región. Esas empresas se apoyaron principalmente en el PROVARZEAS para beneficiar 21.000 pequeños productores con 60.000 hectáreas de irrigación convencional y no convencional.

Hubo que aplicar alternativas estratégicas para maximizar la utilización de las lluvias del Nordeste y reducir el riesgo elevado de la explotación agrícola en cultivos de secano asociados con el nivel socio-económico de la mayoría de los productores. Es así que fueron difundidos métodos de riego de bajo costo y alta eficiencia concebidos por la EMBRAPA (Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria) y la SUDENE (Superintendencia del Desarrollo del Nordeste) tales como:

- Irrigación por potes de barro o cápsulas porosas;
- Irrigación por mangueras;
- Irrigación local por goteo;
- Sistemas de aprovechamiento del escurrimiento superficial para regar sin bombear.
- Tecnologías para cultivos de bajantes por medio de represas superficiales subterráneas;
- Técnicas de capacitación del agua de lluvia "in situ".

Además, fueron concebidos entre otros, sistemas rústicos de tracción animal o mecánica para la preparación del suelo, la captación y la elevación del agua.

Sigue a continuación la presentación de slides y transparencias correspondientes al tema.





**VII SEMINARIO  
LATINOAMERICANO  
DE IRRIGACION**

**SANTIAGO DE CHILE, 28 DE NOVIEMBRE  
AL 2 DE DICIEMBRE DE 1983**

**DOCUMENTO D-7**

**"ASPECTOS ECONOMICOS A TENERSE EN CUENTA EN LA FORMULACION  
DE PROYECTOS DE IRRIGACION"**

Por: Dr. Juan Antonio Zapata(\*)

---

(\*) Investigador Jefe Fundación Mediterránea - Mendoza, Argentina



# ASPECTOS ECONOMICOS A TENERSE EN CUENTA EN LA FORMULACIÓN DE PROYECTOS DE IRRI- GACION

## I. INTRODUCCION

El objeto de este trabajo, es realizar un análisis indicando algunas consideraciones y principios económicos-sociales a ser tenidos en cuenta para la formulación y priorización de proyectos de riego. Se ha partido de la base que el lector tiene alguna formación en evaluación de proyectos.

En la sección II, mostramos los métodos existentes para estimar los beneficios en esta clase de proyectos, en los casos en que la mayor disponibilidad de agua es destinada a incorporar nuevas tierras o a retozar las dotaciones de riego de cultivos ya existentes. También analizamos los beneficios de agua durante el período de riego, aún cuando no se aumente la disponibilidad total.

En la sección III, nos referimos a los costos de proyectos donde ponemos énfasis en ciertos rubros que generalmente son subestimados o incluso olvidados en la evaluación de proyectos de riego. Un factor muy importante, por su incidencia en el costo, es el tiempo que transcurre desde la construcción de la obra hasta la utilización de la misma, el cual se debe a problemas de colonización o falta de obras complementarias como canales, drenajes o preparación de tierras.

Finalmente en la sección IV presentamos algunos principios que, en nuestra opinión, deben ser tenidos en cuenta en el planeamiento y operación de proyectos hidráulicos.

## II. BENEFICIOS

La inversión en obras hidráulicas, requiere estudios de evaluación de proyectos con el objeto de determinar su rentabilidad. Estos estudios, consisten en la estimación de beneficios y costos, y su posterior comparación de acuerdo a algún criterio de evaluación.

Una obra hidráulica puede tener múltiples objetivos como:

- a) Riego
- b) Generación de energía eléctrica
- c) Recreación
- d) Control de crecientes
- e) Transporte
- f) Uso Industrial
- g) Uso urbano

En este trabajo nos limitaremos analizar la evaluación del objetivo riego, el cual suele ser un aspecto importante de los proyectos.

Con el fin de separar los diferentes componentes de los beneficios del riego, queremos hacer notar algunas características del mismo. Los cultivos tienen necesidades de agua que varían a lo largo del año. La evapotranspiración, esto es el consumo de agua por los cultivos, es una función del grado de desarrollo de las plantas, de las características de cada clase, de la temperatura, humedad y otros factores climáticos.

En ausencia de embalses reguladores o de perforaciones para la extracción de agua subterránea, el riego esta sujeto a las precipitaciones y la disponibilidad de agua superficial la que varía en el tiempo. En la temporada de riego pueden no coincidir los requerimientos con la disponibilidad de agua en una región dada, se pueden lograr aumentos de producción por transferencia de agua en una misma temporada de riego de meses con superavit a meses deficitarios.

Por otro lado las construcciones de obras hidráulicas pueden permitir aumentos de la disponibilidad (total) del agua durante el período agrícola.

Dependiendo de la obra hidráulica exitirán uno los dos elementos arriba mencionados. A continuación analizaremos cada uno de ellos.

### II-1 Estimación de beneficios provenientes de aumentos en la disponibilidad (oferta) de agua.

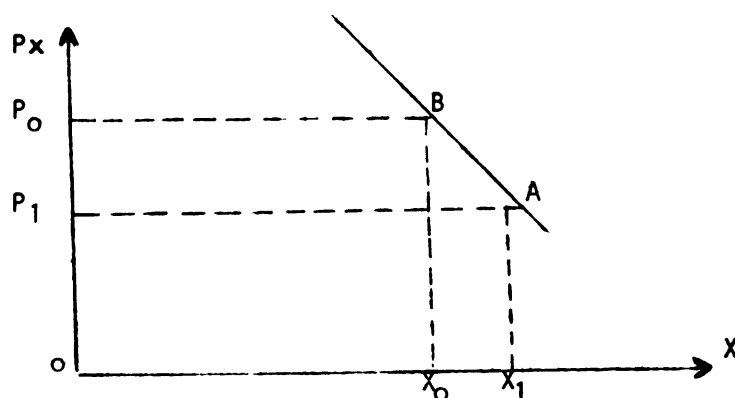
La cantidad de agua disponible en una región agrícola puede aumentar debido a: 1) Construcción de un embalse; 2) impermeabilización de canales; 3) Mayor extracción de agua subterránea; 4) Transferencia de agua de otras regiones o cuencas; 5) Disminución de la utilización de agua en otros usos que sean competitivos al riego y 6) Mejoras en las técnicas de regadío. Para realizar una asignación óptima de los recursos disponibles en la economía, es necesario comparar cual de estas formas de aumentar la disponibilidad de agua es la más rentable. Es muy posible que para lograr un determinado aumento de la cantidad de agua utilicemos una combinación de dos o más de las alternativas arriba indicadas, en cuyo caso necesitaremos saber cual es la proporción óptima de cada una de estas fuentes alternativas de suministro de agua.

En esta sección analizamos la estimación de beneficios que produce el aumento de la disponibilidad anual de agua, independiente de la forma en que el mismo sea logrado.

Un buen método para investigar el valor que la economía asigna al agua de riego sería el de contar con un mercado en que se transaran volúmenes de agua, en cuyo caso se deberían estimar la demanda y oferta de agua, sin embargo por las características del recurso y por aspectos institucionales y legales del mismo no existe esta clase de mercados. No obstante pensamos que un análisis teórico del valor del agua con este enfoque, ayudará a esclarecer aspectos de los otros métodos que presentaremos posteriormente. Por este motivo desarrollaremos brevemente este análisis suponiendo que fuera factible estimar la demanda y oferta de agua para riego en una región determinada.

La demanda de un bien cualquiera (en nuestro caso agua) en una región, puede definirse como la máxima cantidad que los consumidores están dispuestos a comprar a cada precio, o como el máximo precio que están dispuestos a pagar por una determinada cantidad.

En el siguiente gráfico, tenemos una función de demanda. El valor atribuible a las unidades  $(X_1 - X_2)$  es el área  $X_0X_1AB$ , ya que por la unidad  $X_0$  los consumidores están dispuestos a pagar  $P_0$  que es igual al segmento  $X_0B_1$ , si seguimos este procedimiento para las unidades  $X_0 + 1$  etc. hasta  $X_1$  veremos que por el incremento  $X_1 - X_0$  los consumidores estarían dispuestos a pagar el equivalente al área  $X_0X_1AB$  como máximo.



Cuando no es posible estimar la demanda de agua debemos utilizar otro método, aquí queremos destacar que es importante distinguir si la obra de riego tendrá influencia en zonas actualmente bajo riego o servirá para la incorporación de nuevas áreas.

En el primero de los casos será necesario determinar los aumentos en producción debidos a la mayor disponibilidad de agua. Nótese que decimos mayor disponibilidad y no dejar distribución lo cual analizamos en un punto por separado.

Con el objeto de facilitar la exposición, estudiaremos primero el caso de incorporación de nuevas tierras y luego, señalaremos como se debe modificar esta metodología para el caso de aumentos en la producción de zonas ya regadas, debidos a mayor disponibilidad de agua.

### 11-1.1 Incorporación de nuevas tierras

Los beneficios en este caso se pueden determinar, por cualquiera de los siguientes métodos:

- a) Estimación del valor actual neto de los aumentos en la producción agrícola en las nuevas zonas.
- b) Estimación de los aumentos en el valor de la tierra.

Si al establecerse el precio de la hectárea con riego en el mercado, se prevén correctamente los beneficios y costos y, a su vez se utiliza la misma tasa de descuento del primer método, ambos producirán resultados idénticos.

#### 11-1.1.1 Valor actual neto de los aumentos en la producción.

Este método consiste en la estimación de los beneficios netos, que se obtendrán con la utilización de los aumentos en la disponibilidad de agua, creados por el proyecto. Es decir consiste en la comparación de beneficios y costos agrícolas, obteniéndose el valor del agua como diferencia. En este método, los beneficios y costos agrícolas deben ser proyectados en forma anual y luego, con el uso de una tasa de descuento, se obtiene el valor presente del beneficio neto.

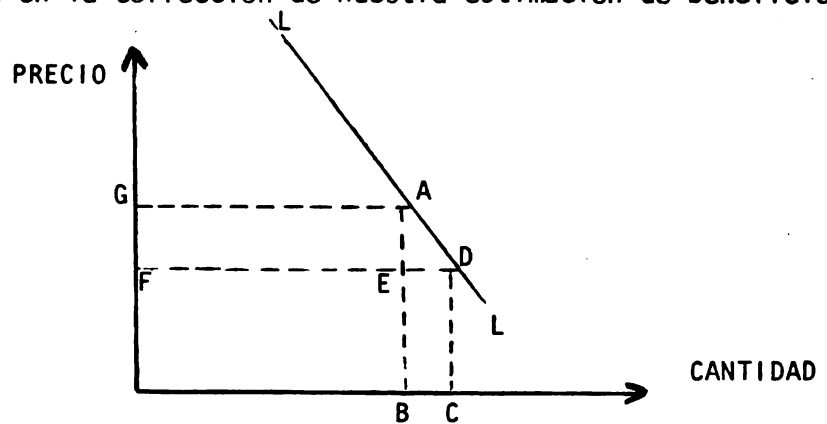
La proyección de la producción por hectárea para cada cultivo, puede hacerse en base a la información de los últimos años al nivel más desagregado posible. Estos datos son, en general, promedios zonales y por lo tanto subestiman los aumentos de producción debidos a la incorporación de nuevas tecnologías. Esa subestimación proviene de que la adopción de las innovaciones, no se efectúa en forma instantánea sino gradualmente aún en el caso de los cultivos anuales.

Respecto a los precios de los productos agrícolas, también se requiere gran cantidad de información. Se debe proyectar la demanda usando las elasticidades ingreso y población, con un intervalo de tasas de crecimiento de ingreso y población de modo tal que, considerando las expansiones de cultivos en otros proyectos y la elasticidad precio de la demanda, sea posible pronosticar los precios de los productos agrícolas.

Aquí es donde se debe tener muy en cuenta la posible expansión de cultivos en el resto de las regiones agrícolas del país, siendo esto una variable muy importante para las proyecciones.

Si la cantidad de tierra que se incorporara a la agricultura es suficiente mente grande como para provocar una disminución de los precios de productos agrícolas, el aumento en producción se evalúa, en principio al nuevo (y más bajo) precio, el cual subestima el valor social y debe ser corregido para que también refleje el beneficio de la disminución del precio para los consumidores. Esto puede verse en el gráfico, donde LL representa la demanda de productos agrícolas, OB es la cantidad previa al proyecto con un precio de AB; BC es el aumento de producción causado por la ejecución del proyecto, el nuevo precio será CD. El -

valor social del producto adicional para la economía, es el área ABCD mientras que el valor de mercado es sólo BCDE. Esta es la razón para agregar el área ADE en los beneficios. Nótese que los consumidores también se benefician con el área AEFG, sin embargo esta no debe ser sumada a ADE como beneficio del proyecto (desde un punto de vista estrictamente eficientista) ya que los productores pierden esa misma área y por lo tanto es un transferencia de ingresos de un grupo a otro, sin que aumente el ingreso total, por lo que solamente debemos considerar a ADE en la corrección de nuestra estimación de beneficios.



Dado que lo que deseamos estimar es el beneficio neto anual, debemos tener en cuenta todos aquellos costos requeridos para obtener la producción agrícola (por ejemplo fertilizantes, salarios, etc) y restarlos de los ingresos brutos. De este modo podemos obtener el beneficio neto atribuible al aumento en la disponibilidad de agua.

Para la estimación de los costos de producción agrícola, es necesario tener presupuestos de operación de fincas. En el costo deben incluirse todos los elementos necesarios para llevar adelante la producción, incluso debemos computar un retorno para el empresario, el que debe ser calculado en base a lo que podría ganar en la mejor alternativa que tenga.

Con el objeto de proyectar los costos es necesarios a su vez proyectar los precios de insumos, uno de los que posiblemente requiere más cuidado es el de la mano de obra.

Aquí queremos dejar aclarado que al computar los costos agrícolas, desde el punto de vista de la sociedad como un todo, debemos utilizar el verdadero costo de oportunidad de los factores usados en el proceso productivo. Por costo alternativo o de oportunidad se entiende lo que esos factores hubieren recibido en la producción de otro bien. Es decir, representa el máximo valor que la sociedad le atribuye en otros usos.

Quando no existe desempleo de factores productivos el precio de mercado refleja el costo de oportunidad de dichos factores ya que representa el "sacrificio" que se debe hacer en otro sector de la economía al distraer recursos. Pero cuando hay factores desempleados, se los puede utilizar sin disminuir la producción en otros sectores. En este caso el precio de mercado no refleja el verdadero costo de oportunidad ya que la alternativa para esos factores es permanecer desempleados.

Un procedimiento aceptado para tratar este punto es computar los costos como si los precios de mercado reflejaran el verdadero costo alternativo de los factores y luego por otro lado aumentar los beneficios en la diferencia entre precio de mercado y de sombra de los insumos.

11-1.1.2 Aumentos en el valor de la tierra.

Al utilizar este método se considera que la diferencia de precios entre la tierra regada y la sin regar es el valor presente de las futuras dotaciones de agua que recibirá. El precio de tierras sin derecho de riego a utilizar en nuestra evaluación debe reflejar el flujo de producción real de la misma, porque lo que nos interesa restar del precio de la tierra con riego, es el valor presente de lo que se deja de producir en secano. Hacemos esta aclaración ya que es muy común en regiones áridas, en las que no hay posibilidad de realizar actividades agropecuarias de secano, que la tierra tenga un precio distinto de cero. En este caso, este precio puede reflejar expectativas de obtener agua o desarrollar alguna otra actividad. Dado que esto constituye meras expectativas y no producción real, en este caso al regar estas tierras la producción de secano que se pierde es cero y por lo tanto el precio que le debemos adjudicar a dichas tierras también es cero.

Al referirnos al precio de tierras con riego, lo hacemos a tierras libres de mejoras, es decir que el precio (o aumento) refleja los retornos a la disponibilidad de agua y no a las mejoras.

Este método de estimación, a diferencia del anterior, responde a un criterio privado de evaluación. Dado que el incremento del valor de la tierra se basa en precios de mercado observados, no tiene en cuenta otros efectos económicos no captados por el mercado de tierras, como lo son cambios en el producto de otras industrias en las cuales los beneficios sociales marginales difieren de los costos sociales marginales, excedente del consumidor, etc.

#### 11-1.2 Caso en que las obras de riego aumentan la dotación en zonas cultivadas

El elemento fundamental en este caso es la determinación de los aumentos en los beneficios netos debido a la mayor disponibilidad de agua. Reconocemos que esto no es algo fácil de determinar y en nuestra opinión existen dos caminos a seguir, a nivel de finca o a nivel de región.

A nivel de finca es posible contar con estudios de respuesta a diferentes regímenes de riego, los que se han realizado en forma experimental. Estos estudios constituyen una base para la estimación de la demanda de agua.

A nivel agregado, si los datos lo permiten, se puede determinar una relación entre producción regional y caudales. Es decir, a lo largo del tiempo se han observado variaciones anuales en la cantidad de agua disponible. Los años con agua abundante son equivalentes a un año con dique y los años de escasez equivalentes a años sin dique. Si se pudiera obtener una relación estable con respecto a producción por hectárea, sería factible conocer algo de la respuesta agregada de la producción (a nivel regional). En un trabajo anterior realizamos alguna exploración en este tipo de investigación a nivel agregado para el caso de Mendoza. Las dificultades son numerosas, en primer lugar la producción responde a precios del producto en el sentido de que a mejores expectativas de precios, se utilizan más fertilizantes o se desarrollaran mejor las tareas culturales. Además la calidad y número de insumos agrícolas ha ido mejorando como resultado de cambios tecnológicos y educación, lo que hace variar la producción independientemente de la disponibilidad de agua.

Los accidentes climáticos afectan a la producción, en principio se podría usar variables artificiales (dummy) para aislar este efecto, pero existen problemas adicionales ya que los accidentes climáticos pueden ser de muy diversa intensidad y además, pueden tener efectos de disminución de producción en períodos posteriores.

En la medida que continuemos careciendo de esta clase de estudios, será difícil estimar los efectos de aumentar las dotaciones. El problema del primer método que mencionamos, estudios experimentales a nivel de finca, es que necesi

taríamos muchas más observaciones de las que se han utilizado (tanto años como regímenes de riego) a los efectos de estimar la productividad del agua.

#### 11-2 Efecto de algunas obras de riego sobre la distribución de agua.

Algunas obras hidráulicas permiten una mejor distribución del agua a través del período de riego. Esto produce beneficios aún cuando no se aumente la dotación total, ya que puede transferirse agua de los meses en que vale menos a aquellos en que vale más, dentro del período mismo en todos los meses. De este modo ya no se podrá obtener ninguna ganancia transfiriendo agua de unos meses a otros.

Por este motivo, al evaluar una obra de las mencionadas, se cometerá un error al no considerar estos aspectos de mejora de la distribución.

Una forma de tener en cuenta este factor sería conocer la función de producción de la agricultura y analizar cuales son las variaciones en la producción al transferir agua de un mes al otro. Lamentablemente no existen estimaciones de funciones de producción en Argentina que permitan realizar este tipo de análisis.

Los estudios que conocemos de respuesta de producción a diferentes regímenes de riego, se han realizado comparando parcelas a las cuales se les aplicó diferentes dotaciones de agua, y por lo tanto las variaciones de producción, son el resultado de variaciones en la cantidad de agua aplicada. Lo que necesitamos para evaluar los beneficios descritos en esta sección es la comparación de parcelas a las que se les aplique la misma cantidad total durante el período de riego, variándose entre parcelas la distribución de la dotación mensual.

Por lo tanto pensamos que sería muy conveniente orientar los estudios agrónomos sobre riego a problemas de respuesta de producción en diferentes dotaciones de riego y a la distribución mensual de dotaciones dadas.

Otro método sería utilizar factor de eficiencia para corregir los precios de tierras, es decir una mejor distribución aumentaría el valor de las tierras.

### III COSTOS

#### III-1 Costos de la Obra

Cualquiera sea el tipo de proyecto de obra hidráulica, la base de los estudios de costos surge de los cálculos de ingeniería. Debemos computar un presupuesto en términos físicos y luego investigar cual es el costo de oportunidad de cada uno de los factores a emplear en los casos en que existan razones para pensar que los precios de mercado no reflejan el valor de estos insumos para la economía como un todo.

Debemos tener especial cuidado con la programación de las inversiones y su distribución en el tiempo. La duración del período de construcción es un elemento fundamental, ya que todos los costos deben ser descontados (o acumulados) a alguna fecha a los efectos de compararlos con los beneficios y esto puede afectar mucho la rentabilidad del proyecto.

#### III-2 Otros Costos

El desarrollo de una zona de riego requiere una serie de inversiones adicionales a las del proyecto de obra propiamente dicho. Estos rubros son generalmente subestimados o incluso olvidados completamente en la evaluación de proyectos de obras hidráulicas y sin embargo son de suma importancia para la rentabilidad de los mismos.



### III-2.1 Colonización

Los proyectos que transforman zonas áridas o de agricultura de secano en zonas de riego por lo general requieren mayor cantidad de mano de obra de la que existe en el lugar. Además una agricultura intensiva de riego requiere mano de obra entrenada en técnicas de manejo de agua. Para esto debe realizarse un entrenamiento de la mano de obra del lugar y deben promoverse migraciones hacia la zona.

Ambas políticas tienen costos. La primera requiere la labor de extensionistas, instalaciones para enseñanza, además de sustraer al agricultor de las tareas que estaba realizando anteriormente.

La segunda requiere una administración para llevar a cabo un programa de migración, traslado de familias y también puede significar todos o algunos de los elementos de costo del entrenamiento de la mano de obra, dependiendo de que los colonos vengan o no de zonas de riego y de los cultivos que originalmente hacían.

Ahora bien existe una relación inversa entre esta clase de costos y el tiempo que se utiliza para poner la zona en producción en el sentido que podemos disminuir estos costos pero, con la consecuencia de que la puesta en riego del proyecto se demorará y por lo tanto, postponemos los beneficios. Del mismo modo si queremos disminuir el tiempo de espera, la única forma de hacerlo es aumentando lo que se gasta en educación y migración.

Otro factor que afectará la mano de obra disponible para la zona, es la realización de proyectos que compitan en el uso de mano de obra. Este es un aspecto que generalmente se olvida al evaluar proyectos.

### III.2.2 Investigación

En los proyectos de riego que incorporan áreas nuevas es necesario hacer investigaciones agronómicas en cuanto a tipo de cultivos y dotaciones de riego.

Esto es esencial para establecer las posibilidades de cultivos. Acá también podemos destacar una interrelación entre costos y tiempo para poner en riego la zona, similar a la señalada para el caso de entrenamiento de la mano de obra, ya que si disminuimos lo gastado en investigación esto quiere decir que los propios agricultores tendrán que probar por experiencia diversos cultivos con el consiguiente riego y/o pérdidas.

A la vez queremos destacar que la determinación de las dotaciones de riego es esencial y que, cualquier error puede incidir notablemente en la rentabilidad del proyecto. Existen numerosos casos en América Latina y en nuestro país, en los cuales por errores en la estimación de las pérdidas de conducción o eficiencia de riego el número de hectáreas a regar ha sido sobreestimado. En el caso de que para la estimación se adopten coeficientes de otras zonas, hay que tener sumo cuidado de que la capacidad de manejo del agua por parte de los agricultores sea la misma.

### III-3 Criterios de evaluación

Una vez estimados los flujos anuales de beneficios y costos, debemos establecer algunos criterios para luego poder comparar el proyecto con algunas otras alternativas de inversión. En este trabajo no analizaremos los diversos criterios ya que nuestro propósito ha sido el de considerar sólo aspectos específicos de proyectos de riego. Se puede ver una buena exposición de los diversos criterios en otros trabajos.

#### IV. PLANEAMIENTO Y OPERACION DE PROYECTOS HIDRAULICOS

En esta sección discutiremos algunos de los elementos que se deben tener en cuenta al administrar proyectos o inversiones, en materia de obras hidráulicas y que, en nuestra opinión son importantes para determinar el éxito o fracaso de proyectos de riego.

##### IV-1 Estrategias de inversión.

A continuación desarrollamos algunos de los principios por los cuales, entendemos, fracasan o tienen éxito los proyectos de riego.

En primer lugar, los proyectos de riego deben desarrollar un sistema de incentivos, cuando comprende en alguna de sus etapas una mezcla del sector público y privado, en general el sector público invierte en el proyecto y administra el sistema de riego, pero son agricultores individuales los que utilizan el agua e inclusive a veces, tienen la responsabilidad de las inversiones en canales terciarios.

En este último caso pueden haber fracasos, si no se estudia bien un sistema de incentivos, pues puede ocurrir que algunos agricultores no estén dispuestos a invertir en canales que beneficien a otros. Por ejemplo no hay incentivos para quienes estén ubicados al lado del canal secundario, porque pueden captar agua a muy bajo costo, a colaborar o asociarse con los que están más alejados para la construcción de canales terciarios.

A veces, el sistema de incentivos puede afectar las inversiones de riego dentro de la propia parcela. Por ejemplo, proyectos que ofrecen condiciones de seguridad distinta, a los usuarios de aguas arriba que a los de abajo - en cuanto a la fecha y volumen de agua que llega a la propiedad -, puede inducir ineficiencias y falta de inversiones en el sistema de riego interno de la propiedad. Los que están aguas arriba no invierten porque les sobra el agua, en algunos momentos, sin la seguridad que la van a tener en otros. Los que están aguas abajo, puede ocurrirles que, el carácter errático de la entrega de agua haga que no les convenga realizar inversiones. En estos casos la ineficiencia del sistema es causada por la autoridad que lo administra y no por los usuarios. (1)

Otro factor muy importante que puede determinar el éxito o fracaso de un proyecto, es si el mismo ha sido diseñado para realizarse como proyecto divisible o indivisible. Un proyecto divisible es aquel que puede realizarse y utilizarse por etapas, por ejemplo una inversión en un conjunto de pozos o pequeñas obras de irrigación. Por otro lado un proyecto es indivisible cuando debe realizarse todo y no puede ser utilizado por etapas, por ejemplo un dique de cierto tamaño.

El proyecto divisible tiene como ventaja que el nivel de inversiones puede adaptarse mejor al crecimiento de la demanda de agua y, por lo tanto, puede minimizarse el capital ocioso, también se va obteniendo información y por lo tanto aprendiendo a utilizarlo mejor (tanto los agricultores como los administradores del sistema).

En cambio los proyectos indivisibles, pueden llegar a tener una alta proporción de su capacidad ociosa. A veces es muy difícil compatibilizar los distintos componentes de un proyecto, por ejemplo desfases entre la construcción del embalse y su sistema de distribución.

(1) K. Takase y T. Wickhan, "Irrigation Management as a Pivot of Agricultural Development in Asia" en Rural Asia: Challenge and Opportunity (New York; Praeger, 1977).

El problema principal de los proyectos indivisibles, es que hay que tomar decisiones con la información con que se cuenta al iniciar el proyecto, en cambio los proyectos divisibles permiten ir obteniendo información sobre la marcha, por lo que la probabilidad de éxito es mayor e inclusive, dicha probabilidad puede aumentarse mediante ciertas inversiones a medida que obtenemos la información.

#### IV-1 Política de planeamiento y operación de embalses.

El tamaño de una presa de embalse está determinado por el sitio en el cual se realizará, la altura de la presa y el método de construcción.

En general podemos considerar el sitio como dado por la naturaleza, sin embargo, pueden existir varias alternativas con diferentes ventajas o inconvenientes desde el punto de vista de cada uno de los objetivos. Además, los restantes elementos pueden ser establecidos de tal forma que obtengamos un óptimo tamaño de embalse.

Generalmente, es posible determinar la probabilidad de tener excesos y déficit de agua para cada uno de los diferentes tamaños. La pregunta aquí, es cuáles son los costos y beneficios de los diferentes tamaños de embalse. El tamaño del embalse tiene relación con las reglas de operación del mismo que se establezcan, las que deben determinarse de acuerdo a ciertos criterios de optimización.

Para un cierto tamaño de embalse pueden seguirse una serie de políticas alternativas. Una posibilidad, es vaciar el embalse todos los años, de tal modo que se otorga la mayor dotación de agua, aún cuando tendremos una gran variación anual debido a los cambios de caudales de un año a otro. La otra posibilidad, es mantener una reserva, tal que sea posible, entregar una cantidad aproximadamente constante (aunque no máxima) de agua todos los años.

La respuesta depende de los beneficios que se obtengan de tener más agua en los años normales y de las pérdidas sufridas en los años deficitarios. Hay que computar como costo de la reserva, el valor de los excesos de agua que no sean aprovechables para riego y que se pierden, ya que la capacidad de almacenamiento del embalse se ha reducido debido a la existencia de la reserva.

Para poder analizar estos problemas debemos contar con información sobre la productividad marginal de un suministro anual de agua y la productividad marginal de una cantidad inesperada de agua.

Existen algunos otros problemas interesantes en la administración del agua relacionados con la asignación de la misma a diferentes usos. El riego y la energía eléctrica se obtienen del embalse, como un producto conjunto solamente durante el período de riego. Durante el resto del año representan usos competitivos del agua.

El agua debería liberarse del embalse durante los meses en que no se riega, solamente, si el valor de la electricidad que genera es mayor que el valor presente de la combinación de electricidad y riego que produciría en el otro período del año. Las reglas de operación óptimas serán aquellas en las que el valor marginal del agua descargada del embalse, sea igual al costo marginal de la misma, medida en términos de agua, si es guardada en el embalse para otros usos.

El costo de la descarga de agua en un embalse puede ser disminuído mediante la construcción de un compensador aguas abajo, de modo que la misma, pueda ser empleada en usos distintos y en diferentes momentos del tiempo. Para decidir si un segundo embalse debe o no ser construído, su costo debe compararse con los beneficios del uso que debería haberse dejado de lado en ausencia del dique compensador.

#### IV-3 Sistema de distribución del agua (canales)

Aquí como en muchos otros aspectos de inversiones en recursos hídricos, una vez realizada la inversión es económicamente irreversible, esto es, que aunque se pruebe que el sistema de canales en existencia no es el óptimo, en la mayoría de los casos, el costo de cambiarlo por un sistema mejor diseñado excederá los beneficios de mejorar la asignación de los recursos. Por esta razón, nos parece que una consideración importante en el planeamiento de proyectos, es el diseño de un sistema de distribución tal que el número de canales y sus capacidades sean tan cercanas al óptimo como sea posible, en el sentido que realicen la tarea de conducción del agua con el mínimo costo.

Existen economías de escala en los canales, debido a que el costo de capacidad de conducción por litros/Km decrece a medida que aumentamos la capacidad de conducción. Debemos tener presente también que las pérdidas de conducción son menores cuando se utiliza un canal principal en lugar de muchos medianos o pequeños canales debido a la evaporación y/o infiltración. Pero, la utilización de un sólo canal principal puede significar mayores costos de conducción, debido a que el litro promedio debe recorrer una mayor distancia. Esto es un problema de estudio de cada caso particular, porque la existencia de ineficiencia no es debido a que tenemos que saber la distancia entre canales en la cual será menos costoso tener un sólo canal. Esta distancia depende de la localización de las zonas de riego, suelo y problemas de niveles.



SANTIAGO DE CHILE, 28 DE NOVIEMBRE  
AL 2 DE DICIEMBRE DE 1983

DOCUMENTO D-8

"LA AUTOSUFICIENCIA FINANCIERA DE LOS SERVICIOS DE ADMINISTRACION,  
OPERACION Y CONSERVACION DE LOS PROYECTOS DE RIEGO"

Por: Ing. Civil Agustín Merea C. (\*)

---

(\*)Especialista en Riego y Drenaje (IICA)



## LA AUTOSUFICIENCIA FINANCIERA DE LOS SERVICIOS DE ADMINISTRACION, OPERACION Y CONSERVACION DE LOS PROYECTOS DE RIEGO

### A. INTRODUCCION

La América Latina y el Caribe, como un todo, al igual que otras regiones del mundo en desarrollo, confrontan como uno de sus mayores problemas el de incrementar sensiblemente sus actuales niveles de producción y productividad agrícolas, en especial de alimentos.

En los últimos años, en las reuniones que han congregado a los responsables del desarrollo agrícola en nuestros países, se ha afirmado el consenso que las áreas actualmente bajo riego en la Región y las potencialmente aptas para ello pueden y deben contribuir significativamente a la solución del problema puntualizado y, consecuentemente, satisfacer, progresiva y suficientemente, las legítimas aspiraciones de mejores niveles de alimentación y de vida de sus crecientes poblaciones.

Como una manifestación significativa del consenso general mencionado, que se suma a las puestos en evidencia en reuniones tales como "La Conferencia Mundial de la Alimentación" (1974); la "Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua" (1977); las Conferencias Interamericanas de Agricultura y Seminarios Latinoamericanos que han precedido al que nos reúne en esta oportunidad, cabe citar el Informe de la Comisión Independiente sobre Problemas Mundiales del Desarrollo que presidiera el ex-canciller de la República Federal de Alemania, Willy Brandt. En su Capítulo V -El Hambre y la Alimentación- después de señalarse que la inversión es mejor que la ayuda en forma de alimentos se consigna como recomendación prioritaria que "LA INVERSION MEJOR Y MAS URGENTE ES LA DEDICADA A FINANCIAR PROGRAMAS DE IRRIGACION Y DE ADMINISTRACION DE AGUAS".

Los organismos e instituciones del sistema mundial y regional que se distribuyen la responsabilidad de prestar cooperación técnica y/o financiera al desarrollo agrícola de la Región, entre las que se incluye el IICA, comparten plenamente el consenso puntualizado. Como un ejemplo en lo que respecta a cooperación financiera, puede anotarse que entre 1961 y 1983 el BID ha proporcionado 77 préstamos para 61 proyectos de riego y drenaje distribuidos en 17 países Latinoamericanos y del Caribe. El total prestado asciende a 1.570 millones de dólares, beneficiando 404.300 familias en una superficie de 1.964.700 hectáreas (4.9 ha/familia).

En consecuencia con lo anteriormente expresado, cabe reconocer que en estos últimos años se ha dado preferente atención a, por una parte, identificar los obstáculos que habría que remover para lograr que la agricultura con facilidades de riego y drenaje pueda cumplir a cabalidad y en menor plazo posible con la significativa contribución que se ha señalado y, por otra, a encontrar las soluciones que, adecuadas a los diferentes medios permisivos existentes en nuestros países, permitan la erradicación o minimización de dichas limitaciones.

Puede afirmarse, en general, que se ha avanzado mucho en lo que toca a la

identificación de los obstáculos y limitaciones a que se ha hecho referencia. No obstante, dicha afirmación no puede extenderse en lo concerniente a la definición, instrumentación y aplicación, en la escala requerida, de las políticas, programas y acciones tendientes a su más rápida y mejor superación.

Se apoya lo expresado en último término, que contrasta con el no discutido e importante potencial de tierras y aguas que registra la Región como un todo, en el hecho que con excepciones como las de México, Perú, Brasil, Costa Rica y República Dominicana, entre otros pocos países, los restantes registran un sensible atraso en la consecución de las metas parciales que les corresponderían en relación con las metas totales señaladas para el período 1975/1990 en materia de riego y drenaje por la Conferencia Mundial de la Alimentación. Dichas metas, para la América Latina y el Caribe en su conjunto, son las siguientes:

1. El mejoramiento de 4.7 millones de hectáreas actualmente bajo riego.
2. La incorporación de 3.1 millones de hectáreas en nuevos proyectos de riego.
3. Dotación de sistemas de drenaje a 19.2 millones de hectáreas, y
4. Una inversión de US\$ 20.000 millones (actualizando lo previsto en 1975).

En el presente trabajo no se pretende incidir sobre los numerosos y variados problemas a los cuales puede atribuirse el -en general- lento desarrollo de nuestra agricultura con facilidades de riego y drenaje. El tratamiento autorizado de muchos de esos problemas, tanto a nivel general como al de los 18 países representados en este VII Seminario Latinoamericano de Irrigación, estará a cargo de los representantes nacionales, representantes de Organismos Internacionales y especialistas de alto nivel cuya participación como expositores consta en el Programa Oficial del evento.

Así, después de brindar una somera información sobre los antecedentes del riego en la Región, su superficie actual bajo riego y su potencial para el efecto y ventajas de la agricultura bajo riego sobre la de secano o temporal, el presente trabajo incide sobre la Autosuficiencia Financiera de los Servicios de Administración, Operación y Conservación de los Proyectos de Riego y Drenaje Públicos de nuestros países, a cuya debilidad identificamos como causante de varios de los problemas que atentan contra el mejor desarrollo de la agricultura bajo riego regional.

## B. EL RIEGO EN LA REGION

### 1. Antecedentes

El riego, considerado como la más antigua e importante de las diversas técnicas que intervienen en la producción de alimentos y, consecuentemente, reconocido como una de las actividades del hombre que desempeñó un papel principal en el desarrollo de las antiguas civilizaciones, registra antecedentes en la Región que se remontan a muchos siglos antes de su descubrimiento en el Siglo XV.



En efecto, cuando los españoles llegaron por primera vez a los territorios que hoy constituyen México -centro de la civilización Azteca- y Perú, Bolivia, Ecuador, Sur de Colombia y Norte de Chile y la Argentina -donde floreciera la civilización Inca- encontraron una infraestructura hidráulica de cierta complejidad, cuyo origen se había perdido aún para la tradición oral, que venía siendo utilizada para captar, almacenar y conducir aguas para riego en beneficio de importantes áreas agrícolas.

Como un ejemplo de la magnitud del temprano desarrollo del riego en la América Latina, algunos estudios señalan que, mucho antes de la conquista hispánica, se regaban y cultivaban en la Costa del Perú cerca de un millón y medio de hectáreas (Dr. Paúl Gash), superficie que disminuyó apreciablemente en la época Colonial y primeros tiempos de la época Independiente para, en el presente Siglo, resurgir lentamente hasta alcanzar las aproximadamente setecientas mil hectáreas que dicha región del Perú registra en la actualidad. En mayor o menor medida dicho proceso de retroceso y resurgimiento se dió también en los restantes países mencionados en el párrafo precedente.

## 2. Superficie actual bajo riego en la Región

En el Cuadro Nº 1, válido para 1981, se puede apreciar que el total de tierras cultivadas en la América Latina y el Caribe en dicho año ascendía aproximadamente a 142 millones de hectáreas que incluyen 13.5 millones con facilidades de riego total o suplementario, o sea un 9.6% del total cultivado.

En relación con las tierras con facilidades de riego en la Región, cabe hacer la salvedad que las variaciones anuales que se producen en los volúmenes de agua que descargan las corrientes que constituyen sus fuentes de aprovechamiento principales (la mayoría de ellas no reguladas), no permiten, en asociación con otros factores, que la intensidad de uso de dichas tierras supere el 80% de promedio anual. Por otro lado, las variaciones anuales de la precipitación en gran parte de las áreas de cultivo de secano o temporal por exceso o defecto, otorgan un carácter aleatorio a la producción pertinente, que se refleja en la relativa frecuencia con que nuestros Gobiernos se ven obligados, para mitigar sus desfavorables efectos, a declarar zonas de emergencia y disponer moratorias sobre los créditos otorgados a los agricultores.

Del Cuadro Nº 1 se desprende que prácticamente todos los países Latinoamericanos y del Caribe cuentan con áreas bajo riego, ubicándose Surinam (68.1%) y Perú (34.4%) como los que tienen mayores porcentajes de tierras regadas sobre su total de tierras cultivadas. Se aprecia también que México es el país que cuenta con la mayor área bajo riego en la región, con el 40.5% del total. En lo que respecta a áreas geográficas, América Central con un 19.3% es la que registra el mayor porcentaje de áreas bajo riego en relación con su total de tierras cultivadas, seguida por el Caribe con 17.1% y Suramerica con el 6.3%.

CUADRO Nº 1

TIERRAS CULTIVADAS Y BAJO RIEGO EN LOS PAISES LATINOAMERICANOS Y DEL CARIBE

P A I S E S	Tierras (miles de ha)		Porcentaje (3) %
	Cultivadas (1)	Regadas (2)	
<u>AMERICA CENTRAL</u>			
Belice	88	2	2.3
Costa Rica	490	69	14.1
El Salvador	680	50	7.4
Guatemala	1.800	64	3.6
Honduras	1.757	54	3.1
México	23.220	5.479	23.6
Nicaragua	1.511	76	5.0
Panamá	566	30	5.3
Sub Totales	30.112	5.824	19.3
<u>AMERICA DEL SUR</u>			
Argentina	35.100	1.540	4.4
Bolivia	3.327	100	3.0
Brasil	40.720	1.100	2.7
Chile	5.828	1.320	22.6
Colombia	5.600	295	5.3
Ecuador	2.615	520	19.9
Guyana Francesa	4	—	—
Guyana	379	122	3.2
Paraguay	1.155	55	4.8
Perú	3.430	1.180	34.4
Surinam	47	32	68.1
Uruguay	1.910	87	4.6
Venezuela	5.357	323	6.0
Sub Totales	105.472	6.674	6.3

P A I S E S	Tierras (miles de ha)		Porcentaje (3) %
	Cultivadas (1)	Regadas (2)	
<b>CARIBE</b>			
Antigua	8	---	---
Bahamas	16	---	---
Barbados	28	---	---
Cuba	3.170 (4)	720	22.7
Dominica	17	---	---
República Dominicana	1.230	150	12.2
Grenada	14	---	---
Guadalupe	51	2	3.9
Haití	885	70	7.9
Islas Vírgenes	9	---	---
Jamaica	265	32	12.1
Martinica	26	4	15.4
Montserrat	1	---	---
North Antillas	8	---	---
Puerto Rico	163	39	23.9
St. Kitts, etc.	14	---	---
Santa Lucía	17	1	5.9
St. Pier, etc.	3	---	---
San Vicente	17	1	5.9
Trinidad Tobago	158	20	12.7
Sub Totales	6.100	1.039	17.1
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>141.684</b>	<b>13.537</b>	<b>9.6</b>

- NOTAS:**
- (1) Comprende cultivos anuales, permanentes, praderas cultivadas y barbechos.
  - (2) Comprende las tierras regadas por gravedad, aspersión y goteo, total o suplementariamente. No se incluyen datos de los países con menos de 1.000 hectáreas bajo riego.
  - (3) De tierras regadas sobre tierras cultivadas
  - (4) Los datos se refieren solamente al sector perteneciente al Estado

**FUENTES:** Informes nacionales recientes, diagnósticos efectuados por el IICA y estadísticas de la FAO (válidos para 1981).

Elaboración: Comité de Tierras y Aguas del IICA

De acuerdo a las últimas cifras disponibles en 1980, el total mundial de tierras cultivadas y de riego asciende aproximadamente a 1.414 y 201 millones de hectáreas respectivamente. Consecuentemente, las superficies cultivadas y de riego en la Región que nos ocupa representan el 10 y 6.7% de dichos totales.

En una comparación final, puede señalarse que Estados Unidos y Canadá, los dos restantes países que conforman el Continente Americano, cuentan con un total de aproximadamente 236 y 17 millones de hectáreas cultivadas y bajo riego, respectivamente. Así, las tierras cultivadas y bajo riego de la Región representan el 60 y 79% de dichos totales.

Se ha señalado ya que la agricultura latinoamericana y del Caribe ocupa actualmente superficies que contrastan con su no discutido potencial de tierras y aguas para dicho fin. En efecto, la Región como un todo (encubriendo diferencias entre los países que la conforman), es la más privilegiada del mundo en cuanto a recursos hídricos, con una precipitación promedio anual de 1.500 mm, superior en un 60% al promedio mundial y una escorrentía media anual de 370.000 m<sup>3</sup>/s. equivalente al 30% del total mundial. Por otro lado, diversos estudios fijan en alrededor de 700 millones de hectáreas su actual potencial para la producción agropecuaria de las cuales alrededor de 180 millones, considerando zonas fuera de los trópicos húmedos, tienen capacidad de riego.

Sin lugar a dudas, en las áreas actualmente bajo riego en la región se ha utilizado ya la mayor parte de las alternativas más viables desde el punto de vista técnico y económico. Consecuentemente, la incorporación de nuevas áreas a dicho beneficio, deberá apoyarse fundamentalmente en obras de regulación, traslado de aguas de una cuenca a otra y el uso conjunto y racional de aguas superficiales y subterráneas. Hoy por hoy no es difícil constatar que muchos de los nuevos proyectos de riego en construcción y los antiguos en proceso de rehabilitación y mejoramiento tienen costos que superan los US\$ 4.000 y 1.000 por hectárea, respectivamente, comprendiendo sólo la infraestructura de captación, conducción y distribución del agua hasta el nivel de toma de finca y la red de drenaje principal y secundaria.

Se desprende de lo anterior que, pese a la contribución del BID y otras fuentes de financiamiento, se requiere que dichas instituciones aumenten muy significativamente su capacidad de préstamo en materia de infraestructura de riego y drenaje si se pretende, recuperando el tiempo perdido, que la Región alcance las relativamente modestas metas que se le han señalado para 1990, ya puntualizadas. Esto, en el entendido que los países, con recursos propios o de otras fuentes, tendrán que asumir aproximadamente entre el 50 y 60% de los recursos financieros necesarios para dicho logro y, como se adelantara también, superar una serie de limitaciones de diversa índole, estrechamente interrelacionadas.

c. Ventajas de la agricultura bajo riego sobre la de secano o temporal.

No admite discusión que en las zonas áridas y semiáridas la única alternativa viable para el desarrollo de una agricultura económica y socialmente exitosa depende de la aplicación del riego, total o suplementario.

También, aún en zonas tradicionales de agricultura de secano o temporal por contar con precipitaciones más o menos adecuadas en oportunidad e intensidad, el riego suplementario destierra toda posibilidad de una baja sensible en la productividad que se derive de una eventual ausencia de lluvias -desafortunadamente de muy común ocurrencia- en períodos de máxima demanda hídrica de los diferentes cultivos en desarrollo.

Existen numerosos estudios y trabajos en el terreno que -limitándose al abastecimiento hídrico en áreas homogéneas -demuestran fehacientemente las ventajas de la agricultura bajo riego sobre la de secano y temporal.

En nuestros países existen numerosas evidencias de las ventajas del riego. Como ejemplos, con apoyo en informes oficiales, puede señalarse que en México, el área bajo riego, que representa el 23.6% del área total cultivada del país, generó en 1978 el 54% del valor de la producción agrícola total y que, en la Argentina, con un 4.4% viene generando entre el 25 y 30% del valor total de la producción agrícola.

Citando un ejemplo fuera de la Región, puede señalarse que en el Oeste de Estados Unidos se han obtenido promedios generales de producción por hectárea bajo riego de maíz, sorgo, trigo y algodón equivalentes al 281, 258, 204 y 156 por ciento respectivamente, de los promedios generales obtenidos para dichos cultivos en áreas de secano o temporal, de la misma zona.

Los costos de producción de la agricultura de secano son menores por unidad de superficie que los de la agricultura de riego en lo que toca a amortización, operación y conservación de la infraestructura y/o equipamientos de riego necesarios y salarios de regadores. No obstante, en la práctica, los mayores rendimientos que se logran con el riego absorben holgadamente dichos costos adicionales y, en un balance final, generan ingresos netos superiores. Esto, sin tener en cuenta, por un lado, la urgente necesidad, común a todos nuestros países, de aumentar sensiblemente la productividad agrícola y, por otro, el imperativo también común a la gran mayoría de los mismos, de incrementar significativamente las oportunidades de empleo a su población rural.

En más del 96% de la superficie actualmente bajo riego en la América Latina y el Caribe, como ocurre en las otras regiones del mundo en desarrollo, se utiliza el riego por gravedad, método de riego que, en contraste con los impresionantes progresos que se han producido en diversos campos durante los milenios de civilización, ha evolucionado muy poco. En efecto, salvo mejoras menores como pueden ser el empleo del cemento en lugar de mampostería, la utilización de compuertas o estructuras de medición más refinadas o un mejor revestimiento de los canales, los modernos esquemas de irrigación difieren poco de los utilizados en tiempos remotos.

En relación con lo anterior, fuerza es reconocer que la eficiencia del uso del agua en las áreas bajo riego de la Región es en general muy baja, lo que conspira contra una ampliación de la frontera agrícola en

cuanto a disponibilidad del recurso agua y contribuye al deterioro de los suelos por erosión hídrica o salinización, afectando los rendimientos. Así, para citar algunos pocos ejemplos, puede señalarse que en México se ha estimado que la eficiencia nacional actual en el uso del agua de riego es del 46%, con un 70% de eficiencia en la conducción y distribución y un 65% en la aplicación del agua a nivel de finca o parcela y que en la Argentina se ha constatado que en importantes áreas regadas en diversas zonas del país, dicha eficiencia total no supera el 30%, lo que en apreciable medida puede ser generalizado a la mayor parte de las áreas bajo riego de los restantes países de la Región.

En contraste con lo anterior, es ampliamente conocido que en estas últimas décadas se han producido cambios muy notables, favorecidos, tanto por los trabajos de un grupo de físicos de suelos que han facilitado el conocimiento de los procesos comprendidos en la relación suelo-agua-planta, como del avance tecnológico general registrado, en especial en métodos para elevar el agua y en la aplicación de metales livianos resistentes a la corrosión y de plásticos para la fabricación de tubos, todo lo cual ha permitido el desarrollo de nuevos métodos de riego tales como, entre otros, el de aspersión y goteo, con eficiencias de aplicación del agua a escala de agricultura comercial sensiblemente superiores a la señalada para el riego por gravedad, aparte de otras ventajas.

El riego por aspersión, que se viene aplicando desde hace más de cincuenta años y que ha registrado muy notables perfeccionamientos en estos últimos años, no se ha difundido en la Región en una escala acorde con sus ventajas comparativas, estimándose que su utilización, en el mejor de los casos, no ha superado el 3% del área total bajo riego, o sea, alrededor de 400 mil hectáreas. Más aún, en la Argentina, donde por mucho tiempo se registrara una creciente adopción del riego por aspersión, un estudio realizado entre 1978 y 1979 por la Secretaría de Estado de Agricultura y Ganadería de dicho país, con la colaboración técnica del IICA, puso en evidencia que en los últimos años se ha registrado una reversión en dicho proceso de avance.

La modesta difusión del método de riego por aspersión en la Región y en general en el mundo en desarrollo, no guarda relación con su preponderante y creciente utilización en los países industrializados. Para citar sólo un ejemplo, de las 900 mil hectáreas que Francia tiene actualmente bajo riego, fundamentalmente suplementario, alrededor de las dos terceras partes de dicha superficie (600 mil ha) utilizan riego por aspersión, proporción que se viene incrementando sensiblemente en las 35 mil hectáreas que en promedio anual se incorporan actualmente al beneficio del riego en dicho país.

En los últimos años, escasamente más de 15, un nuevo método de aplicación del agua -el riego por goteo- ha despertado un gran interés en todo el mundo. El IICA, tal como se hace constar en el informe que se presenta en este Seminario sobre sus acciones en pro de apoyar el desarrollo de la agricultura bajo riego en la Región, ha hecho grandes esfuerzos por difundir su conocimiento y adopción, realizando, entre otras acciones, 4 Seminarios Latinoamericanos sobre la materia. De acuerdo a

la información recogida en el último de dichos eventos, 1981, su aplicación en la Región, en varios países, se ha incrementado un un porcentaje promedio anual del 336% entre 1975 y 1981, registrándose en dicho último año un total de 20.159 hectáreas con utilización de dicha moderna tecnología, superficie que a la fecha, noviembre de 1983, se estima supera ya las 30.000 hectáreas.

### C. LOS SERVICIOS DE ADMINISTRACION, OPERACION Y CONSERVACION DE LOS PROYECTOS DE RIEGO Y DRENAJE

#### a. Generalidades

En escala variable, según los países, muchas de las áreas con facilidades de riego y drenaje de la Región están comprendidas en proyectos contruidos con fondos públicos y su administración, operación y conservación recae mayoritariamente en instituciones u organismos del sector público central y autárquico, según se trate de países bajo una organización política unitaria o federal, siendo muchos y variados los modelos de organización existentes para el efecto.

Chile y en alguna medida la Argentina (Provincia de Mendoza y área de Corfo-Río Colorado) y Colombia (Distritos de Riego de Coello y Saldafía) son practicamente los únicos países donde puede apreciarse que la mayor responsabilidad de la prestación de los servicios mencionados corresponde a organizaciones de usuarios, de diferentes niveles.

Con objetividad, puede afirmarse que en muchos de nuestros países dichos servicios registran una serie de deficiencias de muy variable índole, las que, en nuestra opinión, pueden atribuirse en apreciable medida a una cada vez mayor limitación de recursos financieros para su correcta y oportuna prestación. En última instancia dichas deficiencias, entre otras, son las que están ocasionando que muchas de las áreas comprendidas en los proyectos de riego latinoamericanos y del Caribe no estén contribuyendo -en una escala acorde con los recursos de tierras y aguas e infraestructura de que disponen- al incremento de la producción y productividad agrícola que se ha señalado como un objetivo cuyo logro es imperativo para el mejor y más rápido desarrollo socioeconómico de la Región.

En relación con lo anterior, el presente trabajo, después de definir dichos servicios y señalar sus principales deficiencias, pretende llamar la atención sobre la urgencia de que se logre la autosuficiencia económica de los mismos. Esto, con apoyo en las disposiciones legales vigentes sobre la materia o en su actualización y en el análisis y discusión de algunas alternativas para su consecución gradual o inmediata.

#### b. Definición de los Servicios

Con alguna libertad, los servicios que nos ocupan pueden definirse de la manera siguiente:

## 1. Servicio de Operación

En términos generales, el servicio de operación es el responsable de la captación de las aguas en las fuentes de abastecimiento del sistema, de su conducción a través de la red de canales de distribución y de su entrega a los usuarios en las tomas de sus predios, incluyendo su permanente medición, control y evaluación.

Le corresponde también, de contarse con estaciones meteorológicas, el manejo de las mismas, y la continua formulación y análisis de registros estadísticos relacionados con la actividad agrícola bajo riego del área bajo su responsabilidad.

Para fines del servicio de operación, los sistemas, proyectos o distritos de riego son divididos en diferentes áreas de manejo que de menor a mayor son conocidas generalmente como secciones o subsectores de riego; zonas o sectores y unidades, con superficies variables en estrecha relación con las características de la red de canales y tenencia de la tierra en el área de riego de que se trate.

El personal adscrito al servicio de operación varía de acuerdo a las características propias de cada sistema, proyecto o distrito de riego. Al frente del mismo se sitúa corrientemente a un Ingeniero Agrónomo o Agrícola, con personal subalterno de nivel técnico medio y práctico como pueden ser los Jefes de Zona o Sector (inspectores de riego); Jefes de Sección o Subsector (canaleros o vigilantes), aforadores; operadores de boca toma sobre la fuente y de estructuras de descarga de los embalses y de equipo de bombeo; observadores meteorológicos; auxiliares técnicos para fines de la formulación, aplicación, control y evaluación de planes de distribución de las aguas de riego y confección de estadísticas varias; etc.

## 2. Servicio de Conservación

A este servicio le corresponde la responsabilidad de mantener en todo tiempo y en la medida más próxima posible a la de los diseños y especificaciones originales el funcionamiento tanto de la infraestructura hidráulica y civil como de los equipamientos del sistema, proyecto o distrito de riego de que se trate, tocándole también estudiar y realizar las modificaciones que la práctica haga aconsejables.

La magnitud y complejidad de los servicios de conservación varían de acuerdo a las características propias de cada sistema y del medio donde se ubiquen. Normalmente, el responsable del mismo es un Ingeniero Civil, con auxiliares de ingeniería como topógrafos, calculistas y dibujantes; operadores de máquinas, mecánicos, albañiles, peones, etc.

## c. Servicios de Administración

A este servicio le corresponde brindar el apoyo logístico administrativo que requieren los servicios previamente descritos en lo



concerniente a aspectos presupuestales y contables; manejo y control de personal; compras; giro y cobro de las obligaciones de los usuarios; inventarios, etc.

#### 4. Costos porcentuales promedios de los servicios

De una manera general, en lo que respecta a sistemas, proyectos o distritos de riego de magnitud media (alrededor de 20.000 hectáreas), puede señalarse que el presupuesto anual de administración, operación, conservación de los mismos registra la siguiente distribución porcentual promedio: servicio de administración 10%; servicio de operación 30% y servicio de conservación 60%.

Las excepciones a dicha distribución porcentual de costos generales se dan generalmente, en lo que toca a conservación, en aquellos sistemas que registran un muy elevado y casi permanente ingreso de sedimentos a la red de canales de distribución de las aguas de riego y, simultáneamente, una ecología muy favorable al crecimiento de vegetación, en especial en la red de drenaje, tal cual es el caso del Distrito de Riego de Saldaña en Colombia, donde el servicio de conservación asciende prácticamente al 80% del presupuesto anual mencionado. En lo concerniente a operación, las distorsiones se presentan cuando el promedio de tenencia es muy bajo, predominando el minifundio, lo que obliga a disponer de un mayor número de funcionarios para asegurar la correcta distribución de las aguas.

En lo que respecta a distorsiones en relación con los costos de los servicios de administración que se observan en algunos proyectos de riego de la Región, estas se derivan de un exceso de personal administrativo, totalmente injustificado, concentrado en las oficinas centrales de los proyectos. Es así como, dichos costos pueden llegar hasta el 30% del presupuesto anual puntualizado, dándose la paradoja que puede apreciarse que la mayor parte del personal de los proyectos se encuentra en las oficinas y no en el campo, sin una directa relación con los servicios de operación y conservación de los mismos.

### D. FINANCIACION DE LOS SERVICIOS

#### 1. Generalidades

Las disposiciones legales vigentes en la generalidad de los países de la Región establecen la obligatoriedad de los usuarios de pagar los costos anuales reales de los servicios administrativos, operación y conservación que, tal como definidos, se prestan en los sistemas, proyectos o distritos de riego donde se ubican sus propiedades.

Los costos anuales reales de los servicios que nos ocupan son, en la práctica, los resultados de sumar los costos en que se incurre directamente en el área del sistema, proyecto o distrito de riego de que se trate, por conceptos tales como:

- Salarios y prestaciones sociales del personal adscrito directamente a los servicios.
- Gastos en útiles de escritorio, aseo, energía, impresiones, publicaciones, etc.
- Gastos normales de operación y mantenimiento de vehículos, palas, tractores, motoniveladores, equipos de comunicación, equipo de talleres, aparatos de topografía, de control hidrológico y meteorológico, etc.
- Gastos para atender, según lo programado para el año, la limpia y mejoramiento de la red de canales de riego y drenaje; la conservación y mejoramiento de caminos de servicio, estructuras hidráulicas, edificaciones, equipos de captación de aguas, etc. y
- Fondo de Reserva para la renovación de equipos.

Salvo muy contadas excepciones, en la mayoría de nuestros países no se incluyen en los presupuestos anuales de administración, operación y conservación de los proyectos de riego los costos de los servicios oficiales de investigación y transferencia de tecnología en materia de agricultura bajo riego, los cuales son atendidos con recursos públicos como una actividad de fomento de directa responsabilidad del Estado.

## 2. Tarifas, cuotas o canon de riego o servicios

Las obligaciones de los usuarios derivadas de los presupuestos anuales de administración, operación y conservación de los distritos, sistemas o proyectos de riego de la Región se hacen efectivas mediante el cobro de lo que generalmente se conoce como tarifas, cuotas o canon de riego o de servicios. Al respecto, se pueden apreciar una serie de modalidades en cuanto hace, principalmente, a la unidad de acotación y fechas de pago.

La unidad de acotación predominante (Argentina, Chile, Uruguay, Bolivia, Haití, República Dominicana, Costa Rica, Honduras, Guatemala y Venezuela, entre otros) es la hectárea. Dentro de esta modalidad hay variantes tales como cobrar por hectárea inscrita, se haga o no uso del agua; por hectárea efectivamente regada o por hectárea y tipo de cultivo desarrollado.

Prácticamente el Perú, a nivel nacional, y Brasil, en algunos de sus proyectos; son los únicos países de la Región, donde el cobro de las tarifas, cuotas o canon de riego o servicios es exclusivamente con base en los volúmenes de aguas de riego entregados a los usuarios en las tomas de sus propiedades ( $m^3$  y  $10^3 m^3$ ).

En unos pocos países, cual es el caso de Colombia, México y Ecuador, las tarifas, cuotas o canon que nos ocupan tienen una base de acotación

mixta, es decir, una parte del Presupuesto Anual de los Servicios se cobra por unidad de superficie (ha) y otra parte por unidad de volumen ( $m^3$  ó  $10^3 m^3$ ).

En lo que respecta a fechas de pago se observan una serie de modalidades que van desde cobros parciales adelantados al inicio de períodos trimestrales, semestrales o anuales o, vencidos, al término de los mismos períodos.

Se destaca también que la generalidad de nuestros países tienen como una norma común el que, vencidos los plazos reglamentarios acordados a los usuarios para el pago de sus obligaciones, la cobranza puede ser efectuada por la vía de apremio o coactiva que las disposiciones legales acuerdan al Estado en materia de cobranza de fondos públicos, con recargo de interes. Así mismo, es común la norma que faculta a las instituciones u organismos responsables de los servicios a suprimir la entrega de las aguas de riego a las propiedades de los usuarios morosos.

Pese a las facultades anotadas, es dable apreciar, en proceso que se ha ido agudizando en estos últimos años, que en la mayoría de nuestros sistemas, proyectos o distritos de riego los servicios que nos ocupan no gozan de una real autosuficiencia financiera, es decir, las sumas que se recaudan por concepto de tarifas, cuotas o canon no son suficientes, en escala variable según los países, para atender su correcta prestación.

Dicha anomalía, derivada por lo general de consideraciones políticas, no guarda relación, en la generalidad de los casos, con las conclusiones que fluyen de cuidadosos estudios de la actividad agrícola bajo riego que muestran fehacientemente que tarifas, cuotas o canon de un valor tal que permitan la autosuficiencia financiera de servicios adecuados no tendrían incidencia económica desfavorable tanto en el costo de producción de muchos de los cultivos que se desarrollan como en el ingreso neto de los agricultores.

En otras palabras, los valores que vienen rigiendo para las obligaciones mencionadas, variables año a año, aún suponiendo recaudos del 100% del giro total, no cubren a cabalidad el valor real de los servicios de administración, operación y conservación pertinentes. Como casos extremos, en algunos de nuestros países, el monto de las tarifas, cuotas o canon de riego o servicios no se ha modificado en varios años, originando que, en la práctica, la autosuficiencia financiera de dichos servicios no alcance actualmente al 20%.

Como conocemos, el déficit resultante en el financiamiento de los servicios es cubierto con fondos del tesoro público, generalmente insuficientes y no disponibles con la oportunidad del caso, lo que repercute desfavorablemente en la calidad y alcance de los mismos.

La realidad descrita en cuanto a los montos unitarios de las tarifas, cuotas o canon, se ve agravada por la generalizada debilidad en aplicar las facultades coactivas o de apremio para su cobranza efectiva.

Es de común ocurrencia apreciar en muchos de nuestros proyectos la existencia de obligaciones no canceladas por los usuarios que se remontan a muchos años atrás y, en otros, que cada cierto tiempo, se declaran moratorias o quiebre de recibos no cancelados, sin causa que lo justifique mayormente.

En lo que respecta a países como Argentina y Chile, entre otros pocos, donde los usuarios de los proyectos, a través de organizaciones de diferente nivel, tienen directamente la responsabilidad de la operación y conservación a partir de la red secundaria de canales de distribución y drenaje, los problemas que se derivan de la falta de autosuficiencia financiera para dichos servicios son menores, fundamentalmente por el hecho de que dichos usuarios, a través de los años, han adquirido una mayor conciencia de la vital incidencia que la correcta prestación de los mismos tiene en el mejor éxito de sus actividades agrícolas, generalmente con cultivos de alto valor económico como la vid, frutales en general y hortalizas.

**E. PROBLEMAS DE LOS SERVICIOS DE ADMINISTRACION, OPERACION Y CONSERVACION DERIVADOS DE SU FALTA DE AUTOSUFICIENCIA FINANCIERA.**

Con apoyo fundamental en las experiencias que fluyen de las acciones que a partir de 1971 viene realizando el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), orientadas a colaborar técnicamente con sus Estados Miembros en pro del mejor desarrollo de su agricultura con facilidades de riego y drenaje, se consignan a continuación algunas de las deficiencias o problemas comunes a un gran número de proyectos, sistemas o destritos de riego de la Región, cuyas causas pueden atribuirse en gran medida a la falta de autosuficiencia financiera de los servicios que nos ocupan.

- Escaso número y bajo nivel de capacitación del personal a cargo tanto de la supervisión como de la prestación directa de los servicios.
- Vigencia de normas y metodologías de distribución y control de las aguas que no aseguran el mejor y más racional aprovechamiento de los recursos de agua y tierra disponible en los proyectos.
- Deficiencias y falta de oportunidad en la realización de la conservación y mejoramiento preventivo y rutinario de la infraestructura hidráulica y equipamientos de los proyectos, con graves incidencias en su correcta utilización.
- Problemas financieros para la oportuna reparación o reposición de la infraestructura afectada por crecidas extraordinarias o eventos no previstos.
- Escasa utilización o falta generalizada de estructuras o artificios de medición confiables para apoyo del correcto control y evaluación de la captación, distribución y aprovechamiento de las aguas de riego.

- Escaso o nulo conocimiento sobre las eficiencias de conducción, distribución y aprovechamiento de las aguas de riego en los proyectos, extremadamente bajos en muchos casos.
- Escaso control y actualización de los registros de usuarios de los proyectos, en especial en lo que se refiere a tenencia de la tierra, áreas efectivamente regadas y cultivos desarrollados.
- Debilidad o inexistencia de información o datos estadísticos confiables sobre otros aspectos importantes tanto de los servicios como de la actividad agrícola bajo riego en los proyectos.

Tal como estamos seguros se pondrá nuevamente en evidencia en este VII Seminario Latinoamericano de Irrigación, la sola superación de las deficiencias anotadas no será suficiente para garantizar el incremento de la producción y productividad agrícola de nuestras áreas bajo riego. Para ello, deberán ponerse en práctica u optimizarse una serie de políticas, programas y acciones concurrentes que como las de planificación agrícola, investigación y transferencia de tecnología, crédito, comercialización, agroindustria, regularización de la tenencia de la tierra, capacitación y organización de usuarios, entre otras, resultan indispensables para el logro del objetivo común puntualizado.

No obstante lo anterior, creemos que la autosuficiencia financiera a que se contrae este trabajo constituye una urgente necesidad, cuyo logro contribuirá al mejor éxito de las políticas concurrentes mencionadas, las cuales, en general, no son de directa responsabilidad de los servicios que nos ocupan.

F. MEDIDAS QUE PUEDEN ADOPTARSE PARA EL LOGRO DE LA AUTOSUFICIENCIA FINANCIERA DE LOS SERVICIOS DE ADMINISTRACION, OPERACION Y CONSERVACION DE LOS PROYECTOS DE RIEGO.

El logro de la autosuficiencia financiera que se ha señalado como indispensable para favorecer la optimización de los servicios que nos ocupan deberá apoyarse, en una primera instancia, en dos acciones simultáneas, estrechamente relacionadas, a saber:

- El estudio, diseño y análisis de varias alternativas que, teniendo en cuenta las particularidades propias de cada uno de los proyectos, precisen los recursos humanos y de todo orden que se requerirían para una adecuada y racional prestación de los servicios de nuestro interés, determinando en cada caso sus costos anuales respectivos y los montos de las tarifas, cuotas o canon de riego que podrían darle el soporte financiero necesario.
- La actualización o realización de estudios serios del negocio agrícola en los proyectos de riego —comprendiendo los cultivos predominantes o de mayor interés socioeconómico— que permitan llegar a conclusiones valederas sobre la incidencia que sobre el costo de producción de los mismos y en el ingreso neto de los usuarios podrían tener las tarifas determinadas.



Para la mejor armonización de las dos acciones reseñadas deberá tenerse en cuenta, entre otras, las siguientes posibilidades:

- Reducir al máximo posible las obligaciones económicas de los usuarios ante los organismos o instituciones responsables de los servicios, delegándole a sus organizaciones representativas, a diferentes niveles, la responsabilidad directa de la operación y conservación de parte sustancial de la infraestructura y equipamientos de los proyectos de riego de que se trate, reservándose la autoridad competente la supervisión y control que asegure su correcta prestación.
- La conveniencia de establecer, con apoyo en consideraciones socio-económicas, tarifas diferenciales para los diferentes cultivos que se desarrollen en los proyectos.
- Las ventajas que se derivarían, desde un punto de vista social y económico, de eliminar en la mayor medida posible la utilización de equipos pesados, hoy por hoy de costosa operación y mantenimiento, en trabajos de conservación; reemplazándolos con el empleo de mano de obra rural que, como conocemos, carecen normalmente de fuentes de trabajo en varias etapas de los ciclos agrícolas que se desarrollan en los proyectos de riego.
- Lograr acuerdos con las instituciones oficiales o privadas que otorgan créditos a los usuarios para su actividad agrícola anual para que, por una parte, consideren en el monto de sus préstamos, como un insumo más del negocio agrícola, las sumas necesarias para el pago de las tarifas, cuotas o canon de riego o servicios y, por otra, puedan proceder a cobrar directamente dichas sumas por cuenta de los organismos o instituciones responsables de los servicios.
- En los casos que por la larga vigencia de las actuales tarifas, su actualización inmediata originaría un elevado incremento de las mismas, fijar como meta el lograr la autosuficiencia financiera en lapsos prudenciales, de alrededor de cinco (5) años como máximo.
- Fijar fechas de cobros de las tarifas, cuotas o coincidentes en lo posible con las épocas de cosecha de los cultivos predominantes, cuidando de que las instituciones responsables de los servicios cuenten, para eventuales déficits presupuestarios, con aportes genuinos de recursos públicos, a ser devueltos en su oportunidad con cargo a la cobranza diferida que se plantea.

En este punto; se estima conveniente destacar que el énfasis puesto en la necesidad de lograr en lo posible la autosuficiencia financiera que se preconiza, no significa en modo alguno desconocer que ante situaciones socio económicas que lo justifiquen, generalmente de carácter eventual, no deban financiarse dichos servicios con cargo a fondos públicos, los que, en todo caso, deben tener la magnitud y oportunidad requerida para la correcta prestación de los mismos.

Inciendiando ahora sobre la unidad de acotación para las tarifas, cuotas o canon de riego o servicios con apoyo en cuya cobranza a los usuarios debe lograrse la autosuficiencia financiera de nuestro interés, se enfatiza que la más conveniente sería la que tuviera por base los volúmenes efectivamente recibidos por los usuarios en las tomas de sus predios para satisfacer, en magnitud y oportunidad, los requerimientos hídricos de sus cultivos.

El establecimiento de las tarifas volumétricas, que obviamente motivaría a los usuarios a elevar su eficiencia de aprovechamiento del recurso y, consecuentemente, permitiría una mayor disponibilidad de agua para otras áreas y una mejor conservación de los suelos agrícolas, no resulta de fácil generalización en el futuro inmediato. En efecto, como se ha señalado ya, muchos de nuestros proyectos de riego carecen de estructuras y/o artificios de medición de las aguas para la cabal aplicación de un régimen de tarifas volumétricas.

No obstante lo anterior, teniendo en cuenta ejemplos recientes y exitosos en algunos proyectos de la Región, se estima que no es un problema de mayor magnitud técnica y financiera el lograr, en el corto plazo, la instalación y funcionamiento de dichas estructuras y artificios de medición en los proyectos que carecen de ellos.

En el entendido anterior, teniendo en cuenta las realidades ecológicas de los proyectos de riego latinoamericanos y del Caribe, se expresa la opinión que debe impulsarse el establecimiento de los dos tipos de tarifas siguientes:

- Exclusivamente por unidad de volumen en aquellos proyectos ubicados en zonas áridas y semiáridas, donde la ocurrencia de lluvias útiles no tiene mayor significación en el desarrollo de los cultivos (Costa Norte del Perú, Costa Central y Norte de Chile y algunas zonas de la Argentina, Brasil, Bolivia, Ecuador, Colombia y Costa Rica, entre otros países).
- Una combinación de tarifa volumétrica y de tarifa por hectárea, con porcentajes del monto total del presupuesto anual de administración, operación y conservación a ser cubiertos por cada tipo de tarifa, en proyectos que se ubiquen en zonas donde el riego tiene un carácter marcadamente suplementario, por presentarse en algunas épocas del año agrícola precipitaciones útiles significativas para el desarrollo de los cultivos. Las normas que para el efecto tienen vigente en la República de Colombia constituyen un muy adecuado ejemplo sobre esta modalidad mixta de tarifas.

En cualquier caso, aparte de las políticas concurrentes anteriormente mencionadas, el sólo hecho de lograr la autosuficiencia financiera de los servicios de administración, operación y conservación de nuestros proyectos de riego no será suficiente para lograr la optimización de los mismos.

Para dicho último efecto se requerirá un gran esfuerzo, tanto en lo que hace a adoptar y aplicar normas y metodologías adecuadas para la prestación de los servicios como en lo concerniente a la capacitación del personal, de diferentes niveles, que los tendrán bajo su directa responsabilidad.



## G. COMENTARIOS FINALES

Sin duda alguna, los planteamientos hechos en este documento de trabajo no han cubierto, en profundidad y posibilidades, la amplia gama de políticas, medidas y acciones que algunos de los países de la Región están aplicando y que otros podrían aplicar o reforzar para lograr, en la medida de lo posible, la autosuficiencia financiera de los servicios de administración, operación y conservación de sus proyectos, sistemas o distritos de riego.

No obstante lo anterior se reitera la confianza en que dichos planteamientos resulten útiles para propiciar un valioso intercambio de ideas que, apoyado en la reconocida experiencia y calificaciones de los participantes en este VII Seminario, contribuya a satisfacer los objetivos fijados al mismo.

Finalmente, como una evidencia más de que la problemática de la autosuficiencia financiera que nos ocupa viene preocupando de tiempo atrás a los directivos de las Instituciones Nacionales responsables del desarrollo de la irrigación en nuestros países, se adjunta a este trabajo, como Anexo 1, las recomendaciones emitidas por la Comisión Asesora del Programa de Riego del IICA para la Región Templada Sudamericana, emitidas en su II Reunión (Buenos Aires, Argentina, 1974) después del análisis y discusión del "Informe Sobre las Modalidades utilizadas por los Países de la Zona Templada Sudamericana para el cobro a los Usuarios de los Servicios de Administración, Operación y Conservación de los Sistemas de Riego", el cual, identificado con el N° 119 de la Serie de Publicaciones Misceláneas del IICA, le fuera sometido a su consideración por el autor de este trabajo en su carácter, en ese entonces, de Coordinador del Programa de Riego del IICA para la Región mencionada.

ANEXO 1COMISION ASESORA DEL PROGRAMA DE RIEGO DEL IICAPARA LA REGION TEMPLADA SUDAMERICANA (1)

RECOMENDACIONES EN RELACION CON EL INFORME "MODALIDADES UTILIZADAS POR  
LOS PAISES DE LA ZONA TEMPLADA SUDAMERICANA PARA EL COBRO A LOS  
USUARIOS DE LOS SERVICIOS DE ADMINISTRACION, OPERACION Y CONSERVACION  
DE LOS SISTEMAS DE RIEGO"

En relación con el debate tenido sobre el informe de la referencia, sin desconocer que las realidades socioeconómicas de los países de la Región pueden exigir variantes propias a los medios permisivos pertinentes, recomiendan:

1. Que se procure la autosuficiencia financiera de los servicios de administración, operación y conservación de los sistemas de riego de la Región.
2. Que se otorgue a los usuarios, debidamente organizados, una mayor participación en el manejo de sistemas de riego.
3. Que se incorporen tarifas diferenciales en atención a la rentabilidad de los cultivos, teniendo en cuenta el aspecto social pertinente.
4. Que se adopte el cobro de tarifas por unidad de volúmen o sistemas mixtos por unidad de superficie y unidad de volúmen.
5. Que se adecúen los dispositivos legales para permitir actualizar oportunamente las tarifas que resulten deficitarias por elevación de costos presupuestarios no previstos.
6. Que se tipifiquen los sistemas de riego con la finalidad de dictar normas para su más adecuada implementación en lo que toca a su administración, operación y conservación.
7. Que en los presupuestos para la correcta administración, operación y conservación de los sistemas de riego se incluyan provisiones para realizar trabajos de emergencia, los cuales deben reflejarse en los valores de las tarifas.

Buenos Aires, Abril 5 de 1.974.

(1) Conformada por ejecutivos de alto nivel de las instituciones nacionales responsables del desarrollo de la irrigación en los siguientes países: Argentina, Brasil, Chile, Perú y Uruguay (dos por cada país).



**VII SEMINARIO  
LATINOAMERICANO  
DE IRRIGACION**

**SANTIAGO DE CHILE, 28 DE NOVIEMBRE  
AL 2 DE DICIEMBRE DE 1983**

**DOCUMENTO D-9**

**"LA MEDICION DE LAS AGUAS EN LOS PROYECTOS DE RIEGO"**

**Por: Dr. Ing. Ramón Fuentes Aguilar(\*)**

---

**(\*)Jefe de Investigaciones y Desarrollo. Laboratorio Nacional de Hidráulica,  
Venezuela.**



## 1. INTRODUCCION Y PROPOSITO

Los sistemas modernos de riego presentan necesidades de control y medición de caudales asociados con la presencia de varios factores:

- Gran tamaño de los sistemas
- Complejidad geométrica y operativa
- Pago de cuotas de servicio
- Oportunidad de introducir planes de cultivo y riego
- Cumplimiento de obligaciones jurídicas

La necesidad de medir y controlar caudales resulta indiscutible para un sistema tal como una central hidroeléctrica, ya que allí el producto final es proporcional al gasto líquido y las variaciones de la oferta y la demanda exigen un control fino. Quizá por ser el riego una actividad muy antigua y por lo tanto de corte más conservador que la hidroelectricidad, las necesidades de medición y control no aparecían tan urgentes; pero dada la importancia del producto final de la agricultura y la complejidad y tamaño de los sistemas modernos de riego, se hacen hoy evidentes las necesidades de una hidrometría agrícola intensa y completa.

Respecto a los sistemas de medición y control de caudales existen aún hoy algunos puntos confusos, sobre todo en lo que se refiere a la elección y oportunidad de ellos así como a la operatividad y recursos necesarios para implementarlos.

Se desea aquí exponer algunas ideas y conceptos (algunos personales y controvertibles quizá) que puedan ser útiles para atacar el problema y permitan darle un marco justo dentro de los proyectos de irrigación.

La exposición se hará tomando como marco concreto los aforadores a superficie libre. Esto se hace así debido a que la mayor parte de los sistemas de riego importantes en Latinoamérica usan canales y no tuberías como obras de conducción y distribución; por otra parte se piensa que la mayor parte de los conceptos vertidos aquí son suficientemente generales como para poder ser trasvasados sin gran esfuerzo a sistemas de presión.

## 2. ALGUNOS CONCEPTOS GENERALES

Un aparato, sistema o estructura de aforo es un conjunto de instrumentos y obras destinado a medir el gasto.

Una estructura de aforo (o estación de aforo) normalmente no se instala para conocer un caudal aislado, se desea casi siempre conocer la curva de descarga de la corriente en esa zona o lugar, esto es, determinar la forma de la relación:

$$Q = Q(h) \quad (1)$$

en donde h es un cierto nivel controlado y Q es el gasto correspondiente. Esta relación normalmente existe y es una curva regular en los escurrimientos sobre contornos fijos; en cambio, ella puede ser variable (errática y no unívoca) en cauces de fondo móvil.

La curva de descarga puede obtenerse en una zona de control más o menos extendida; es el caso del aforo mediante correntómetros combinado con control de la línea de energía; otro ejemplo es el aforo con flotadores, en que se mide una zona más o menos importante del canal en estudio.

Con un método opuesto, el gasto puede obtenerse determinando la curva de descarga en una sección de control, que será una estructura natural o artificial (vertedero, caída, etc) que fije una relación unívoca e invariable entre el gasto y un cierto nivel o niveles determinados.

Para los fines de ésta exposición, el enfoque se limitará al establecimiento de las características de estas secciones de control.

Las razones para esta restricción son, por ejemplo: la operación, lectura y elaboración de datos obtenidos de secciones de control es mucho más simple y rápida que en el caso de una zona de control. Además, requiere normalmente instrumentos y técnicas menos sofisticadas. Todo esto redundará en mayor economía.

Estas secciones de control pueden ser naturales o artificiales: interesan aquí sólo las artificiales, ya que en ellas es posible conocer con una exactitud razonable la curva de descarga con antelación, lo que no es el caso de las naturales.

Otra distinción importante que separa los sistemas de aforo es su nivel de automatismo:

En efecto, las medidas por correntómetro o por flotadores, por ejemplo, requieren de uno o más operadores para ser realizadas y calculadas.

En cambio, en los aforadores que constituyen sección de control, el aparato mismo genera directamente la magnitud a medir, necesitándose sólo una o dos lecturas automáticas o semiautomáticas.

Por último, estos aforadores pueden ser, con dificultades técnicas muy pequeñas, convertidos en aparatos de un alto automatismo, adicionándoles limnigrafos, telemetría y cómputo automático.

Como ya se anotó anteriormente, interesan aquí sólo las estructuras automáticas o semiautomáticas.

Adelantamos aquí que la curva de descarga de estos aforadores es normalmente de la forma:

$$Q = Ch^n \quad (2)$$

en donde  $C$  y  $n$  dependen del tipo, dimensiones y forma del aforador, de las características del flujo y eventualmente del nivel líquido aguas abajo del aforador.

Como ejemplos:

$n = 1/2$  para un orificio

$n = 1$  para los vertederos proporcionales

$n = 3/2$  para los vertederos rectangulares

$n = 5/2$  para los vertederos triangulares

Tomando como referencia la Fig. # 1 se pueden definir otros términos útiles. Sean  $h$  y  $h'$  las cargas estáticas aguas arriba y aguas abajo de la barrera, respectivamente.

Se habla de que el aforador está ahogado o sumergido si  $h' > 0$ . Se define normalmente como ahogamiento relativo, grado de submergencia o simplemente submergencia a la razón:

$$S = h'/h \quad (3)$$

Algunos autores (3) prefieren definir  $S$  como

$$S = H'/H \quad (4)$$

Aquí  $H$  y  $H'$  son las cargas totales referidas al umbral o vértice de la barrera, aguas arriba y aguas abajo de ella, respectivamente ( $H = h + V^2/2g$  en donde  $V$  es la velocidad).

Si el número de Froude  $F = V/\sqrt{gy}$  es pequeño aguas arriba y aguas abajo, ambas definiciones de  $S$  tienden a coincidir ( $y$ : profundidad).

En muchas estructuras,  $h'$  puede crecer significativamente sin que  $h$  se modifique. Se dice entonces que el aparato está ahogado, pero no influenciado. Se dice también que está operando en forma libre o modular.

Se introduce naturalmente ahora el concepto de submergencia límite  $S$ , que es el valor de  $S$  para el cual  $h'$  comienza a influir sobre  $h$  para un caudal dado. Este valor de  $S$  resulta en la práctica una de las características más importantes de un aforador y depende fuertemente de la geometría del aparato, variando desde cero hasta valores tan grandes como 0.95 (23). Las definiciones introducidas se aclaran mucho cuando están vertidas sobre la curva de ahogamiento relativo, cuya forma general se presenta en la Fig. # 2. Se define como módulo de caudal la razón  $\phi = Q/Q_m$ , en donde  $Q$  es el caudal para la carga  $h$  y  $Q_m$  es el caudal para nula influencia de  $h'$ . Dado que el límite modular se alcanza en forma continua, se define la submergencia límite  $S$  para un valor arbitrariamente cercano a 1 de  $\phi$ ; según los casos se usa 0.99, 0.95. O aún se define a través de una banda estrecha.

La pérdida de carga absoluta del aparato aparece naturalmente como

$$\Delta H = H - H' \quad (5)$$

y la relativa como

$$\frac{\Delta H}{H} = 1 - \frac{H'}{H} \approx 1 - S \quad (6)$$

Se ve de inmediato que existirá interés si se desea economizar carga que:

- El aparato funcione cercano al límite modular
- Este límite modular sea elevado

### 3. CURVAS DE REMANSO PROVOCADAS POR EL AFORADOR

La colocación de una estructura de aforo en un canal provoca necesariamente modificaciones importantes de la curva de remanso original, modificaciones, por otra parte, que son precisamente las que sirven para medir el gasto.

Aunque la medida numérica de las alteraciones introducidas dependerán del problema particular en estudio, es posible en forma cualitativa y en general todas las modificaciones que un aforador dado provoca.

Se hará aquí el estudio para un aforador consistente en una barrera redondeada; el mismo método puede aplicarse para estudiar otros casos.

Se pueden distinguir dos grupos de casos, según la pendiente; aquellos que se producen en pendiente suave, en oposición a los que ocurren en pendiente fuerte:

pendiente suave :	$y_n > y_c$
pendiente fuerte:	$y_n < y_c$
$y_n$ :	Profundidad normal
$y_c$ :	Profundidad crítica

Para fijar ideas, se trabajará con un gasto dado en un canal dado, variándose a.

De este modo,  $y_c$  será constante e  $y_n$  tendrá dos valores, uno para cada pendiente.

### 3.1 Pendiente suave

#### 3.1.1. a muy pequeño (Fig. # 3.1)

En este caso se produce sólo un pequeño remanso aguas arriba de la barrera aforadora; en ningún punto se alcanzará el escurrimiento crítico y por lo tanto el gasto será función del nivel de aguas arriba y del de aguas abajo simultáneamente: en rigor, dependerá de la diferencia de niveles  $y - y'$  o mejor, de la diferencia de cargas sobre la barrera  $h - h'$ ; como  $y_n$  y el gasto fijan  $h'$ , también puede suponerse el gasto dependiendo de  $h - h_n$  ( $h_n = y_n - a$ ). El aforador está influenciado, ya que el gasto depende del nivel de aguas abajo.

La pérdida de carga total producida por la presencia del aparato será:

$$\Delta H = H - H_n \quad (7)$$

El remanso diferencial, o simplemente remanso producido por el aparato será:

$$\Delta y = y - y_n \quad (8)$$

Se deduce que:

1. La pérdida de carga será pequeña
2. El remanso también será pequeño y además, prácticamente igual a la pérdida de carga.
3. La determinación del gasto será probablemente imprecisa, ya que depende de la diferencia de dos niveles parecidos.
4. Se deben medir los niveles de aguas arriba  $y$  y de aguas abajo para conocer el gasto.
5. La estructura será pequeña.

#### 3.1.2 a = acrítico (Fig. # 3.2):

Supóngase que  $a$  aumente hasta un valor tal que se produzca exactamente el escurrimiento crítico en el vértice de la barrera. En esta situación, el escurrimiento de aguas arriba estará exactamente aislado del de aguas abajo.

El aforador está funcionando en el límite de submergencia o límite de influencia por aguas abajo.

Es fácil observar que en este caso la pérdida de carga y el remanso serán mayores que en el caso anterior.

#### 3.1.3 a grande (mayor que a crítico) (Fig. # 3.3)

Una vez producida la crisis, ella seguirá existiendo en la cresta de la barrera; el escurrimiento de aguas arriba quedará totalmente independizado del de aguas abajo. Más allá de la sección en que existe la crisis, el escurrimiento se acelerará formando un torrente; ya en la pendiente uniforme, él se decelerará, compatibilizándose finalmente con el río de aguas abajo a través de un resalto.

La pérdida de carga será importante; el remanso también.

Respecto al gasto, él requerirá sólo de una medida aguas arriba para quedar determinado; esta determinación será por lo tanto más cómoda y precisa que en el caso 3.1.1.

La estructura, por otro lado, será sensiblemente mayor que en ese caso.



### 3.2 Pendiente fuerte

#### 3.2.1 a muy pequeño (Fig. # 4.1)

El escurrimiento se peralta al pasar por sobre la singularidad, sin llegar al escurrimiento crítico. La curva de remanso de aguas arriba se modifica sólo en la vecindad inmediata de la barrera.

#### 3.2.2 a = a choque (Fig. # 4.2)

En ésta situación a es exactamente el necesario para producir el escurrimiento crítico sobre la barrera. La barrera esta a punto de controlar el torrente. Este punto recibe el nombre de situación de choque. Su determinación es importante si se desea aforar un torrente con cualquiera de los aforadores tradicionales; ya que el funcionamiento de ellos supone que existe un río aguas arriba. Nótese que el diagrama es sólo cualitativo; la forma de la superficie libre sobre el aforador se complica en la práctica por la aparición de ondas estacionarias oblicuas.

#### 3.2.3 a grande (mayor que a de choque) (Fig. # 4.3)

Ya pasado el punto de choque, se formará un resalto aguas arriba del aforador; éste funcionará libre. Es necesario recordar que deberá elegirse a lo suficientemente grande como para estar substancialmente lejos del choque incipiente, de modo que el resalto se forme lejos de la barrera; en caso contrario, la lectura de la carga del aforador será incomoda por las ondas inducidas por el torbellino propio del resalto.

Obviamente sólo este último caso tiene gran interés dentro de las ~~pendientes~~ fuertes.

Cabe agregar lo siguiente:

- Los aforadores deben trabajar en una zona en que se produzca un flujo tranquilo aguas arriba. Por lo tanto, si se les instala en una pendiente fuerte, debe buscarse una zona o al límite construir una en que se pueda tener un escurrimiento subcrítico en la aproximación al aparato. Una excepción importante es un aparato diseñado por Harrison y Owen (22), que puede funcionar para números de Froude iniciales hasta de 1.3.

- Si el número de Froude  $F_o$  del escurrimiento de aproximación no es suficientemente bajo, se producirán a la entrada ondas estacionarias que dificultarán la lectura de la carga. Según (22), el valor de  $F_o$  debe ser inferior a 0.45.

- Está fuera del espacio disponible y de los fines de esta exposición discutir los aspectos teóricos de la sección crítica, sobre todo si ella se produce en un escurrimiento curvilíneo; estos aspectos están cubiertos, por ejemplo, por Jaeger (5).

- Tampoco se pueden detallar aquí los métodos para cuantificar, por ejemplo, el valor de la altura de la barrera en un aforador. Un método simple y lúcido ha sido presentado a este respecto por Ackers et al (3).

## 4. CLASIFICACION DE APARATOS DE AFORO

Ejemplos típicos de aforadores modernos de uso frecuente se ofrecen en las Figuras # 5 a 16.

Antiguamente se ha querido separarlos mediante la forma de la vena líquida (4). Esto no tiene hoy valor práctico. Una clasificación geométrica muy general ha sido ofrecida igualmente (11), (12); pero tampoco resulta de demasiado interés -

práctico. Por último, se ha ofrecido una clasificación sencilla en dos categorías (3):

- Aforadores largos, en los cuales la corriente alcanza a uniformarse de modo de ser hidrostática.
- Aforadores cortos, en los cuales esto no ocurre.

Los aforadores cortos son, a igualdad de otras condiciones, más económicos que los aforadores largos y de construcción más sencilla; pero por otra parte, la curva de descarga es más compleja de calcular teóricamente y además a menudo ofrecen un límite modular inferior a los aforadores largos.

## 5. PRECISION DE LAS MEDIDAS DE CAUDAL

Esta precisión depende de una cantidad muy grande de variables, sobre todo si ella se estima sobre medidas de campo (1), (2).

La precisión que puede alcanzarse en una medida depende del estimado de una lista de errores. En el caso de la medida de caudales esta lista es larga y su análisis es delicado (1), (2). En forma muy general estos errores pueden agruparse en tres categorías:

- Errores provenientes de los defectos en la geometría del sistema (alturas, ángulos, etc)
- Aquellos que emanan de las mediciones dinámicas: carga de los vertederos, presiones en un tubo venturi, por ejemplo.
- Imprecisión y limitaciones de las fórmulas y métodos para estimar la relación altura-caudal o presión-caudal.

Los errores geométricos pueden ser disminuidos sin gran problema tomando precauciones adecuadas en la construcción y el montaje en las instalaciones pequeñas. En el caso de las instalaciones grandes y/o en los aparatos ya existentes su efecto puede minimizarse tomando las dimensiones reales y calculando su incidencia en las fórmulas para el caudal.

La medición adecuada de las cargas y/o presiones es más delicada, sobre todo si ellas son pequeñas (algunos centímetros) o muy grandes (algunos metros). En efecto, si las cargas son pequeñas, para que el error porcentual sobre ella sea pequeño a su vez, es necesario usar aparatos de resolución alta y operadores entrenados. Por otra parte, si las medidas son muy grandes, las instalaciones pueden ser costosas y de acceso y manipulación difícil.

Finalmente estos aspectos pueden minimizarse a través de un diseño ajustado y a través de una inversión justa en equipos.

Los errores provenientes de las fórmulas mismas exigen una discusión más detallada. Antiguamente este fué el único punto sobre el cual se concentraron los esfuerzos de los investigadores en el área y aún así queda una parte grande por explorar y desarrollar. Grosso modo, los métodos para calcular la curva altura-caudal de un aforador pueden agruparse en cuatro categorías:

- Fórmulas y tablas empíricas interpoladas (o extrapoladas) a partir de experiencias de Laboratorio (7), (13).
- Cálculo de coeficientes de gasto basados en factores globales de capa límite tomando en cuenta consideraciones de análisis dimensional. (15), (25).
- Métodos que toman en cuenta, al menos en forma bidimensional, efectos locales de capa límite y/o de curvatura (5), (24), (14).
- Métodos tridimensionales (26).

En forma algo superficial puede decirse que hoy en día están suficientemente sentados y pueden usarse en forma sencilla y directa el primero y segundo grupo de métodos. Los dos grupos restantes están aún hoy en vías de investigación y exploración.

De todos modos hay que recordar que por una parte, si el proyecto es importante y el recurso valioso, se desea obtener precisiones grandes, i.e., errores pequeños; pero por otro lado, si se construyen y equipan aforadores suficientemente sofisticados como para cumplir exigencias muy altas, estos serían muy caros y a veces inmanejables por el personal de terreno.

Obviamente, la solución es lograr un compromiso juicioso y económico.

Para fijar ideas al respecto, se darán aquí algunos ejemplos prácticos que puedan servir como guía y mero de referencia. Las cifras que se anotan reflejan las opiniones y experiencias del autor y son perfectamente controvertibles.

Sea  $\epsilon_Q$  el error relativo en la medida del caudal  $Q$

#### 5.1 Aforo volumétrico o gravimétrico:

Volúmenes o masas corregidas por temperatura y evaporación; niveles leídos con limnómetros de punta de gancho, en lo posible eléctricos; diversores de caudales telecomandados y sincronizados con relojes eléctricos. Se puede esperar

$$\epsilon_Q < (0.2\% \rightarrow 0.5\%)$$

#### 5.2 Aforo por vertederos en Laboratorio:

Niveles leídos como antes hojas vertientes cuidadosamente construídas y terminadas. Nivelación perfecta. Contraste realizado in situ por método volumétrico o gravimétrico. Superficies líquidas cuidadosamente aquietadas:

$$\epsilon_Q < (0.5\% \rightarrow 1.5\%)$$

#### 5.3 Aforo por integración del perfil de velocidades en Laboratorio, empleando tubo de Pitot:

Tubo de Pitot Prandtl estándar, usado en el rango apropiado de velocidades. Alturas y niveles determinados como antes. Sección del canal perfectamente prismática:

$$\epsilon_Q < (1 \rightarrow 2\%)$$

#### 5.4 Aforo por integración del perfil de velocidades, en laboratorio empleando correntómetro

Iguals precauciones que en (3); correntómetro calibrado en canal de contraste con carro móvil:

$$\epsilon_Q < (1 \rightarrow 3\%)$$

#### 5.5 Aforo por integración, empleando correntómetro, realizado en terreno, en una corriente de lecho fijo y de forma razonable:

$$\epsilon_Q \approx 5\%$$

#### 5.6 Medidor Parshall $W = 5'$ debitando 200 (1:seg)

$$\epsilon_Q \approx 5\%$$

- 5.7 Aforo con flotador superficial, en terreno y en un canal de forma cualquiera empleando las fórmulas de Von Kármán o de Casanueva (4).

$$\epsilon Q \approx (5 + 10\%)$$

Aquí cabe agregar la reflexión siguiente:

Se oye a menudo decir que un sistema de medición de caudales es caro. Esta afirmación carece de sentido, si no se especifica el marco técnico y económico. Un proyecto cualquiera de riego debe contar con un equipo de medición y control, pues si no lo tiene es probable que su falta ocasione un daño económico mayor que el costo del sistema de aforo. El problema es escoger un sistema que sea económico y técnicamente ajustado a las necesidades del proyecto.

## 6. CRITERIOS PARA LA ELECCION DE AFORADORES:

### 6.1 Generalidades

La elección del sitio en que se construirá la estación de aforo es básica, pero ella puede resolverse tomando en cuenta los mismos antecedentes y criterios que cualquiera obra hidráulica. Debe considerarse, por lo menos:

- 6.1.1 ) El trazado del canal y las longitudes en que puede esperarse una sección uniforme.
- 6.1.2 ) La existencia de obras cercanas, cuyo funcionamiento pueda influir sobre el aforador.
- 6.1.3 ) La permeabilidad de los terrenos de fundación, a fin de controlar o al menos de evaluar filtraciones.
- 6.1.4 ) Aspectos sedimentológicos: arrastre de fondo y/o en suspensión, granulometría, estabilidad de taludes.
- 6.1.5 ) La posibilidad de dar revanchas adicionales.

### 6.2 Criterios para la comparación de aforadores:

Para poder elegir un aforador entre varias posibilidades, es preciso poderlos comparar en buena forma. Es sorprendente constatar que hasta una fecha reciente, se ha trabajado relativamente poco en explicitar criterios sistemáticos de comparación; y menos aún se ha hecho hasta hace poco por poder en forma clara y darle el debido realce a problemas operacionales y constructivos, que son, sin embargo, decisivos en Latinoamérica en muchas ocasiones.

Los criterios o factores que aquí se enumeran pueden agruparse en tres categorías:

- 6.2.1 : hidráulicos
- 6.2.2 : operacionales y/o constructivos
- 6.2.3 : económicos

Se verá, al exponerlos, que algunos parecen pertenecer a más de un grupo a la vez; y que, indudablemente, muchos dependen los unos de los otros; pero aún así, resulta útil e instructivo enunciarlos por separado.

#### 6.2.1 Factores hidráulicos:

- 1) Mayor o menor coeficiente de gasto que trae consigo una mayor o menor capacidad del aforador para una carga dada.
- 2) Exactitud grande o pequeña: se podrá comparar aquí la mayor o menor confiabilidad de los gastos obtenidos.
- 3) Límite de submergencia bajo o alto: este criterio refleja la capacidad del aforador para funcionar libre y, por ende, dar medidas más precisas y simples.
- 4) Mayor o menor pérdida de carga: esto definirá la necesidad de dar o no re vanchas adicionales.

#### 6.2.2 Factores operacionales y/o constructivos:

- 1) Dimensiones de la estructura
- 2) Mayor o menor complejidad de la construcción
- 3) Tendencia al embanque, que puede deformar los coeficientes de gasto y obligar a limpiezas periódicas frecuentes
- 4) Fidelidad a lo largo del uso, refiriéndose a modificaciones en el funcionamiento causadas por oxidación, crecimiento de vegetación, desgaste, etc.
- 5) Simpleza o dificultad relativas para operar el aforador y explotar las medidas; esto es particularmente de interés en sitios en los que se sabe no se dispondrá de personal muy calificado.

#### 6.2.3 Factores económicos:

- 1) Costo de construcción del aforador
- 2) Costo de los instrumentos y equipos de medición
- 3) Costos de operación

Como un ejemplo bastante general, se da a continuación un cuadro comparativo de varios aforadores, elaborado por Fuentes et al (11). Este cuadro se obtuvo modificando y completando una idea de Harrison (16). Un cuadro similar, bastante completo, ha sido publicado más recientemente por Bos (2).

Otro cuadro comparativo, más reciente aún es el de Ackers et al (3).

**CUADRO Nº 1**  
**COMPARACION DE AFORADORES**

ESTRUCTURA	ECUACION DEL CAUDAL $Q = C_0 \sqrt{2g} \ast$	COEFICIENTE DE GASTO $C_0$	SUBMERCENCIA LIMITE $S_0$	TENDENCIA AL EMBAQUE	FIDELIDAD A LO LARGO DEL USO	CONSTRUCCION	COSTO DE LA ESTRUCTURA	REFERENCIAS	FIGURA Nº
COMPUERTA RECTA	$by\sqrt{y}$	0.6 ( $y/a > 12$ )	0.4 $\rightarrow$ 0.5 ( $y/a = 12-6$ )	PEQUEÑA	BUENA	SIMPLE	BAJO	4, 28	5
COMPUERTA DE SECTOR	$by\sqrt{y}$	0.50 $\rightarrow$ 0.55 ( $y/a = 1.7 \rightarrow 3.5$ )	0.66 $\rightarrow$ 0.80 ( $y/a = 3.5 \rightarrow 1.7$ )	PEQUEÑA	BUENA	COMPLICADA	ALTO	28	6
VERTEDERO RECTANGULAR EN PARED DELGADA	$bh\sqrt{h}$	0.405 VALORES ALTOS DE $h y a$	0.0	GRANDE	MALA	SIMPLE	BAJO	4	7
VERTEDERO TRIANGULAR EN PARED DELGADA	$10 \frac{2}{3} h^2 \sqrt{h}$	0.313 $\alpha = 90^\circ$ VALORES ALTOS DE $y - a$	0.0	GRANDE	MALA	SIMPLE	BAJO	4	8
AFORADOR DE RANURA	$by\sqrt{y}$	0.408 ( $y/b = 6$ )	0.4	MEDIANA.	MALA	SIMPLE	BAJO	20, 27	9
VERTEDERO RECTANGULAR EN PARED GRUESA REDONDEADA	$by\sqrt{y}$	0.385	0.70 $\rightarrow$ 0.92 ( $H/a = 0.1 \rightarrow 2$ )	GRANDE	REGULAR	SIMPLE	MEDIANO	3, 4	10
AFORADOR PARSHALL	$by\sqrt{y}$	0.44 ( $y = 0.05 - 0.76m$ )	0.6 $\rightarrow$ 0.8	PEQUEÑA	BUENA	COMPLICADA	ALTO	2, 3, 7	11
AFORADOR SIN CUELLO	$by\sqrt{y}$	0.48 $\rightarrow$ 0.60 $b = 0.3 m$ $L = 0.9 m$	0.66 $w = 0.3 m$ $L = 0.9 m$	PEQUEÑA	BUENA	SIMPLE	MEDIANO	13	12
AFORADOR WALLINGFORD	$by\sqrt{y}$	0.385	0.74 $\rightarrow$ 0.91	MEDIANA	BUENA	COMPLICADA	ALTO	3	13
AFORADOR FLAT - VE	$nh\sqrt{h}$	0.348 ( $n = 1/10$ )	0.67 $\rightarrow$ 0.78 ( $n = 1/10$ )	MEDIANA	BUENA	COMPLICADA	ALTO	3, 8	14
AFORADOR DE CONTRACCION SIMPLE	$by\sqrt{y}$	0.355 ( $b/B = 1/2$ )	0.70 ( $b/B = 1/2$ )	PEQUEÑA	BUENA	SIMPLE	BAJO	9, 10, 12	15

## 7. ALGUNOS PROBLEMAS ESPECIALES DEL FUNCIONAMIENTO DE LA ESTACION DE AFORO

### 7.1 Propósito

Se desea aquí advertir sobre algunos problemas prácticos asociados a los aforadores que funcionan en instalaciones de riego. Se intentará cuantificarlos para poner en claro su influencia relativa.

### 7.2 Influencia de la distribución de velocidades iniciales.

En las determinaciones de Laboratorio se cuida casi invariablemente de producir perfiles de velocidades de aproximación planos y regulares; en la práctica esto muchas veces no ocurre, encontrándose perfiles de velocidades caprichosas, irregulares y con fuertes gradientes (véase el caso de la Fig. # 17). Resulta sí de interés conocer la influencia del campo de velocidades afluente sobre el funcionamiento del aforador.

En el caso de un aforador de simple estrechamiento, Gennero y Sepúlveda (11) realizaron experiencias sistemáticas comparando un perfil de velocidades plano con otro que ostentaba fuertes gradientes. Los resultados mostraron que el coeficiente crecía solo en 1% debido al perfil variado. Este pequeño crecimiento pudo atribuirse al mayor valor del coeficiente  $\alpha$  de Coriolis.

Alrededor de la misma fecha, se realizó en Wallingford (19) una investigación sometiendo un aforador de barrera triangular al escurrimiento inmediato aguas abajo de un codo. Los resultados coinciden con los de Gennero y Sepúlveda en el sentido de que el coeficiente de Coriolis no crece mucho y no influye grandemente; pero sí lo hace el que la superficie libre se deforma por efecto de la curva, haciendo que la carga esté mal definida. Aparecieron por este efecto discrepancias del orden del 5%.

### 7.3 Influencia del embanque

Si el aforador está situado en un cauce que lleva un cierto gasto sólido, este tenderá a acumularse aguas arriba del aforador, por ser esta zona invariablemente de bajas velocidades. Si el aforador tiene barrera de fondo, este sedimento irá "llenando" el aforador, obligando a limpiarlo periódicamente.

En los aforadores de simple estrechamiento, el aforador tendrá la posibilidad de "auto lavarse" si las velocidades en la garganta son grandes, pero aunque esto suceda, interesa saber como se modifica el coeficiente de gasto debido a la cuña de sedimento que quedó aguas arriba (Fig. # 18).

El problema fue atacado experimentalmente por Bauer y Villavicencio (18), quienes encontraron que:

- 1) El aforador autolavaba su garganta para todos los gastos normales del aparato ensayado y todos los sedimentos empleados ( $d_{50} = 0.6 - 2.6$  mm)
- 2) El coeficiente de gasto crecía levemente con la altura  $a$  de la cuña de sedimento, dando los siguientes factores con respecto a los coeficientes del canal limpio:

$a/y$	0.0	0.2	0.3	0.4	0.5
$\phi$	1.00	1.01	1.02	1.03	1.07

Un estudio similar se realizó en Wallingford (19) para un aforador de barra triangular después de un codo. Los errores son más importantes, alcanzando el 13%, pero habría que descontar el efecto de la curvatura.

#### 7.4 Influencia de la vegetación

Es corriente que en los canales de pequeña velocidad crezcan juncos y otras plantas. Estos pueden eliminarse, pero resulta de interés saber que "daño" hacen al funcionamiento de la estructura.

Siempre dentro del marco de los aforadores de simple estrechamiento, Bauery Villavicencio (18) estudiaron el efecto de la vegetación, simulando con varillas verticales de 13 mm de diámetro colocadas en un canal de 40 cm de ancho en la inmediata proximidad aguas arriba del aforador.

Los resultados mostraron que el coeficiente de gasto disminuía lentamente con la densidad de la vegetación (medida como área de tallos/área total comprometida por ellos). Como una cifra informativa, puede decirse que la disminución no era más de 3% para una densidad de 2.6%.

#### 8. FINAL

Se espera que la exposición realizada haya mostrado un panorama amplio, si bien incompleto de las estructuras de aforo susceptibles de usarse en proyectos de riego, así como de sus problemas particulares y ventajas relativas.

Dada la actual importancia del manejo seguro y económico del recurso agua resulta evidente la necesidad de un adecuado sistema de medición de caudales y niveles en la operación de los sistemas de riego.

Cabe insistir entonces en que se incluya en los proyectos de irrigación el diseño de un sistema adecuado de medición y control de caudales y niveles; y por otra parte implementarlos en los proyectos ya existentes. Los esfuerzos y recursos que así se empleen serán ampliamente compensados en economía, eficiencia y seguridad en el manejo del recurso.

#### 9. RECONOCIMIENTOS

Nos es grato dejar constancia aquí de que la actual Conferencia, así como un curso completo sobre aforadores en canales ofrecido en el pasado en Argentina, han sido iniciativa del Ing.º Agustín Merea, quien además logró que IICA patrocinase y financiase dichas actividades.

El Ing.º Juan J. García, Director Ejecutivo del Laboratorio Nacional de Hidráulica de Venezuela, ha cooperado buenamente en esta ocasión, proporcionando su apoyo para la elaboración de esta Conferencia, así como las facilidades temporales necesarias.

Las Señoras Isabel de Michelangeli y Celia de Boyer han realizado con habilidad y paciencia los dibujos y la versión mecanografiada que componen estas notas.



10. REFERENCIAS

1. FUENTES, R.: "Aforadores en Canales" Curso ofrecido por IICA, Buenos Aires, Argentina, 1976 y por el LNH de Venezuela, Caracas, Venezuela, 1977
2. BOS, M.G., Ed.: "Discharge Measurement Structures" Publicación # 161, Delft Hydraulics Laboratory, 1976
3. ACKERS, P., WHITE, W.R., PERKINS, J.A., HARRISON, A.J.M.: "Weirs Flumes for Flow Measurement", John Wiley, 1978
4. DOMINGUEZ, F.J.: "Hidráulica", 4a. Ed., Ed. Universitaria, Santiago de Chile, 1974
5. JAEGER, CH.: "Hydraulique Technique", Ed. Dunod, Paris, 1954
6. HARRISON, A.J.M.: "The Streamlined Broad-Crested Weir", Proc. Inst. Civil Engineers, Vol.38, Diciembre 1967
7. PARSHALL, R.L.: "Improving the Distribution of Water to Farmers by use of the Parshall Measuring Flume", Colorado A. and M. Collage, Fort Collins, Colorado, 1943
8. WHITE, W.R.: "The Performance of Two-dimensional and Flat-V Triangular Profile Weirs", Proc. Inst. Civil Engineers, Paper 73505, 1971
9. BALLOFFET, A.: "Aforadores de Resalto" Revista "Ciencia y Técnica", Vol. 112, N°559, Buenos Aires, 1949
10. MAZA, J.A. y ZAMBRANA, W.: "Aforador de gasto constante tipo Venturi", III Congreso Latinoamericano de Hidráulica, Vol. 2, La Plata, Argentina, 1968
11. GENNERO, R. y SEPULVEDA, R.: "Estudio Teórico y experimental de un Canal Venturi Destinado al Aforo en Pequeñas Corrientes", Tesis Ingeniería Civil, Universidad de Chile, 1971
12. FUENTES, R., GENNERO, R. y SEPULVEDA, R.: "Características Hidráulicas de un Aforador de Simple Estrechamiento", I Simposio Internacional de Irrigação, Porto Alegre, Brasil, 1974
13. ALFARO, J.F.: "Medida de Agua en Canales por Medio del Aforador "Sin Cuello", Simposio Internacional de Irrigação, Porto Alegre, Brasil, 1974
14. FUENTES, R., GENNERO, R. y SEPULVEDA, R.: "Una Teoría Simple Para la Determinación de las características Hidráulicas de un Aforador de Simple Estrechamiento", V Congreso Latinoamericano de Hidráulica, Lima, Perú, 1972
15. HALL, G.W.: "Analytical Determination of the Discharge Characteristics of Broad-Crested Weirs Using Boundary Layer Theory", Proc. Inst. Civil Engineers, Vol. 22, 1962

16. HARRISON, A.J.M.: "Factors Governing the Choice of a Hydraulic Structure for Flow Measurement, ICID, VII Congreso, México, 1969
17. HARRISON, A.J.M.: "Relative Merits of Various Types of Hydraulic Structures for Flow Measurement in Open Channels" Overseas Engineers Course-1968, HRS, Wallingford, UK, 1968
18. BAUER, R. y VILLAVICENCIO, J.: "Estudio de las características de Funcionamiento de Aforadores de Simple Estrechamiento Destinados a la Medida de Pequeños gastos en Canales", Tesis Ingeniería Civil, Universidad de Chile, Santiago de Chile, 1973
19. HRS.: "The Triangular Profile Crump Weir: Effects of a Bend in the Approach Channel", HRS Reports Ex 518, Wallingford, 1970
20. PADILLA, E., FUENTES, R. y AGUIRRE, J.: "La Ranura Vertical Como Aforador" X Congreso Latinoamericano de Hidráulica, Ciudad de México, México, 1982
21. BOITEN, W. y PITLO, R.: "The V-Shaped Broad Crest Weir", JIDD, IR2, Junio 1982
22. HARRISON, A.J.M. y OWEN, M.W.: "A New Type of Structure for Flow Measurement in Steep Streams", Proc. of the Inst. of Civil Engineers, Paper 6998, Marzo 1967
23. BOS, M.G. y REININK, Y.: "Required Head Loss Over Long-Throated Flumes", JIDD, IR1, Marzo 1981
24. MONTES, S.: "Flow Over Round Crested Weirs", L'Energia Elettrica, Vol.47, N° 3, 1970
25. FUENTES, R. y MEHAT, CH.: "Una Fórmula Racional para los Aforadores Parshall en Flujo Libre" X Congreso Latinoamericano de Hidráulica, Ciudad de México, México, 1982
26. DAVIS, R.W. y DEUTSCH, S.: "A Numerical-Experimental Study of Parshall Flumes" Journal of Hydraulic Research, Vol. 18, N° 2, 1980
27. VALLENTINE, H.R.: "L'Écoulement dans des Canaux Rectangulaires Présentant une Section Rétrécie", La Houille Blanche, N°1, 1958
28. VEN TE CHOW.: "Open Channel Hydraulics", Mc Graw Hill, 1959.

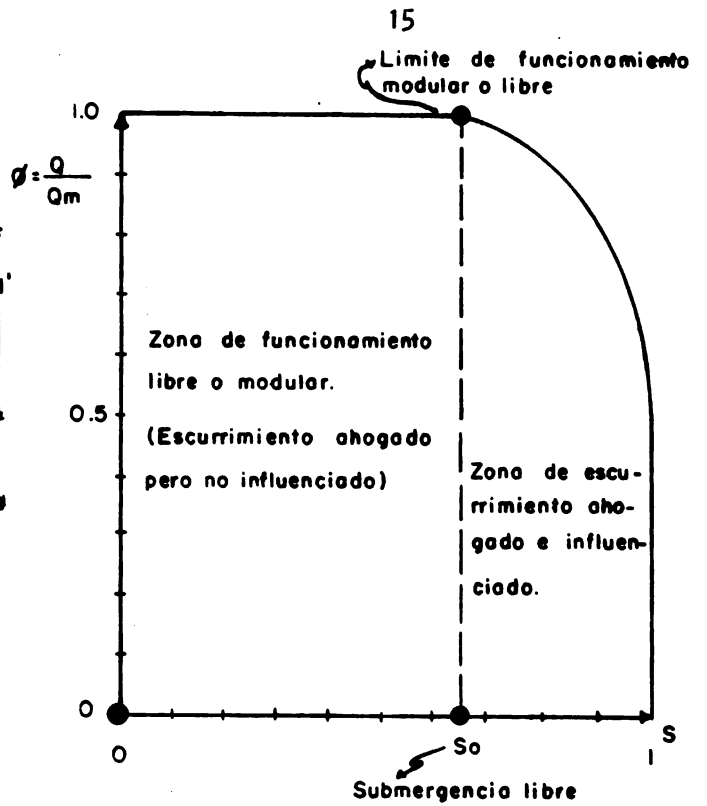
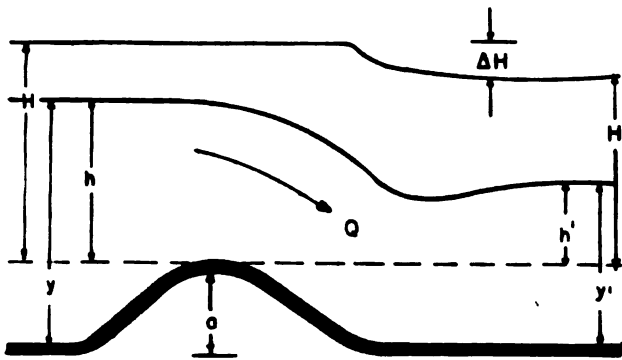


FIGURA Nº 2

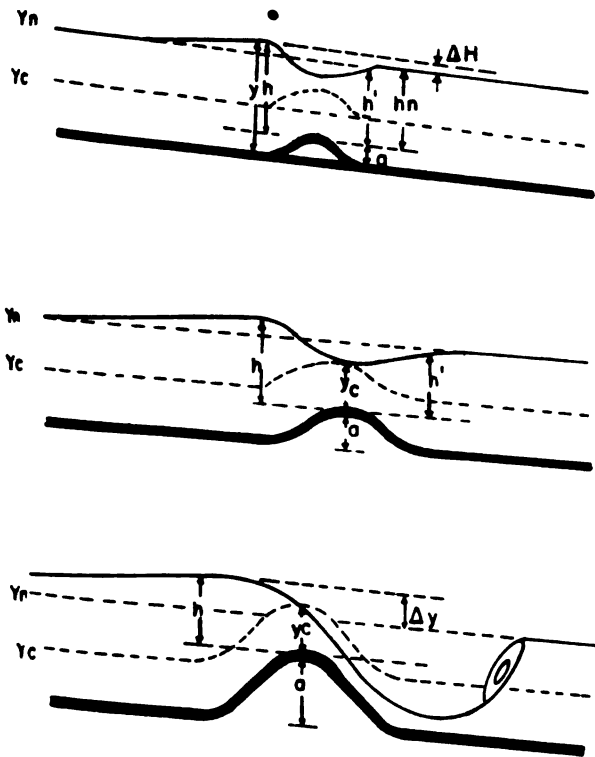


FIGURA Nº 3

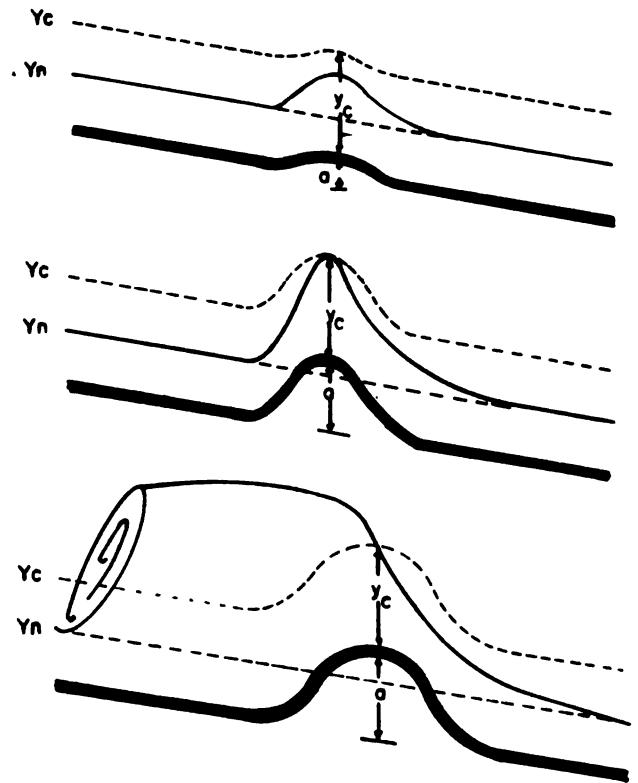


FIGURA Nº 4

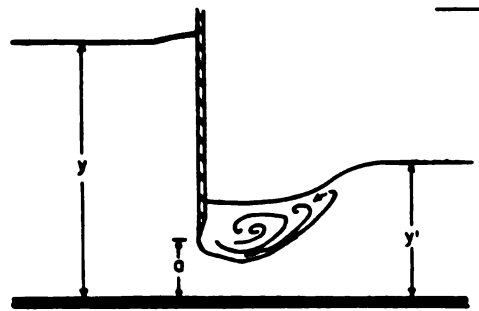


FIGURA Nº 5

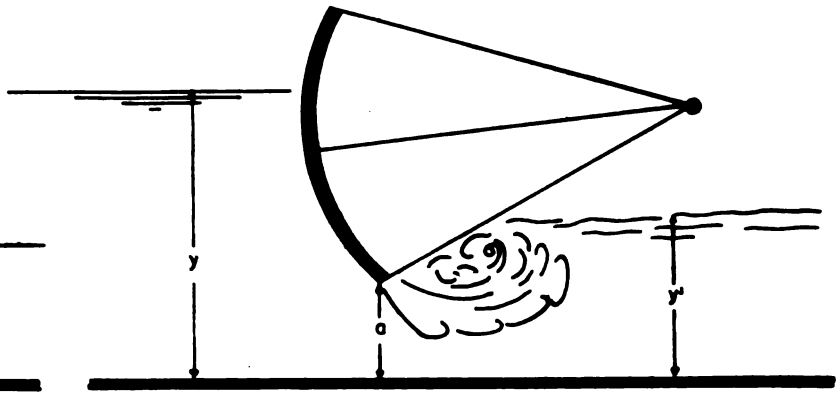


FIGURA Nº 6

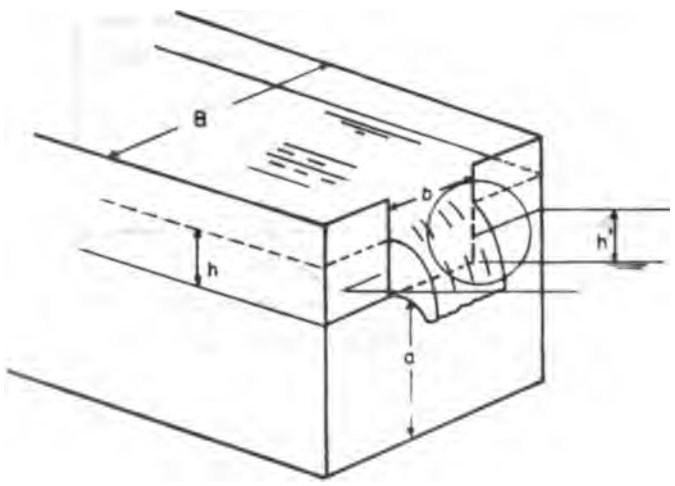


FIGURA Nº 7

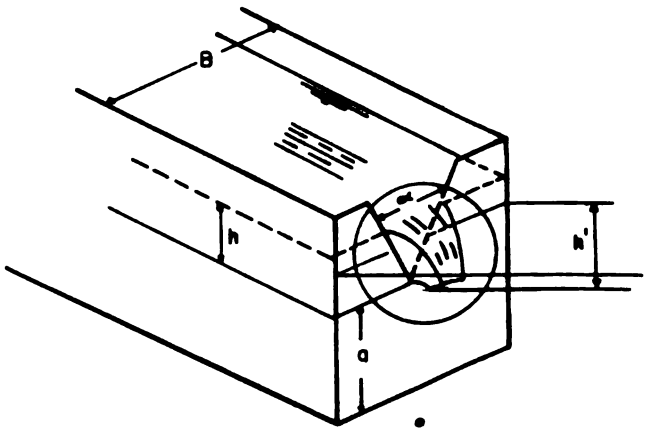


FIGURA Nº 8

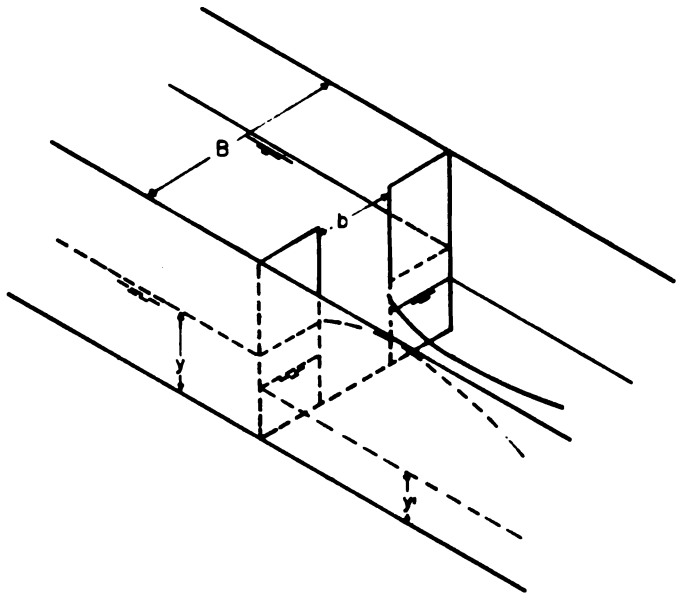


FIGURA Nº 9

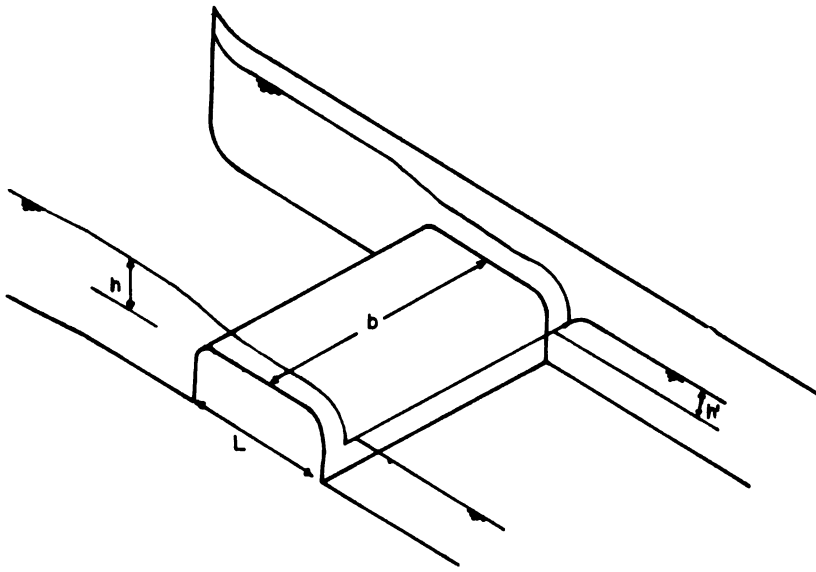
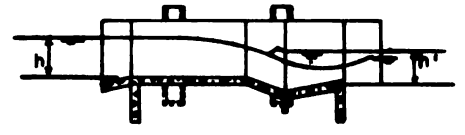
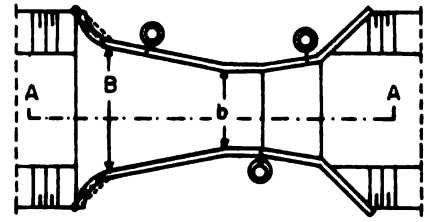


FIGURA N° 10



SECCION A-A

FIGURA N° 11

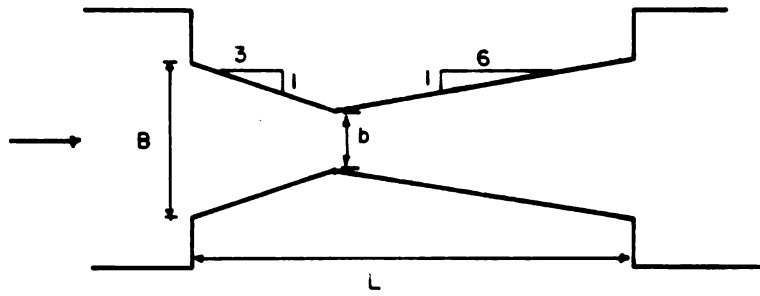
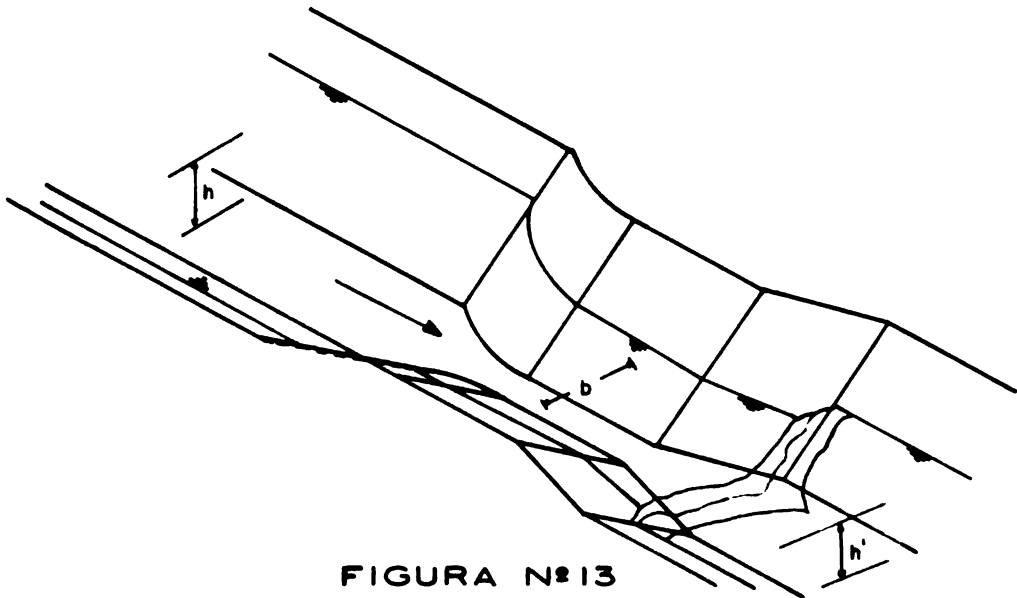


FIGURA N° 12



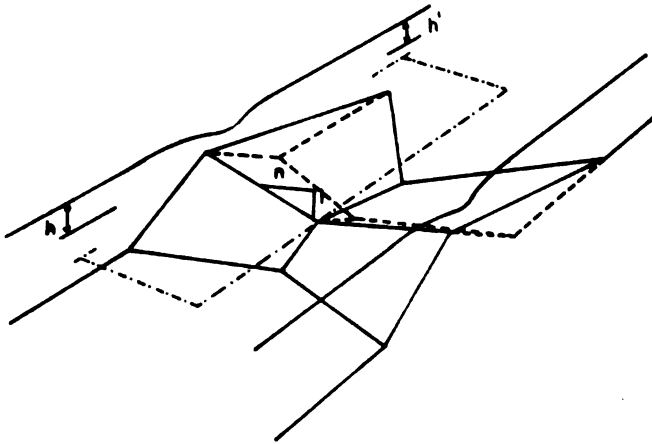


FIGURA Nº 14



FIGURA Nº 15

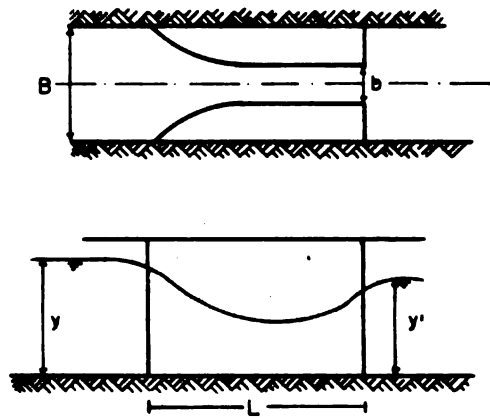


FIGURA Nº 16

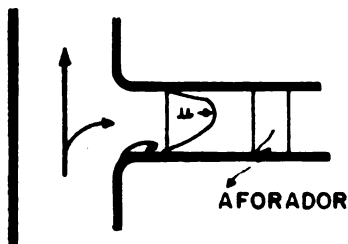


FIGURA Nº 17

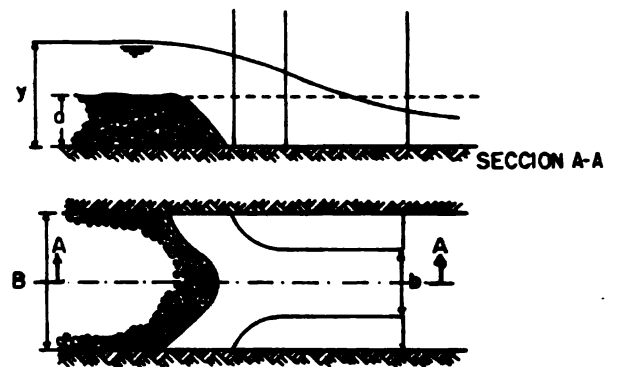


FIGURA Nº 18



**VII SEMINARIO  
LATINOAMERICANO  
DE IRRIGACION**

**SANTIAGO DE CHILE, 28 DE NOVIEMBRE  
AL 2 DE DICIEMBRE DE 1983**

**DOCUMENTO D-10**

**"EFICIENCIA DE USO DE LOS RECURSOS HIDRICOS EN LAS AREAS BAJO RIEGO"**

Por: Ing. Agr. Jorge Chambouleyron(\*)

---

(\*) Jefe del Area Riego y Drenaje - Instituto Nacional de Ciencia y Técnica Hídrica\$ - Mendoza, Argentina.





"EFICIENCIA DE USO DE LOS RECURSOS HIDRICOS EN AREAS BAJO RIEGO"

Ing. Agr. Jorge Chambouleyron (\*)

INTRODUCCION

El riego se aplica en la República Argentina desde épocas precolombinas. Se cita en libros de historia que cuando los españoles llegaron a la localidad que actualmente ocupa la ciudad de Mendoza, existían en el lugar chacras con cultivos autóctonos como calabazas, maíz, papa, que servían de sustento a la población indígena local.

La existencia de zonas con riego no sólo se constató en Mendoza, sino también en localidades de Salta, Santiago del Estero y Jujuy, donde el uso del agua con fines de regadío precedió a la conquista española.

Durante el período colonial el aporte más importante que se realizó en el país fue logrado con la experiencia española en el manejo del agua. Esta fue heredada de los conocimientos que le brindaron los árabes, luego de una dominación de 700 años en la península Ibérica.

El alud inmigratorio de principios de siglo trae a nuestro país agricultores y técnicas que hicieron que el desarrollo de las áreas de riego tomara real importancia.

La llegada al país y a Mendoza del Ing. César Cipolletti en el año 1898, marca la iniciación de la etapa de racionalización del uso del agua de los ríos, en especial por la construcción de nuevos diques y obras de derivación.

Actualmente se ocupan en el país del desarrollo de obras de riego: Agua Energía Eléctrica de la Nación y las reparticiones provinciales respectivas. Actualmente hay labor privada puesta al servicio de la agricultura de regadío haciendo colocación con uso casi específico de agua subterránea.

Así como la llegada de Cipolletti marca la iniciación de una etapa en el aprovechamiento del recurso hídrico superficial, la aparición de la bomba de profundidad en la década del 50, en el mercado nacional y su construcción local, marcan la iniciación del aprovechamiento intenso del agua subterránea. Este hecho produce una gran ampliación de la superficie bajo riego, siendo el ejemplo más elocuente el fenómeno producido en Mendoza en donde actualmente funcionan más de 18.000 perforaciones logrando un caudal semejante al del río Mendoza, habiéndose creado lo que se llama el río provincial.

El uso del agua subterránea produjo a nivel local y nacional grandes cambios en lo que a utilización del recurso se refiere. En primer lugar permitió la introducción y aplicación de métodos de riego modernos como la aspersión y el riego por goteo. En segundo lugar el más elevado costo del agua determinó la introducción de diversos métodos de conducción, como la cañería de hormigón tipo californiano que termi

---

(\*) Jefe del Area de Ingeniería de Riego y Drenaje del Instituto Nacional de Ciencia y Técnicas Hídricas (INCYTH) - Centro Regional Andino. Mendoza  
Avda. España 1425. Piso 3º (5500) Mendoza-Argentina

nó con las pérdidas del sistema, divulgándose de manera muy importante no sólo a nivel provincial sino también regional. En tercer lugar y como aporte más trascendente con motivo de los altos costos del agua subterránea, se avanzó considerablemente en el uso de la tierra, aplicación del agua, preparación del suelo, cultivos, eficiencia del recurso, sistematización del suelo y empleo de métodos de riego por melgas y surcos que evolucionaron positivamente.

## 2. REGIONES BAJO RIEGO EN ARGENTINA

Son cinco las áreas en donde los recursos hídricos nacionales son más usados con fines de regadío, éstas son: el noroeste Argentino o "NOA", la región central, la región de Cuyo y las zonas del Comahue y Patagonia. Estas regiones determinan una superficie cultivada bajo riego de 1.066.143 ha con una superficie empadronada de 1.650.000 ha.

Los recursos hídricos de la Argentina, derivan de una precipitación promedio anual de 600 mm en todo su territorio continental y generan un volumen anual de 1.690.000 Hm<sup>3</sup> teniendo en cuenta su superficie. El caudal de los ríos internacionales que atraviesan y bordean el país aportan además un volumen de 560.000 Hm<sup>3</sup>.

La zona árida y semiárida del país cubre 185 millones de hectáreas, es decir el 66% del territorio continental.

Los recursos hídricos superficiales en esa zona son del orden de 4.000 m<sup>3</sup>/s es decir, representan aproximadamente el 18% de los recursos superficiales totales. Escurren por las zonas de menor precipitación (entre 500 y 100 mm) y de mayor evaporación (2.000 mm anuales).

Por la calidad de los suelos se estima que aproximadamente la mitad de esa extensa superficie podría utilizarse, es decir 95 millones de hectáreas.

Sin embargo un factor limitante de primer orden es el agua disponible. Se estima que en condiciones técnicas y económicas sería factible regar hasta 3,5 millones de hectáreas, es decir solamente el 3,7% de los suelos aptos. Con todo, la citada cifra de 3,5 millones representaría triplicar como mínimo, la superficie actualmente regada, mientras que las restricciones derivadas de problemas de mercado, colmatación, necesidades de inversión, etc. reducen de hecho esas cifras a niveles mucho más bajos.

La superficie agrícola bajo riego en Argentina ha aumentado a la par que ha crecido su participación relativa tanto en extensión como en el valor de los productos. Con algo más del 4% de la superficie agrícola total del país, contribuye con casi el 30% de la producción sectorial. En el presente el crecimiento es muy lento.

### 2.1. Demanda futura del agua para riego

Como ha quedado aclarado en párrafo precedente el mayor volumen de agua para riego dedicado a la agricultura se emplea en las regiones áridas y semiáridas del país. Del total del agua demandada por el sector agrícola un 98% lo es con fines de regadío y el resto se dedica a agua para bebida del ganado. Si bien el riego de las zonas húmedas es actualmente poco importante representando el 14% de la superficie total regada, su ritmo de crecimiento ha sido muy acelerado, mucho más rápido que el de las zonas áridas.

Pareciera que este incremento se ha debido a la expansión del cultivo de arroz, cuyos mercados se han ampliado considerablemente estos últimos años.

En distintos estudios del INCYTH se han hecho proyecciones de la superficie regada en base a las tendencias registradas en las distintas regiones, encontrándose guarismos que indicarían una expansión en 25 años del 16% en las zonas áridas y semiáridas y del 27% para las zonas húmedas.

Teniendo en cuenta ésto, la superficie regada para el año 2000 alcanza ría 1.430.000 hectáreas. Estos supuestos se han elaborado en base a las tendencias de las últimas décadas en lo que respecta a variedades y especies a cultivar por diferentes zonas.

Se ha hecho una estimación de un incremento del 18% en la demanda consuntiva de agua para riego. Teniendo en cuenta estos supuestos, las extracciones totales aumentarán de 20.259 Hm<sup>3</sup> en 1970 a 23.500 Hm<sup>3</sup> en el año 2000 y el uso consuntivo variará de 6.810 Hm<sup>3</sup> a 8.034 Hm<sup>3</sup> para este mismo año. Estos volúmenes representan un 73% de las extracciones totales y un 90% del uso consuntivo para el total del agua en 1970 y sólo un 47% y 82% para el año 2000.

La reducción de la importancia relativa del riego se debe principalmente al rápido aumento previsto de la demanda de agua para uso industrial y energético.

## 2.2. Problemática del uso del agua

Analizando los valores dados anteriormente se puede deducir, que uno de los aspectos comunes a todos los distritos de riego de la Argentina es la baja eficiencia de uso zonal del agua destinada al riego.

Si para el año 1970 el uso consuntivo del área regada nacional fue de 6.810 Hm<sup>3</sup> y las extracciones sumaron un valor de 20.259 Hm<sup>3</sup>, la eficiencia de uso zonal nacional es la relación entre ambos, o sea un 33%. Este valor es bajo si se piensa que casi todas las áreas regadas cuentan con una infraestructura de aprovechamiento hídrico que es de un gran desarrollo relativo, y con ese desarrollo la eficiencia de uso zonal tendría que ser no menor a un 45-50%.

La respuesta a ésto puede estar dada por la poca preparación de los administradores del riego al ordenar la entrega y por la cada día más pobre participación de los regantes en la administración de los recursos hídricos locales.

Quando se analizan parcialmente los valores de la eficiencia de uso zonal se puede llegar a obtener eficiencias más elevadas como el caso del área media del río Tunuyán, en Mendoza, donde se logra una eficiencia de uso zonal del 39%. No obstante ello, la baja eficiencia de uso zonal obtenida en sectores en donde el recurso es abundante, hace que el promedio de utilización nacional sea bajo.

El crecimiento de la agricultura ha comprometido totalmente el recurso hídrico superficial y subterráneo de manera que en la actualidad el crecimiento industrial y de las poblaciones está supeditado al uso agrícola.

Es probable que éste se transforme en conflictivo con el tiempo y se tendrán que crear derechos a la industria en la medida que ésta use el recurso hídrico más eficientemente que la agricultura.

## 3. INVESTIGACION DE LA EFICIENCIA DE USO DEL AGUA DE RIEGO EN LA ARGENTINA

Como ha quedado demostrado en esta introducción uno de los elementos que frena el desarrollo de las áreas desérticas de la Argentina es el eficiente uso de los recursos hídricos.

La falta de una adecuada evaluación de las eficiencias regionales no permite una planificación adecuada de otras alternativas, además de la agrícola, como es el uso industrial y urbano.

Teniendo presente la importancia de este tema el Instituto Nacional de Ciencia y Técnica Hídricas a través del Centro Regional Andino en Mendoza, empezó hace más de diez años a investigar este problema en los distritos regados más importantes del país.

Para desarrollar esta investigación ha estado en contacto con el grupo de trabajo de eficiencia de riego con sede en Wageningen-Holanda, una rama del ICID (International Commission of Irrigation and Drainage) con sede en la India.

Desarrollada la metodología de trabajo se ha evaluado la eficiencia zonal en dos distritos regados de la provincia de Mendoza y se piensa que se lo seguirá haciendo con los más importantes del país para tener datos concretos que se puedan usar para generar una política nacional de uso del agua en áreas de riego.

Son muy pocos los antecedentes nacionales disponibles que den datos de evaluación de eficiencias. Los únicos valores que se manejan son los obtenidos por la bibliografía extranjera en especial norteamericana y últimamente mexicana.

En Argentina, Chambouleyron y colaboradores a partir del año 1968 comenzó a estudiar este tema desarrollando metodologías aptas para evaluar la eficiencia de uso del agua a nivel de distritos regados.

Luego de vincularse al equipo del doctor Marinus Bos de Wageningen-Holanda, se evaluó la eficiencia de los distritos del río Atuel y Diamante y más tarde de los ríos Mendoza y Tunuyán en la provincia de Mendoza, siendo estos los únicos datos metódicamente obtenidos que se han medido en Argentina.

Se trata en este trabajo de analizar la evolución de la metodología de medida de la eficiencia regional y de discutir los resultados obtenidos de estas evaluaciones.

La evaluación de la eficiencia de uso del recurso hídrico de un distrito de riego persigue como objetivo básico conocer qué porcentaje del agua distribuida se pierde en profundidad o como desague superficial al pie del mismo.

Es de fundamental importancia esta investigación ya que en la medida en que las pérdidas sean menores llegará a la planta un mayor volumen de agua, lo que se traducirá en una mayor producción.

Tiene importancia además conocer estas pérdidas ya que ayudan a encontrar una justificación económica para la impermeabilización de una red, la construcción de un dique o mejorar la entrega de agua al distrito.

Generalmente los valores de eficiencia de uso zonal EUZ para un distrito regado están en relación con el grado de desarrollo logrado por el mismo. Si no hay infraestructura de derivación ni almacenaje la EUZ puede ser baja estando en valores del 15 al 20%. Cuando esta infraestructura existe y se le suma además una red de canales lógica, la EUZ llega a valores del 30%. Cuando a esto se le adiciona una red impermeabilizada y un buen sistema de distribución del agua, así como un elevado nivel agrícola regional, la EUZ puede llegar a valores que superen un 60% (Bos y Nugteren, 1978).

En innumerables casos al uso del agua superficial se le suma el uso del agua subterránea destinada al riego. Eso sucede en la medida que hay una baja eficiencia del recurso superficial. El método seguido en este caso es que se bombea a nivel de finca la pérdida de la red de riego que previamente percoló a profundidad. Esto trae como consecuencia una recirculación del agua o reciclaje que va salinizando el suelo. Una buena asignación del recurso puede prevenir problemas de este tipo. Para solucionarlo adecuadamente se puede elaborar modelos de optimización del uso del agua que analicen adecuadamente el costo del transporte y el régimen de pérdidas del agua superficial y el régimen de pérdidas y costo de bombeo del agua subterránea. Un modelo de este tipo puede mejorar notablemente la asignación del uso del agua en un distrito señalando cuáles áreas serán regadas por agua superficial, cuáles por agua subterránea y cuáles por uso conjunto. Un estudio de este tipo puede ser un elemento importante en la planificación adecuada de los recursos energéticos destinados al campo.

El conocimiento de la eficiencia de uso tiene también valor cuando se desarrolla una estrategia de producción a nivel de distrito regado. Una mayor asignación de agua al cultivo por mejoría de la eficiencia, trae aparejado una mayor producción como lo demuestran las funciones de producción.

Un aumento de la eficiencia de uso regional de un 10% puede traer como consecuencia una super producción regional y un desequilibrio de la máquina productiva nacional, cuando a este incremento no se lo planificó.

Debido a esto es fundamental el manejo de los valores de eficiencias ya que permiten planificar adecuadamente la producción regional, o permiten asignar recursos a otras actividades productivas que convenga desarrollar. El desconocimiento de estos valores es indicativo de subdesarrollo y de una falta de información adecuada que permita cuidar el suelo y el agua de una posible degradación.

### 3.1. Clasificación de eficiencias

Viendo al distrito regado desde una perspectiva elevada y luego de analizar las definiciones de eficiencia propuestas por ICID, se puede clasificar las eficiencias regionales de la siguiente forma:

1. Eficiencia de uso externo EUE . Corresponde a la evaluación de la red de riego desde el dique de embalse a la cabecera de la bocatoma de la propiedad.
2. Eficiencia de uso interno EUI . Corresponde a la eficiencia de uso del recurso a nivel de finca. Está dividida en eficiencia de conducción interna ECI y eficiencia de aplicación EAP, el producto de ambas da la EUI
3. Eficiencia de uso zonal EUZ . Es la eficiencia de uso del recurso en todo el distrito regado y corresponde al producto de EUE x EUI. Cuando se evalúa el total del recurso o sea, superficial y subterráneo se denomina EUZT y su evaluación necesita de un modelo que indique el consumo del agua subterránea.

Se denominan eficiencias de uso debido a que la evaluación involucra las pérdidas físicas y administrativas del sistema. Es muy difícil separar a ambas, se lo intentado pero no se lo ha logrado con gran éxito. No obstante ello se piensa que las pérdidas administrativas tienen un valor entre el 10 al 15% del total de las pérdidas medidas, lo que indica su importancia.

Las pérdidas físicas, si bien son de gran importancia, indican la infiltración o percolación en la red. Estos valores no son lo suficientemente exactos ya que se producen por tramos, según el terreno y no dan una visión concreta de la realidad a nivel regional.

Por ese motivo se ha tomado la denominación de eficiencia de uso ya que al medir la cabeza y pie del sistema se involucra a todas las pérdidas que disminuyen el recurso a ser usado por el cultivo, último destinatario del mismo.

### 3.2. Definición de eficiencias

Es importante antes de hablar de eficiencias definir las adecuadamente. Lamentablemente en nuestros trabajos de evaluación no se han podido aplicar directamente las definiciones que da la literatura y en especial el ICID, debido a que la organización de nuestras áreas regadas tiene particularidades distintas a las analizadas por este organismo internacional.

Se ha definido la eficiencia de uso externa (EUE) como "la relación de los promedios ponderados por superficie de las láminas que llegan a las bocatomas de las fincas con la lámina que se deriva en el dique".

Teniendo en cuenta las definiciones del ICID lo dicho para la EUE correspondería a lo que se denomina Conveyance Efficiency ( $e_c$ ). Esta es la relación de volúmenes entre lo recibido en la toma del canal terciario y lo derivado desde el dique. Para que ambas definiciones sean coincidentes, se debiera agregar a esta última definición las pérdidas en los canales terciarios.

En la definición que aquí se presenta no se ha incluido la  $e_c$  debido que los canales terciarios son mantenidos de diferente forma que los canales internos de las fincas. De esa manera no se puede aplicar el concepto de eficiencia de distribución (Distribution Efficiency) debido a que ésta indica las pérdidas de la red terciaria e interna en propiedad.

Para la evaluación de las eficiencias a nivel de granja se trabaja en todo el distrito eligiendo fincas representativas de todos los canales principales. Además se prepara un plano utilitario de suelos de toda la superficie regada. En esta se divide el área en categorías y para cada una de ellas se determinan las constantes hídricas del suelo y los parámetros de infiltración.

La eficiencia calculada a nivel de granja fue denominada eficiencia de uso interno EUI, que en rigor de verdad es la denominada eficiencia de finca o Farm Efficiency por el ICID.

Teniendo esto presente se ha definido la eficiencia de uso interna EUI como el promedio ponderado de las relaciones entre las láminas almacenadas en el perfil del suelo y las láminas que se derivan en la bocatoma de finca.

En este caso hay también una diferencia con las definiciones del ICID, ya que éste en vez de la eficiencia en granja considera la eficiencia de aplicación de campo (Field Application Efficiency). Esta es la relación entre el volumen almacenado por el suelo para mantener la humedad a nivel adecuado por los cultivos y el derivado en la parcela.

En el caso aquí analizado ha sido más fácil aplicar el concepto de "eficiencia interna" o "eficiencia de la granja" debido a que el manejo interno del agua en la finca difiere fundamentalmente del externo o de la red.

Generalmente el canal terciario se maneja con un turno administrativo regando una o más propiedades a la vez, lo que le da un funcionamiento distinto que los canales internos de la propiedad.

Dentro de la finca regada se reconocerla eficiencia de conducción interna (ECI) que es la relación entre el caudal recibido en la parcela a regar y el derivado en la bocatoma. Además se evalúa la eficiencia de aplicación (EAP) que se la define como la relación entre la lámina almacenada en el suelo que luego es evapotranspirada por la planta y la lámina aplicada a la parcela regada.

La eficiencia de almacenaje (EALM) es la relación entre la lámina almacenada en el suelo y la necesaria a almacenar y por último, la eficiencia de distribución (EDI) que es la relación entre la mínima lámina almacenada con respecto a la media almacenada en el perfil regado.

La evaluación de estas eficiencias en fincas son desarrolladas por el INCYTH por medio de una probada encuesta puesta a punto luego de analizar cientos de propiedades bajo riego.

Se ha definido además la eficiencia de uso zonal (EUZ) como el producto de la EUE y la EUI, que en general es coincidente con la Project Efficiency del ICID. Esta, como la anterior, es el producto de las eficiencias de conducción, distribución y aplicación de todo el distrito.

La metodología de evaluación de la eficiencia de uso externo en la red de riego, usada en Argentina está basada en la aforo de las corrientes de agua. Este procedimiento permite evaluar la eficiencia de distintos sectores de la red, por medio de relaciones de volúmenes de agua que escurren en los canales de riego. Estos volúmenes se pueden a su vez expresar como láminas, de acuerdo al área regada por cada canal. La Fig. 1 permite explicar más adecuadamente las características de la información proporcionada por esas mediciones. Un conjunto de valores aforados en los canales de riego, permite determinar los siguientes cocientes entre láminas en varios niveles jerárquicos de la red.

$$\frac{L_{\text{canal}}}{L_{\text{río}}} \quad ; \quad \frac{L_{\text{rama}}}{L_{\text{canal}}} \quad ; \quad \frac{L_{\text{hijuela}}}{L_{\text{rama}}} \quad ; \quad \frac{L_{\text{parcela}}}{L_{\text{hijuela}}} \quad (1)$$

Es preciso destacar que cada conjunto de datos recogidos entre el dique derivador y la propiedad encuestada define el funcionamiento de la red en el recorrido considerado. Un conjunto diferente que incluya algunos de los tramos que se consideraron precedentemente, proveerá valores diferentes de las relaciones entre láminas.

Para aclarar este concepto se puede desarrollar un ejemplo que ayude en la esquematización. Se puede considerar un conjunto de arcos y nodos (Fig.1) donde la porción de izquierda corresponde a la red física y 1, 2, 3 y 4 indican la derivación (obra) donde efectivamente se midió el agua escurrida. El resultado de la medición es de proveer las cuatro láminas:  $L_1 = 100 \text{ mm}$ ;  $L_2 = 80 \text{ mm}$ ;  $L_3 = 120 \text{ mm}$  y  $L_4 = 60 \text{ mm}$ . La información más directa que se puede extraer desde estos cuatro números es el conjunto de cocientes.

$$g_{12} = \frac{L_2}{L_1} \quad ; \quad g_{13} = \frac{L_3}{L_1} \quad ; \quad g_{14} = \frac{L_4}{L_1} \quad (2)$$

Los tres coeficientes de transferencia  $g_{12}$ ,  $g_{13}$  y  $g_{14}$  proporcionan una información normalizada sobre el funcionamiento de la red y permiten calcular las láminas llegadas a las cabeceras 2, 3 y 4.

De esta manera como se ve en la Fig. 1 (derecha), se construye una nueva red equivalente, que aunque si bien no coincide exactamente con la red existente, guarda con aquellas una similitud muy importante. Las relaciones entre las láminas en las cabeceras 1, 2, 3 y 4 son iguales a la estructura misma de la red equivalente, esto es producido por la metodología de medición de caudales en la red. Es preciso aclarar esta afirmación con un ejemplo.

Supóngase que el nodo 1 sea la cabecera de un canal primario, y 2 y 3 de canales secundarios (ramas). Supóngase además, que los datos de campo permiten evaluar dos diferentes relaciones entre láminas del estilo  $g_{ij}$  como en la Fig. 1. Entonces el canal primario, con cabecera en 1 desaparece para dejar en su lugar dos arcos, o canales ficticios 1-2 y 1-3 del estilo canal-rama. Como en 4 se puede construir un modelo de funcionamiento de la red física, aprovechando una red equivalente y volcando en ella la información extraída de los datos de campo.

El esquema de esta construcción de red equivalente y de la utilización de las ecuaciones encontradas en los análisis de los datos de campo, corresponde a la Fig. 2. El esquema permite expresar más directamente como al volcar en ésta una ecuación del estilo  $g_{ij}$  ( $q, d$ ) se produce un tramo equivalente en la red que establece la conexión entre la cabecera de canal y una cabecera de rama.

De acuerdo con ese esquema se puede ajustar a los datos relaciones del estilo canal-grupo de hijuelas (polígonos), entonces la red equivalente que se logra definir aparece en la Fig. 3. Para el distrito del río Tunuyán el mejor detalle y calidad de los datos de campo permitieron determinar relaciones entre láminas para cada rama, y a nivel rama-hijuela, para distintos grupos de hijuelas.

#### 4.1. Relaciones de equivalencia entre la red física y la real

El planteo de la equivalencia entre la red física y su esquema se mostró de una manera descriptiva en el párrafo 4.

Según la Fig. 1, los volúmenes  $V_2$ ,  $V_3$  y  $V_4$  son entregados por la red física a las tres ramas: 2, 3 y 4. La red equivalente entrega a las mismas ramas las láminas  $L_2$ ,  $L_3$  y  $L_4$ . Cuando  $A_2$ ,  $A_3$  y  $A_4$  sean las áreas regadas por las tres ramas, los volúmenes correspondientes se pueden encontrar como:

$$L_2 A_2 = V_2 \quad ; \quad L_3 A_3 = V_3 \quad ; \quad L_4 A_4 = V_4 \quad (3)$$

Es también evidente que las relaciones entre láminas permiten calcular los volúmenes desde la lámina  $L_1$  en cabecera de canal:

$$g_{12} L_1 A_2 = V_2 \quad ; \quad g_{13} L_1 A_3 = V_3 \quad ; \quad g_{14} L_1 A_4 = V_4 \quad (4)$$

Entonces el esquema de la Fig. 1 (derecha) es equivalente a la red física en el sentido de entregar los mismos volúmenes.

Se puede también demostrar que el esquema es equivalente en el sentido de quedar caracterizado por la misma eficiencia de la red física, según las definiciones del ICID la eficiencia de la red de escribirá:

$$e = \frac{V_2 + V_3 + V_4}{V_1} \quad (5)$$

por otro lado la eficiencia del esquema sería:

$$e = \frac{(g_{12} A_2 + g_{13} A_3 + g_{14} A_4)}{A_1} \cdot \frac{L_1}{L_1} \quad (6)$$

donde se utilizó la ecuación (4). La ecuación (6) se puede escribir:

$$e = \frac{g_{12} A_2 + g_{13} A_3 + g_{14} A_4}{A_2 + A_3 + A_4} \quad (7)$$

y entonces queda probado que el esquema es también equivalente a la red en el sentido de quedar caracterizado por la misma eficiencia.

## 5. RESULTADOS DE EVALUACIONES OBTENIDAS EN ARGENTINA

### 5.1. Primeras evaluaciones

Las primeras evaluaciones realizadas siguiendo el método descrito anteriormente permitieron obtener una serie de datos que diagnosticaron la situación en los distritos regados más importantes de Mendoza. Los valores obtenidos son eficiencias técnicas, que muestran el área en un determinado momento del ciclo hidrológico.

Se evaluó la eficiencia de uso externa EUE, la interna EUI y la zonal EUI en las áreas regadas por los ríos Mendoza y Tunuyán. En el primer caso se midieron ocho canales con sus derivaciones sumando una superficie regada de 38.262 ha; y en el segundo se midieron diez canales principales con una superficie bajo riego de 62.854 ha.

Además de la red externa se estudió 160 propiedades en el área regada por el río Mendoza y 260 propiedades en el río Tunuyán Medio. En dichas evaluaciones se usó una encuesta especial diseñada por el INCYTH. En ellas, además de las medidas de las eficiencias de la finca se evalúan las eficiencias de los equipos de bombeo y los elementos que intervienen en la producción de los cultivos.



El cuadro 1 da los valores de eficiencias para las dos áreas de estudio.

Los resultados mostrados en el cuadro 1 para dos distritos de riego de la provincia de Mendoza indican que en general las eficiencias zonales son bajas y están de acuerdo con las condiciones operativas del riego en la región.

Observando las pérdidas externas se concluye que estas son más bajas en el distrito del río Mendoza que en el Tunuyán. Se piensa que esto es debido a que el primero no posee un dique de embalse que permita una adecuada entrega del agua.

Con respecto a la eficiencia de uso interna o de la finca, los valores encontrados demuestran las mismas tendencias que las externas. En general la influencia del dique de embalse determina valores más elevados para el Tunuyán que para el río Mendoza.

Es interesante destacar la influencia del uso del agua subterránea en ambos distritos.

En el primero los valores medidos de eficiencias son los mismos para ambos recursos, parece que el uso de agua subterránea tiene las mismas variantes que las del agua superficial.

CUADRO 1: EFICIENCIA DE USO DEL AGUA EN MENDOZA

1. <u>EFICIENCIA DE USO EXTERNO (EUE) %</u>					
Río Mendoza:	1ª/R	3ª/1ª	Bo/3ª	Bo/1ª	Bo/R
	78	76	85	65	53
Río Tunuyán:		3ª/1ª	Bo/3ª	Bo/1ª	
		74	90	64	
2. <u>EFICIENCIAS DE USO INTERNO (EUI) %</u>					
Río Mendoza:	<u>Agua Superficial</u>		<u>Agua Subterránea</u>		
	53		53		
Río Tunuyán:	<u>Agua Superficial</u>		<u>Uso Conjunto</u>		
	78		<u>A.Superficial</u>	<u>A.Subterránea</u>	
			61	64	
3. <u>EFICIENCIAS DE USO ZONAL (EUZ) %</u>					
Río Mendoza :	30				
Río Tunuyán :	39				

Ref: R : río , 1ª canal primario , 3ª canal terciario  
Bo : bocatoma de la finca

Por el contrario en el segundo análisis. Cuando se hace un uso conjunto baja la eficiencia interna. Esto se produce en aquellas propiedades en que se manejan ambos recursos. Parece que en estos casos la disminución de la eficiencia del uso del agua superficial está relacionada a las láminas que se aplican usando el agua subterránea. En general parece que el intervalo entre riegos y de lámina de reposición están más vinculados al recurso subterráneo que al superficial.

Los valores obtenidos de eficiencia zonal indican la forma de uso del recurso de manera regional. Los resultados obtenidos son la consecuencia de promedios ponderados por la superficie de influencia en el río Tunuyán.

Esto es más notable en el río Tunuyán en donde, se bien el uso interno da valores del 78%, la mayor parte de la superficie regada tiene uso conjunto lo que explica que el valor final dé solo un 39%, aunque individualmente se hayan obtenido valores más elevados.

Es importante destacar además que los valores presentados han sido analizados siguiendo las instrucciones de ICID usadas para obtener los datos producidos por la publicación "On Irrigation Efficiencies" de divulgación mundial.

Si bien los resultados aportados por esta experiencia han sido trascendentes por la información suministrada se ha observado que al ser valores estáticos no permiten realizar un verdadero diagnóstico de la situación. Esto es así debido al tiempo transcurrido entre la medida de los datos y su procesamiento y además, debido a que los valores reales son dinámicos.

## 5.2. Elaboración de Modelos

La variabilidad del aporte del agua por medio de los ríos (o embalses) y además la variabilidad del uso por medio del agricultor determinan que los resultados estáticos no tengan una importancia mayor que la meramente informativa.

Debido a ésto para que el diagnóstico de las eficiencias tenga un valor que permita realizar nuevas programaciones debe ser dinámico y permitir de alguna forma que todas las variaciones del uso del recurso puedan ser dimensionadas adecuadamente.

El problema se complica cuando al uso superficial se le suma el subterráneo. Esto es más difícil de evaluar aún cuando el uso del agua subterránea es particular y por lo tanto no queda ningún registro de su participación en el proceso productivo.

Por todo esto la única forma de dinamizar este proceso es el uso de modelos. Será necesario uno externo que indique las pérdidas del recurso en función de la longitud de los canales. Otro interno que indique las pérdidas en relación al cultivo, su profundidad radical, su evapotranspiración y producción esperada (función de producción). Además será necesario vincular al modelo interno con el intervalo de suministro del agua superficial y la superficie que se riegue. También tendrá que dar respuestas en lo que respecta a los módulos o láminas de manejo usadas por el agricultor que son distintas según el cultivo que se trate.

El grado de prolijidad desarrollado en la medida de todos estos parámetros determina la posibilidad de contruir un modelo que realmente indique a nivel zonal, el uso del recurso hídrico. Esto permite además tomar decisiones para mejorar el manejo del recurso a nivel global debido al enorme caudal de información que se puede generar por medio del modelo.

Teniendo en cuenta esta filosofía es interesante describir la experiencia realizada en el área del río Tunuyán en Mendoza-Argentina. En esta zona se decidió la realización de modelos de uso del agua que permitieran diagnosticar adecuadamente para cualquier circunstancia histórica el comportamiento del uso del agua a nivel regional.

La realización de estos trabajos determinó la organización de comisiones técnicas de campo, debidamente entrenadas para medir los caudales en diferentes épocas del año y en las distintas ramificaciones de la red de riego.

De igual manera fue necesario entrenar a técnicos que estudiaran la problemática del uso del agua a nivel de propiedad. Para ello se puso a punto una metodología de evaluación que por medio de una encuesta valoriza los parámetros físicos que intervienen en la dinámica del uso del agua.

La zona regada por el río Tunuyán Medio en la provincia de Mendoza-Argentina, en donde se realizó este estudio usa el agua superficial y subterránea de manera indiscriminada. Debido a la falta de un ordenamiento legal se complementa el recurso superficial o subterráneo según sea necesario. Debido a ésto se pensó en el desarrollo de un modelo que además de posibilitar el conocimiento de la pérdida del agua superficial permitiera optimizar el uso de ambos recursos.

Según se sabe, la pérdida de la red de riego es mayor en la medida que se incrementa la longitud del canal. De igual forma la extracción de agua subterránea aumenta hacia la periferia del área regada.

Como las pérdidas no son exactamente proporcionales y tampoco lo son las profundidades de bombeo, existen lugares en donde debe ser más económico bombear que recibir agua superficial.

Esto es así debido a que si bien el agua superficial no se paga por volumen consumido, sino por conseción de uso (canon), en la medida que la cantidad total recibida es menor que la necesaria, por las pérdidas del sistema, el costo del agua por unidad usada se incrementa. A tal punto puede llegar esto que en algún momento es más económico usar el agua subterránea que la superficial.

Teniendo en cuenta este análisis se estructuró un modelo zonal que señalara para diferentes alternativas de eficiencia de uso, las áreas en donde puede ser usado uno u otro recurso con una mayor ventaja según el régimen de pérdidas detectado.

En relación con esta filosofía se trazaron nuevos objetivos para estudiar el área media del río Tunuyán. Estos fueron los siguientes:

1. Conocer el régimen de pérdidas de la red de riego del área para mejorar su manejo.
2. Evaluar el mecanismo de uso del agua en el interior de la finca en función del caudal que llega a ella.
3. Elaborar un modelo de operación del área que permita mejorar la entrega y aprovechar mejor el agua.
4. Generar un modelo de optimización para usar más eficientemente el recurso hídrico superficial y subterráneo.

Debido a que localmente no había experiencia en esa actividad se firmó un convenio con el Instituto Italo Latinoamericano para que proporcionara matemáticos especializados en Recursos Hídricos.

Los dos modelos, es decir el de operación y el de optimización, permiten aprovechar en su totalidad los datos obtenidos por el INCYTH en el área piloto de estudio.

La zona afectada por este estudio tiene su origen en el dique de embalse "El Carrizal", que con una capacidad de  $360 \text{ Hm}^3$  regula el caudal del río haciéndolo constante. A partir del embalse y siguiendo un camino sinuoso llega el río al dique derivador Gobernador Benegas. Este con una capacidad de regulación de  $60 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  reparte el agua por medio de un sistema de compuertas que alimentan al Matriz Reducción (derecha) y al Gran Matriz (izquierda).

Hay solamente 50 kilómetros de canales impermeabilizados y éstos corresponden generalmente a los canales primarios. La red de canales secundarios y terciarios hasta nivel de finca es de tierra.

Debido a la presencia del dique de embalse el funcionamiento de los canales es continuo, se cambia el caudal una vez cada 15 o 20 días y el escurrimiento es programado anticipadamente en función de la demanda estimada y del stock de agua en el dique. La red de canales terciarios funciona con turnado.

### 5.2.1. Ecuaciones constitutivas de la red

A través del análisis estadístico de los datos de aforo en la red se logró ajustar ecuaciones a los valores de cocientes entre láminas. Estas ecuaciones relacionan el cociente entre láminas, caudal en el dique derivador y la distancia entre cabeceras. El primero de los dos parámetros expresa, en términos generales, la tendencia hacia eficiencias más elevadas al incrementarse la cantidad de agua disponible en la red. El segundo, expresa la relación entre la eficiencia y la estructura de la red. Es interesante señalar la importancia de volcar un valor de distancia entre cabeceras a una ecuación que tiene la siguiente forma:

$$EUE_{ij} = g(a, Q_0, d_{ij})$$

donde: a : conjunto de coeficientes  
 $Q_0$  : caudal en el dique derivador  
 $d_{ij}$  : distancia entre las cabeceras i y j

Para cada  $d_{ij}$  se genera un arco de la red equivalente, afectado por una relación entre láminas EUE. La generación de la red equivalente se produce entonces en la misma etapa de determinación de cada distancia entre cabeceras. Según se adelantó, los coeficientes a, se pueden determinar por medio del análisis estadístico de valores medidos de EUE y  $Q_0$ , las distancias  $d_{ij}$  se deben determinar desde un mapa de la red.

Las ecuaciones encontradas son las siguientes:

#### 1) Canal-Rama:

$$RCR = (4,72 + D_{CR} \cdot (-0,02 + 0,00014 \cdot Q_0))$$

#### 2) Rama-Hijuela :

$$RRH = (4,44 + 0,2 x_6 + D_{RH} (-0,053 + 0,0004 + Q_0 + 0,03 x_8 + 0,02 x_7))$$

donde:  $x_6, x_7, x_8$  : expresan un código que especifica la combinación de rama e hijuelas

#### 3) Hijuela-Propiedad:

$$RHP = e^{-a \cdot D}$$

### 5.2.2. Modelo interno del riego en la finca

No se pudo establecer funciones como las de arriba, para describir la distribución del agua en la propiedad.

Muy posiblemente la explicación se halle en la aptitud del regante frente a la oferta del recurso hídrico. Aparentemente el manejo del agua a nivel parcelario no incluye la cantidad de recurso entre las variables de decisión. Supuestamente la ausencia de mediciones de ese recurso y la estructura del precio del agua no empujan al regante a manejar más cuidadosamente el recurso. Debido a esta situación hubo que definir algún parámetro de manejo para calcular la cantidad de agua bombeada en el suelo. Este cálculo se puede hacer según el criterio adoptado por el mismo regante, una vez que se establezca el módulo de riego (lámina de manejo DMT).

Bajo la condición que la lámina de manejo (DMT) y el intervalo de riego (ITRI) queden establecidos para una propiedad, se puede calcular la cantidad de agua almacenada en el suelos antes (-) y después (+) de cada riego para cada fracción de la propiedad. Esto permite calcular la lámina almacenada mensualmente en la propiedad (DIATM) y la eficiencia de uso interno (EUI).

La decisión sobre la necesidad de un riego complementario con agua subterránea se puede tomar de acuerdo al valor de déficit de humedad del suelo, que queda después de restar DIATM al requerimiento neto mensual.

5.2.3. Evaluación del costo de agua superficial y subterránea

El costo del agua subterránea fue calculado según las características del acuífero, el nivel dinámico y el aporte por inversión. La relación entre el caudal bombeado y la depresión del acuífero se evaluó a través de los ensayos de bombeo proporcionados por el Centro Regional de Agua Subterránea (CRAS). Los mismos se agrupan según el valor de transmisibilidad T del acuífero y se evaluó una ecuación de regresión entre valores de depresión y del caudal bombeado.

El costo del agua superficial fue evaluado a través del análisis del presupuesto del Departamento General de Irrigación.

La evaluación se hizo a nivel de hijuela, incluyendo los costos de canales primarios y secundarios que pertenecían a cada hijuela. Los coeficientes de costo, agregados por nodo terminal, se utilizaron como independientes del volumen y unitarios por hectárea. De esa manera la estructura de la tarifa refleja más el manejo presupuestario de la red de riego.

5.2.4. Problemas de optimización en una red de riego

En este caso de estudio se ha buscado superponer el problema de optimización ( es decir la definición de una función objetivo y el procedimiento de resolución) sobre un modelo de simulación que describiera el "funcionamiento" y la "estructura" de la red de riego.

El modelo de operación se ha obtenido usando oportunas esquematizaciones de la red de riego y se ha asociado a la red un grafo en el cual viaja un flujo que tiene el mismo comportamiento que el agua en el sistema de riego. La complejidad y el detalle del grafo dan una medida de la precisión y de la bondad del modelo de operación.

La función objetivo que se planteó es básicamente el costo "C" que pertenece al balance de agua en el perfil del suelo:

$$C = C_s^k A_k + C_B^k V_k$$

donde:

- $C_s^k$  = costo A. Sup/ha, nodo k
- $A_k$  = área regada, nodo k
- $C_B^k$  = costo A. bombeado nodo k
- $V_k$  = volumen bombeado nodo k

- $W_k$  = lámina evapotranspirada
- $e_k^s$  = eficiencia almacenaje
- $f_k^e$  = lámina bombeada
- $e_k^B \cdot (DB/fk)$  eficiencia uso A.Subt.

La función objetivo:

$$C = C_s^k \cdot A_k + C_B^k \cdot \frac{W_k - e_k^s \cdot (f_k^e) \cdot f_k^e}{e_k^B \cdot (f_k^{DB})}$$

Falta evaluar la variabilidad de los coeficientes de costo. El costo de extracción de agua subterránea está directamente relacionado con la profundidad del nivel estático y con la depresión que comprende a un determinado caudal de bombeo. Esta depresión depende de las características del acuífero; por eso el costo unitario del agua subterránea se puede expresar como función de la lámina bombeada.

El costo del recurso superficial se encuentra básicamente relacionado con la longitud de canales primarios, secundarios y terciarios que llevan el agua hasta la

propiedades. Por eso se tomó como un valor constante por hectárea en cada nodo terminal. Entonces la función objetivo queda expresada como:

$$C = \frac{C_s^k \cdot A_k}{n_m} + C_B^k (f_k^B) \cdot \frac{w_k - e_k^s \cdot (f_k^e) \cdot f_k^e}{e_k^B \cdot (f_k^{DB})} \cdot A_k$$

El problema formulado es minimizar la suma de C sobre todos los nodos terminales, sujetos a las restricciones que reflejan los requerimientos de cada nodo terminal, las capacidades de conducción y las restricciones de continuidad sobre la red.

### 5.2.5. Resultados del modelo de operación

Según se aclaró en el párrafo 5.2. el modelo de operación de una red de riego se puede usar para determinar el patrón de láminas a entregar.

Los resultados que se discuten aquí en forma de mapas se refieren a unos 20 nodos del esquema. La elección de los puntos se realizó con un criterio gráfico.

En las Fig. 3.1 y 3.2 se encuentran valores de relaciones entre láminas (DIATM/DR), donde DR es la lámina derivada a nivel de dique, para el mes de octubre el caudal mínimo observado en este mes  $Q_{\min}$ . El valor de arriba en el corchete es para DINT, abajo para  $DINT_{\min}$ . De acuerdo a los resultados de esta figura resulta evidente que en las áreas más alejadas del dique, se puede llegar a almacenar el 10-15% de la cantidad de agua derivada. Resulta interesante la comparación entre los resultados en Fig. 3.3 ( $Q_{\min}$ ) y los que se encuentran en la Fig. 3.4.

En la Fig. 3.4 la única diferencia es el caudal derivado, que en este último cálculo se puso igual al valor máximo observado  $Q_{\max}$ .

Como se puede ver el valor de (DIATM/DR) no varía mucho, es decir el efecto de DINT es mucho más importante que la mayor disponibilidad de agua. Hay que subrayar que este resultado es debido al esquema rígido de turnado que se aplica.

La comparación entre varias combinaciones de caudales Q y láminas de manejo DINT se puede también presentar con el valor de costo total necesario para asegurar el abastecimiento de agua superficial y agua subterránea. En el cuadro 2 se encuentra el valor del costo total para octubre y enero, para un caudal máximo, mínimo y medio con DINT,  $DINT_{\min}$  (oct.) y  $DINT_{\max}$  (ene.). Con caudales bajos ( $Q_{\min}$ ) se riega casi exclusivamente con agua subterránea y el valor de DINT no es importante. Sin embargo una gran disponibilidad de agua superficial permitiría regar con un costo mucho más bajo, si la lámina de manejo DINT fuese adecuada. El cuadro 3 muestra las diferentes alternativas de EUZ según se programen los caudales del dique o las láminas en la finca. Estos resultados indican de que manera se puede programar la entrega pensando en un uso más eficiente del recurso.

### 5.2.6. Resultados del modelo de optimización

Al evaluar los resultados encontrados por el procedimiento de optimización, la inquietud obvia cae sobre la factibilidad de la solución encontrada. El modelo de optimización calcula las soluciones óptimas para todo caudal menor de la capacidad máxima del tramo de ingreso a la red.

Sin embargo queda también identificado el caudal óptimo, es decir, aquel valor que corresponde al mínimo absoluto de la función de costo óptimo. El cálculo se hace para cada mes de la temporada de riego y el caudal óptimo se puede comparar al caudal medio observado.

Toda la información presentada hasta ahora tal vez nos facilita una impresión sintética de los resultados. En cierto sentido se puede decir que en cada nodo hay tres casos posibles:

- a) riego con agua del río;
- b) con agua subterránea;
- c) uso conjunto de los dos recursos

Al volcar en un mapa cual es el caso que se aplica en cada nodo, se puede trazar un mapa del área de "turno exclusivo", "bombeo exclusivo" y "uso conjunto".

En la Fig. 4 se encuentra la comparación entre optimización (a la derecha) y operación (a la izquierda) para  $Q$  y  $DINT$  (arriba) y para  $Q$  y  $DINT_{\min}$  (abajo). Sobresale la reducción en el área de uso conjunto entre la situación actual y la optimizada, mientras aparecen áreas de "bombeo exclusivo".

El manejo óptimo del distrito requiere que el área de uso conjunto se reduzca lo más posible. Este resultado es debido a la rigidez del esquema de turnado y a las láminas de manejo que son muy elevadas. Es preciso subrayar que la ubicación de las áreas que pertenecen a cada tipo de uso varía entre octubre y enero.

Esto implica que la entrega de agua hay que planificarla mes por mes. Es también evidente que sería más fácil llevar a la práctica la solución optimizada si la administración del recurso superficial y subterráneo perteneciera al mismo organismo. De esta manera sería posible abastecer las áreas más alejadas del dique con agua subterránea. El canon de riego sería parecido al actual pero el organismo responsable de la entrega de agua podría recaudar el 100% del canon de riego, a cambio de un abastecimiento total.

La variación de las áreas de uso "conjunto", "turno exclusivo" y "bombeo exclusivo" para todas las alternativas muestra que:

- a) el manejo óptimo del recurso es algo dinámico y relacionado con las características de cada lugar;
- b) la lámina de manejo en el predio, es el parámetro más eficaz en el mejoramiento de la eficiencia de uso a nivel de todo el distrito;
- c) la cantidad de variables a tener en cuenta, el detalle necesario y la variabilidad en el tiempo del plan de entrega, no permiten que éste se establezca sin la ayuda de herramientas como las desarrolladas por la investigación que aquí se presenta.

## CONCLUSIONES

El trabajo aquí presentado ha puesto de manifiesto como se está usando el recurso hídrico en Argentina.

Se ha demostrado que la eficiencia de uso es dinámica, tanto a nivel de la red como a nivel del interior de la finca regada. Su incremento por lo tanto está inculcado al manejo que se haga de la red, como al que se haga al aplicar el agua al suelo. Por todo ello se puede mejorar sensiblemente el uso del recurso aplicando técnicas que traten de diagnosticar en qué sectores del amplio camino que sigue el agua se producen las mayores pérdidas. Los modelos que aquí se han mostrado pueden ser herramientas poderosas para mejorar la entrega en la red y controlar el uso del agua a nivel parcelario.

Luego de todos los estudios realizados a campo, cientos de encuestas de valuación en fincas que se riegan, mapas de la red de riego, estudios de evapotranspiración y productividad, modelos de operación y optimización del uso del agua de riego, se puede decir a nivel de diagnóstico, que la baja eficiencia del uso del recurso hídrico obedece a dos factores fundamentales:

### 1) A nivel regional

Falta de conocimientos modernos en la administración de los recursos hídricos regionales.

Los organismos actuales con su pesada carga burocrática no dan respuestas valederas al cambio que se ha operado en el uso de los recursos hídricos regionales. No tienen la capacidad de interpretar ni de manejar a nivel de red las verdaderas necesidades del recurso. Esto es debido a que no se han introducido dentro del área regada (campo de los agricultores) para poner orden en la entrega y administración del agua en la red.

### 2) A nivel de finca

Los factores más importantes que se han detectado como desencadenantes de una baja eficiencia de riego a nivel parcelario indican que los agricultores no saben cuándo regar ni cuánto reponer. Esto es debido a que la rígida estructura de entrega del recurso no concuerda con la dinámica del consumo del agua de riego por las plantas.

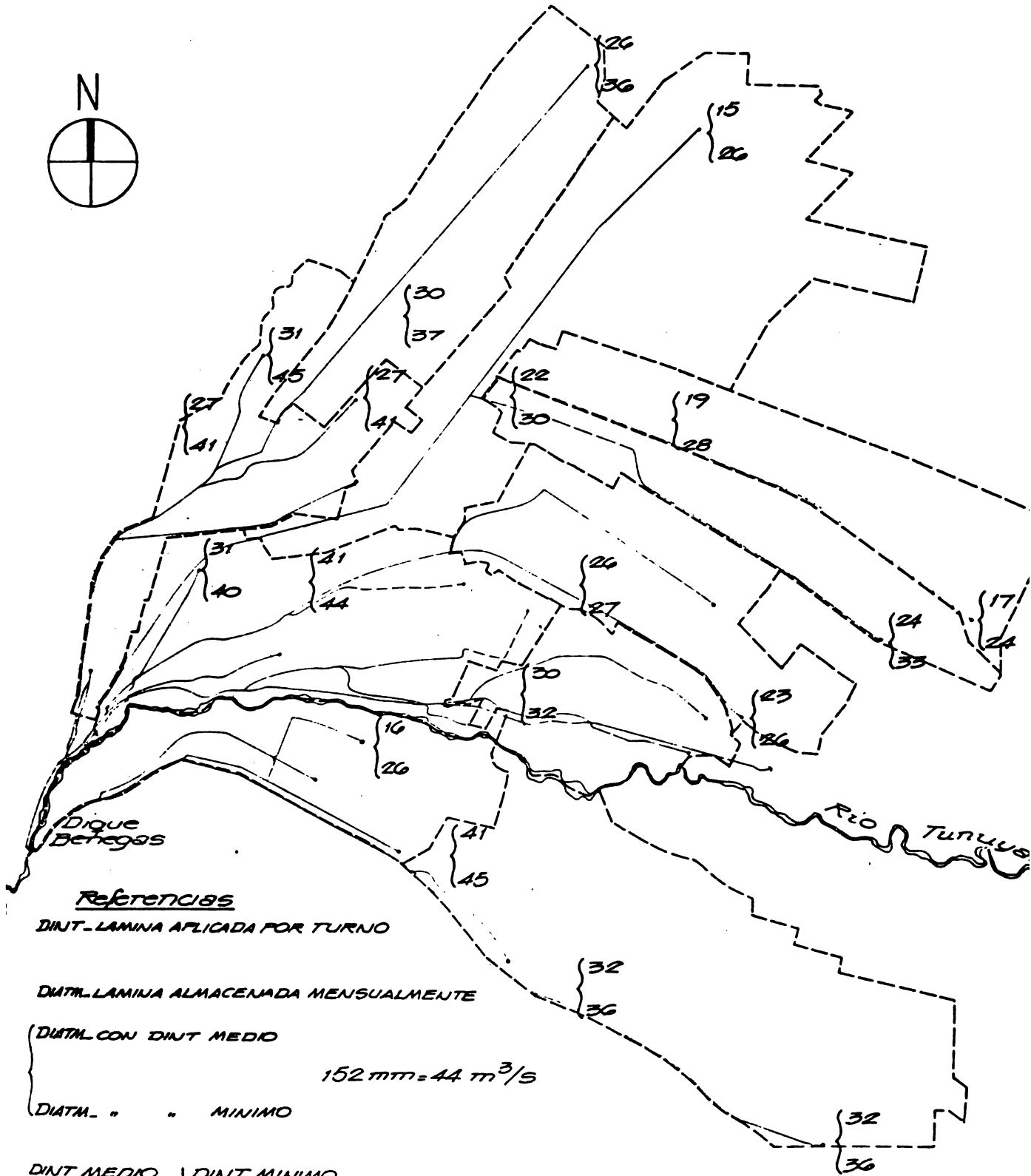
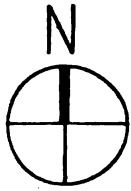
Se deduce además de lo expresado en este trabajo que el desarrollo industrial de los oasis regados pondrá en un serio aprieto el uso del agua por la agricultura. En la medida que no se mejore la técnica de aplicación y administración del recurso, la agricultura no podrá competir adecuadamente en eficiencia con la industria. Para solucionar adecuadamente esto será necesario construir modelos de manejo y optimización que permitan ordenar el uso eficiente del agua a nivel de cuenca.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- Bos, M.; J. Nugteren - 1978 - On Irrigation Efficiencies. Publ. nº 19  
Sec. Ed. ILRI. Wageningen-Holanda (140 pág.)
- Chambouleyron, J.; D. Mihajlovich; P. Marchevsky - 1972 - Evaluación de la eficiencia del uso del agua de riego en el área dominada por el río Mendoza.  
Universidad Nacional de Cuyo-Facultad de Ciencias Agrarias. Mendoza
- Chambouleyron, J. - 1979- Evaluación de la eficiencia de uso zonal del área regada por el río Tunuyán, Mendoza. INCYTH-CRA, Mendoza
- Chambouleyron, J; J. Morábito - 1980- Evaluación del uso del agua de riego en fincas.  
INCYTH-CRA. Mendoza
- Chambouleyron, J. et al - 1982 - Evaluación y optimización del uso del agua en grandes redes de riego. INCYTH-IILA. Roma, Italia
- Pizzi, D.; K. Hiramatzu - 1980 - Costos del agua subterránea y superficial en el área regada por el río Tunuyán. Facultad de Ciencias Agrarias-Instituto de Economía. Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza



AMINAS ALMACENADAS EN EL SUELO (mm)  
OCTUBRE. CAUDAL MAXIMO



Referencias

DIAT. LAMINA APLICADA POR TURNO

DIAT. LAMINA ALMACENADA MENSUALMENTE

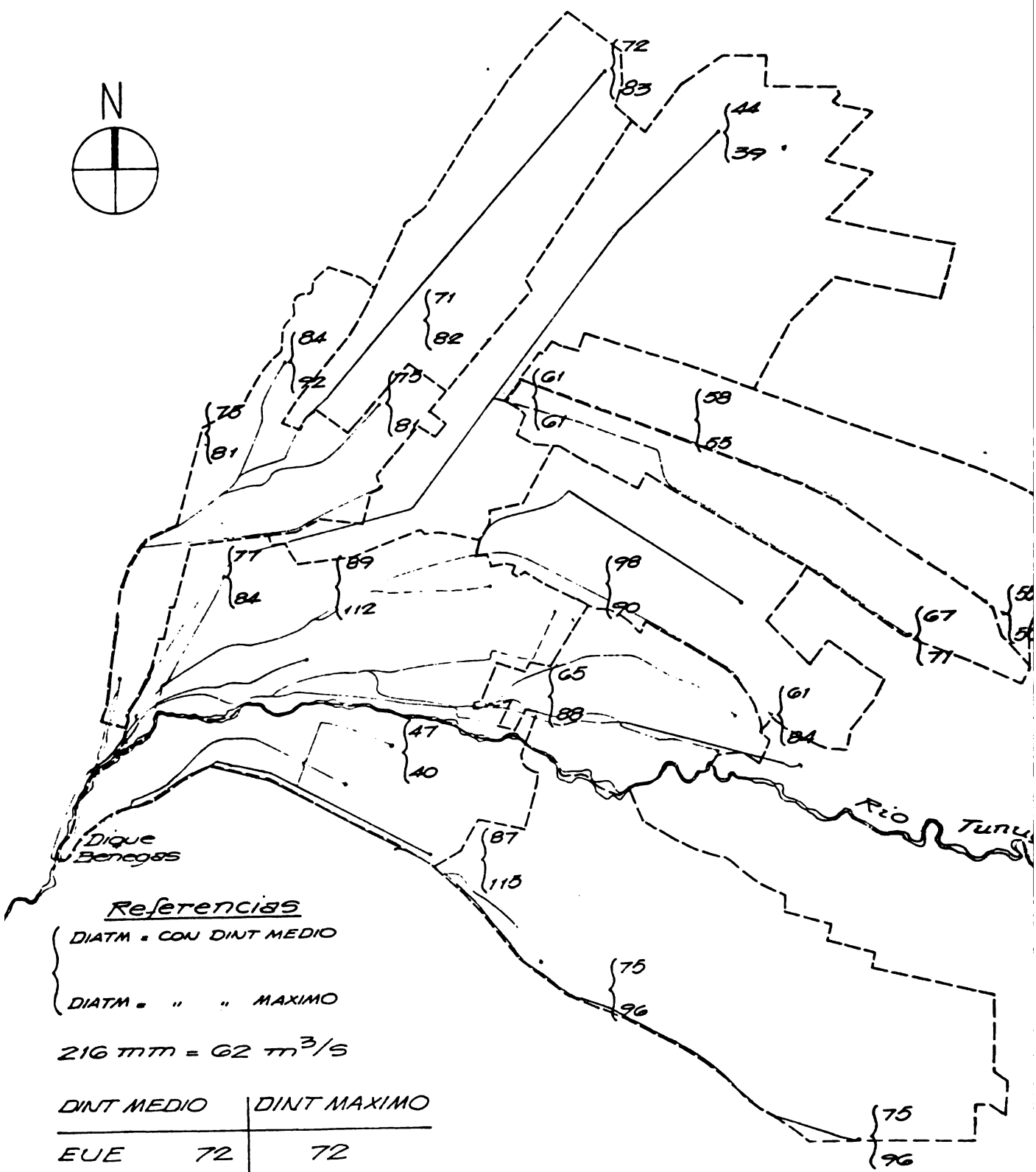
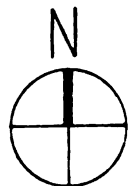
(DIAT. CON DIAT. MEDIO

$$152 \text{ mm} = 44 \text{ mm}^{3/5}$$

DIAT. " " MINIMO

	DIAT. MEDIO	DIAT. MINIMO
EUE	68	68
EUT	25	33
EUZ	17	22
Vol. bomb		

AMINAS ALMACENADAS EN EL SUELO (mtm)  
ENERO - CAUDAL MAXIMO



Referencias

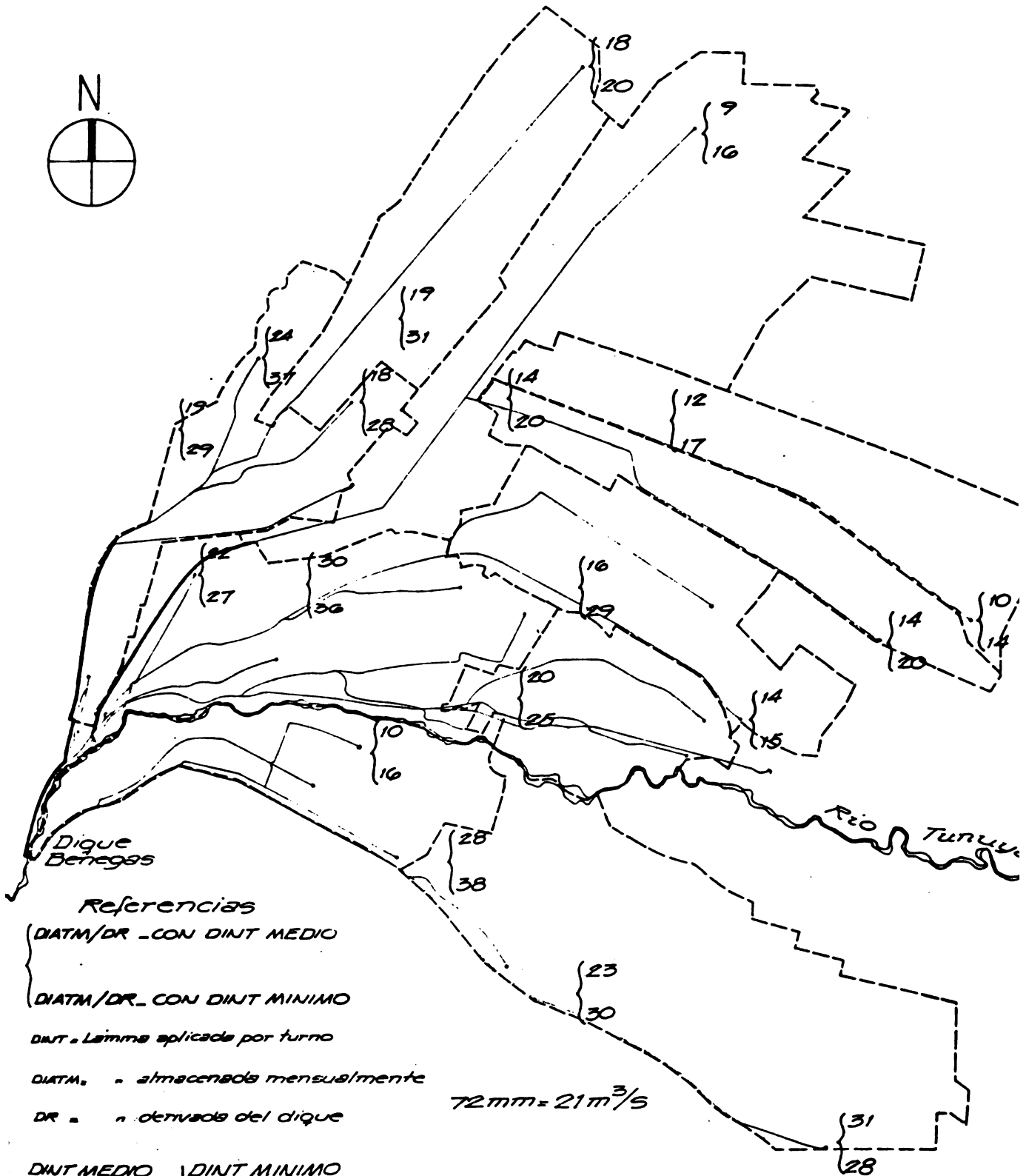
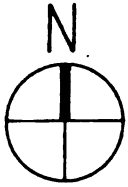
{ DIATM = CON DINT MEDIO  
DIATM = " " MAXIMO

216 mtm = 62 m<sup>3</sup>/s

	DINT MEDIO	DINT MAXIMO
EUE	72	72
EUI	62	49
EUZ	45	35
Vol. bomb (Htm <sup>3</sup> )	31	62

Figura 3.2.

RELACIONES ENTRE LAMINAS PARA DISTINTOS RECORRIDOS (%/6)  
 OCTUBRE - CAUDAL MINIMO (DIATM/DR)



Referencias

(DIATM/DR - CON DINT MEDIO

DIATM/DR - CON DINT MINIMO

DINT = Laminas aplicadas por turno

DIATM = almacenadas mensualmente

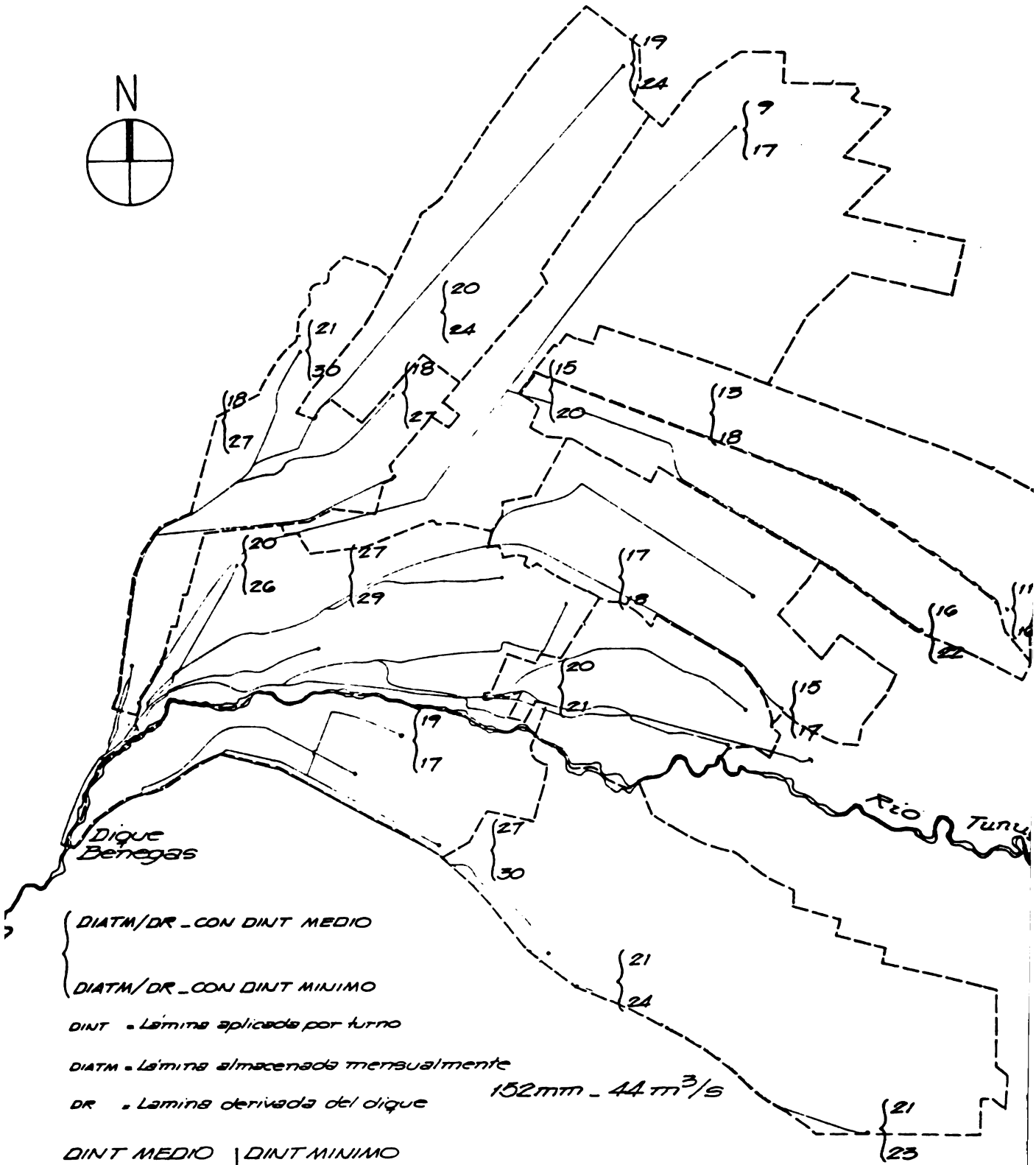
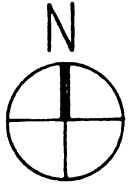
DR = derivadas del dique

$$72 \text{ mm} = 21 \text{ m}^3/5$$

DINT MEDIO	DINT MINIMO
EUE	63
EUI	26
EUZ	16
Vol. bomb.	81
(Hm <sup>3</sup> )	73

Figura 3.3

RELACIONES ENTRE LAMINAS PARA DISTINTOS RECORRIDOS (%)  
 OCTUBRE - CAUDAL MAXIMO (DIATM/DR)



DIATM/DR - CON DINT MEDIO

DIATM/DR - CON DINT MINIMO

DINT - Lamina aplicada por turno

DIATM - Lamina almacenada mensualmente

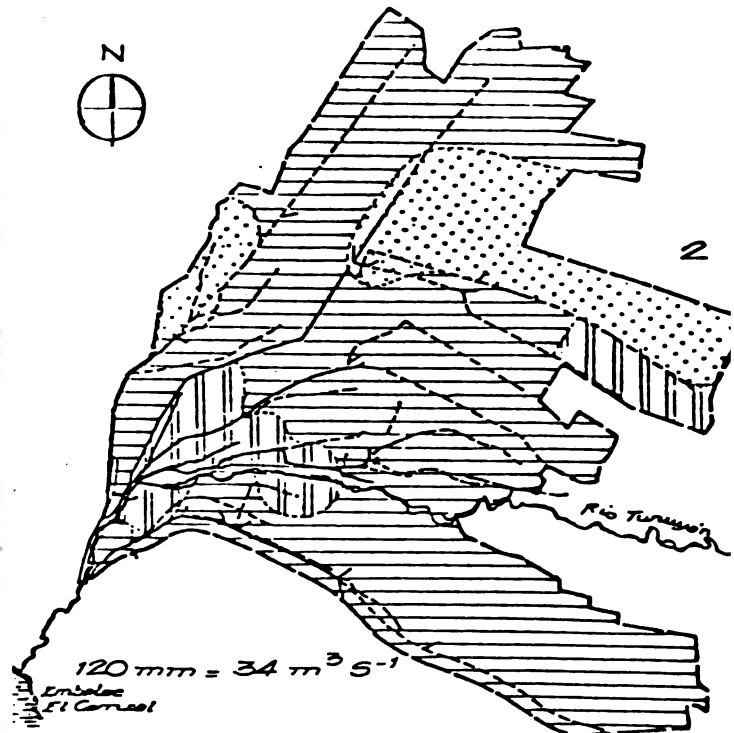
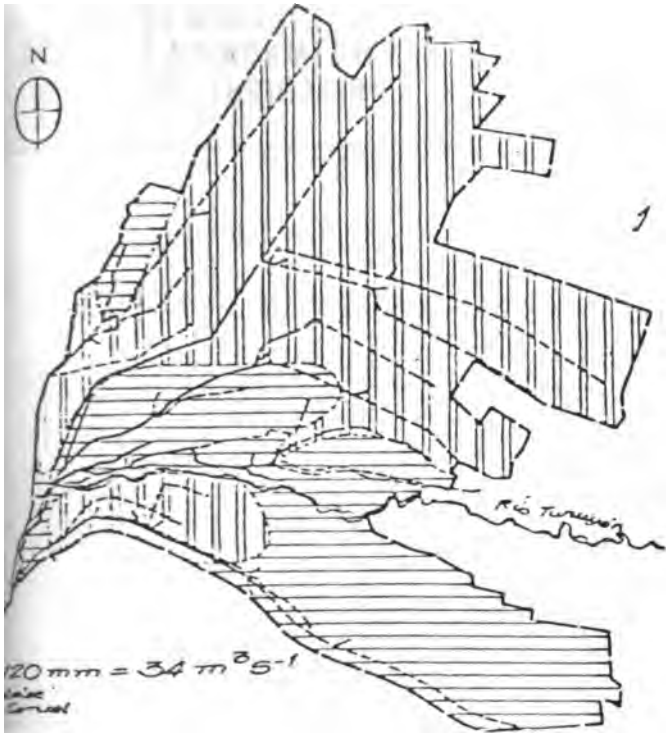
DR - Lamina derivada del dique 152mm - 44 m<sup>3</sup>/s

	DINT MEDIO	DINT MINIMO
EUE	68	68
EUI	25	33
EUZ	17	22
Vol. bomb. (Hm <sup>3</sup> )	30	16

Figura 3.4

Áreas de uso conjunto (operación)  
Caudal medio. DINT medio (Octubre)

Uso del agua - Optimización  
Caudal medio. DINT medio (Octubre)

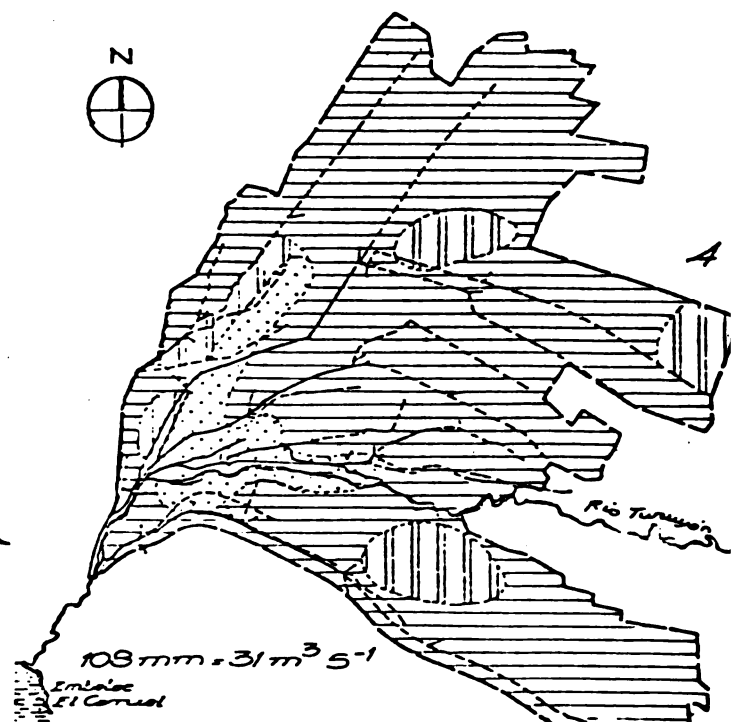
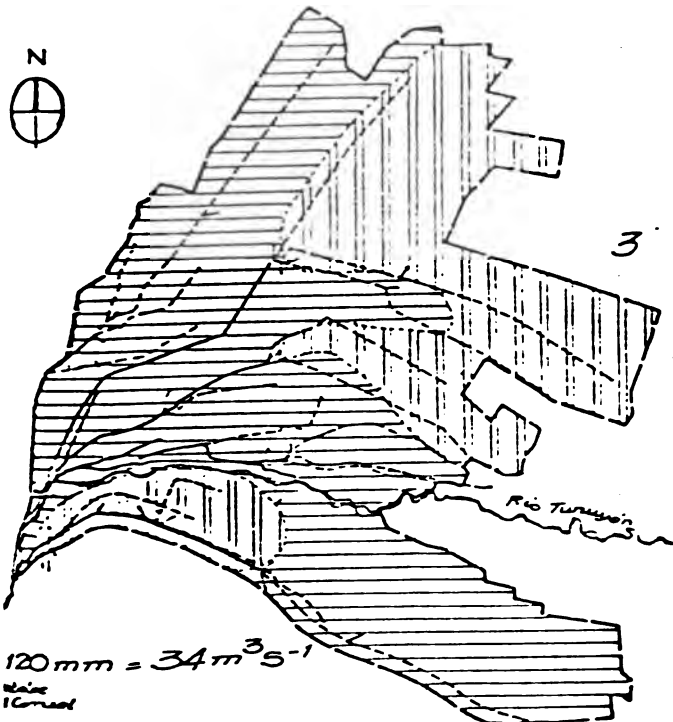


Costo agua sup. = 200.000 (U\$ S)  
" " sub. = 500.000 ( " )

### OPTIMIZACION DEL USO DEL AGUA

Áreas de uso conjunto (operación)  
Caudal medio. DINT mínimo (Octubre)

Uso del agua - Optimización  
Caudal óptimo. DINT mínimo (Octubre)



Costo agua sup. = 200.000 (U\$ S)  
" " sub. = 300.000 ( " )




-  Barrido extenso
-  Uso conjunto
- 

FIGURA 4





**VII SEMINARIO  
LATINOAMERICANO  
DE IRRIGACION**

SANTIAGO DE CHILE, 28 DE NOVIEMBRE  
AL 2 DE DICIEMBRE DE 1983

DOCUMENTO D-11

"LOS TRASVASES DE AGUA ENTRE CUENCAS EN ESPAÑA"

Por: Dr. Ing.Agr. Luis Miralles Galiana(\*)

---

(\*) Inspector Regional del Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario (IRYDA) en Levante.





## LOS TRASVASES DE AGUA ENTRE CUENCAS EN ESPAÑA

---

### I - EL PROBLEMA HIDRAULICO DE LA ESPAÑA PENINSULAR.

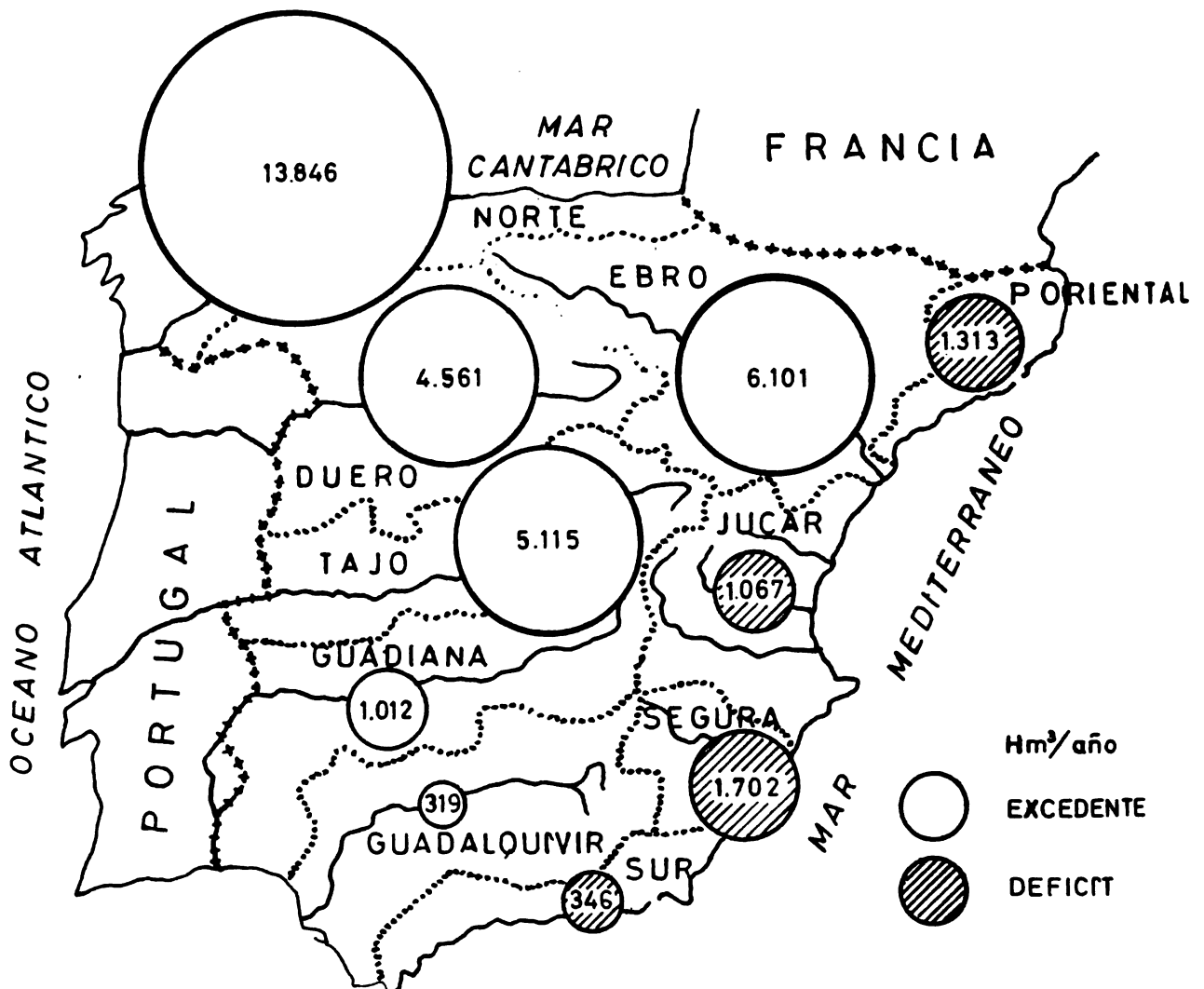
La España peninsular, considerada en su conjunto geográfico, cuenta con recursos hidráulicos superficiales suficientes para hacer frente a las necesidades previsibles a largo plazo, por cuanto la escorrentía/media total, cifrada en 105.823 Hm<sup>3</sup>/año, repartida entre los 494.129 Km<sup>2</sup>. de superficie nacional representa una escorrentía específica de 214 mm., próxima a la media mundial de 240 mm., y con una asignación por habitante de 1.300 m<sup>3</sup>/año, aceptada como techo para un país desarrollado, puede satisfacerse la demanda de una población de 81 millones de habitantes, cifra superior al doble del censo actual español.

En contrapartida, estas halagüeñas perspectivas se ven seriamente truncadas por la irregular aportación de los recursos hidráulicos en el tiempo y en el espacio, irregularidad derivada de un régimen pluviométrico muy variable y fuertemente condicionado por la orografía nacional.

A la irregularidad en el tiempo, tanto a lo largo de un mismo año, como de uno a otro año, se hace frente domando el régimen torrencial de nuestros ríos con la construcción de embalses e hiperembalses, cuya capacidad actual conjunta de unos 40.000 Hm<sup>3</sup>. permite disponer de un volumen regulado medio de 46.500 Hm<sup>3</sup>/año, en régimen de demanda uniforme y de 34.500 Hm<sup>3</sup>/año, en régimen de suministro variable, y si la capacidad de embalse se incrementa, como es posible, hasta los 84.000/Hm<sup>3</sup>. se dispondrá, en el futuro, de un volumen medio regulado de 61.230 Hm<sup>3</sup>/año, con el que se podrá hacer frente a las necesidades de una población de 52 millones de habitantes y de un regadío de 4,3 millones de hectáreas con una dotación media de 7.200 m<sup>3</sup>/Ha. y año, cifras ambas que, en el mejor de los casos, se alcanzarán bien entrado el siglo XXI.

Considerada vencida, con la construcción de nuevos embalses, la irregularidad de los recursos en el tiempo, queda por salvar la irregularidad en el espacio, que se pone de manifiesto en el siguiente cuadro en el que se formula el balance hidráulico para las diez cuencas o regiones hidrográficas en que se divide nuestro país, partiendo para dicha formulación de supuestos y datos que aún sujetos a continua revisión y actualización, por el empleo de nuevas técnicas en la utilización y recuperación de las aguas y realización de estudios hidrogeológicos más precisos, no es presumible sufran cambios significativos que alteren la situación relativa de las cuencas que, así mismo, se representan gráficamente.

Cuenca Hidrográfica	Aportación media Hm <sup>3</sup> . / año	Volumen previsto (Hm <sup>3</sup> /año)			
		Capacidad embalses.	Disponibi- lidades.-	Consumos totales.	Balance
Norte .....	37.210	9.108	15.461	1.615	13.846
Duero .....	15.860	11.550	9.764	5.203	4.561
Tajo .....	10.185	15.345	7.850	2.735	5.115
Guadiana ...	5.048	8.233	2.584	1.572	1.012
Guadalquivir	9.172	7.926	4.313	3.994	319
Sur .....	2.236	1.615	982	1.328	- 346
Segura .....	955	1.153	721	2.423	-1.702
Júcar .....	3.784	4.058	2.404	3.471	-1.067
Ebro .....	18.842	23.813	16.001	9.900	6.101
P.Oriental..	2.531	1.315	1.150	2.463	-1.313
Totales ....	105.823	84.582	61.230	34.704	26.526



El anterior balance pone de manifiesto que el problema hidráulico español estriba en el desequilibrio hidrogeográfico existente entre la vertiente atlántica y la mediterránea, con una localización masiva de recursos en la región Norte para la primera y en la cuenca del Ebro para la segunda, de forma que un 75% de los recursos disponibles vierten al Atlántico, correspondiendo de ellos casi la mitad a la región Norte, y sólo el 25% vierten al Mediterráneo, correspondiendo de ellos más de dos terceras partes a la Cuenca del Ebro, con lo que resulta acumulado todo el déficit a las regiones del litoral mediterráneo que, además, albergar al 30% de la población, presentan el mayor desarrollo industrial y turístico y encierran la máxima potencialidad para la explotación en regadío de sus tierras.

Aún cuando los estudios hidrogeológicos realizados en los últimos años, permiten augurar que con el aprovechamiento conjunto de las aguas superficiales y subterráneas podrán acrecentarse las disponibilidades hidráulicas de algunas regiones de la España seca, y resolverse incluso problemas puntuales de carestía, no es menos cierto que seguirá siendo imprescindible aportar a las regiones deficitarias aguas procedentes de las excedentarias, tanto para cubrir su demanda como para permitir la explotación racional de los propios acuíferos subterráneos, o sea será preciso proseguir la política, ya iniciada, de trasvases como solución física para corregir el desequilibrio hidrográfico nacional.

## - PLANIFICACION DE LOS TRASVASES ENTRE REGIONES HIDROGRAFICAS.

Aceptada como solución indiscutible para corregir la irregular distribución en el espacio de los recursos hidráulicos nacionales el trasvase de agua entre regiones hidrográficas, analizaremos seguidamente la situación y características de cada una de ellas, por cuanto dicho análisis ha servido, y puede servir de base, para la toma de la decisión política de acometer las obras necesarias para el transporte y aplicación de las aguas trasvasadas.

### II.1. Análisis de las cuencas excedentarias.

La región del Norte, que es la gran excedentaria del país, - tener sus recursos casi masivamente concentrados en el Noroeste, sólo puede considerarla como la gran reserva para el futuro, ya que el trasvase de sus aguas a otras cuencas exige la ejecución de obras tan complejas y costosas, que es prudente descartar su inclusión en una primera serie de actuaciones encaminadas a corregir el desequilibrio hidrográfico nacional.

Algo semejante a la región del Norte, pero en cuantía muy inferior, ocurre con la exportación de los excedentes del Duero que, en todo caso, podrían conducirse al río Tajo, integrándose la obra en el esquema general de los trasvases entre cuencas.

La proximidad de las cabeceras de los ríos Tajo y Júcar, y el hecho que pueda realizarse la toma de aguas del primero de los ríos en su curso superior, inmediatamente aguas abajo del complejo de embalses - trepeñas-Buendía, ha determinado que se considere, desde un principio, a

la cuenca del Tajo como la más idónea para trasvasar aguas al Sureste español, sin la pretensión de cubrir su total demanda, ya que el volumen derivable forzosamente ha de quedar limitado a los excedentes reales existentes en el punto de toma, cifrados en un máximo, no superior de 1.000 Hm<sup>3</sup>/año.

El río Ebro, por cuanto presenta abundantes excedentes en su desembocadura, o sea aguas abajo de todos los aprovechamientos existentes, cuenta con una perfecta regulación en su tramo inferior, conseguida con la construcción de los embalses de Mequinenza y Ribarroja, ofrece las condiciones más óptimas para contribuir a la corrección del desequilibrio hidrográfico, máxime cuando son limítrofes con su cuenca las regiones deficitarias: por el Norte, la del Pirineo Oriental y por el Sur la del Júcar seguida, sin solución de continuidad, por la del Segura.

Finalmente, no cabe considerar como posibles cuencas alimentadoras de trasvases hacia regiones deficitarias las del Guadiana y Guadalquivir, por cuanto sus escasos excedentes parece más adecuado sirvan de base al estudio de un aprovechamiento conjunto de ambos ríos.

En resumen, el aprovechamiento mediante un trasvase de los excedentes del Tajo cabe complementarlo con los que procedan del Ebro, prosiguiéndose de esta forma el proceso de corrección del desequilibrio hidráulico nacional que, como ya se anunció hace cincuenta años gravitaba en una primera etapa, sobre las dos cuencas alimentadoras más aptas para el fin propuesto.

## II.2. Análisis de las cuencas deficitarias.

La región del Pirineo Oriental presenta una demanda creciente para abastecimientos humanos y usos industriales, concentrada en los centros fabriles de Barcelona y Tarragona, de forma que, si no se hace frente a esta demanda con aguas transportadas desde el Ebro, su desarrollo industrial quedará frenado o se hará con detrimento de los regadíos existentes. Por el contrario, el trasvase con fines industriales permitirá el pleno desarrollo agrícola regional, ya que la demanda prevista para nuevos regadíos cabe satisfacerla con la recuperación de las aguas demandadas y no consumidas por los abastecimientos a poblaciones y a empresas industriales.

En recientes estudios hidrogeológicos, realizados por especialistas, se mantiene el criterio de que la cuenca del Júcar posee recursos subterráneos en cantidad suficiente para que, considerados globalmente con las superficiales regulables, pueda satisfacerse su propia futura demanda.

Ahora bien, la experiencia adquirida por la explotación intensiva de los acuíferos subterráneos, en especial en las zonas más al Norte y Sur de la región, donde al progresivo descenso del nivel de los acuíferos se unen fenómenos de salinización de las aguas subterráneas, tanto de origen geológico como por intrusión de aguas marinas, nos conduce a considerar como imprescindible, aún admitiendo la autosuficiencia de los recursos, el trasvase de aguas procedente de otras cuencas como único medio de explotar económicamente los propios acuíferos subterráneos.

ando, a efectos de formulación del balance global de recursos, habrá -  
 se considerar que las aportaciones al Júcar liberarán aguas de su --  
 uencia aplicables, mediante el oportuno trasvase, a satisfacer la demanu  
 de las regiones deficitarias más meridionales.

La cuenca del Segura, con sus aguas superficiales prácticamente al  
 íximo de su posible regulación y su potencial en aguas subterráneas -  
 ompensado entre los acuíferos sobreexplotados y los de posible nueva -  
 plotación, seguirá presentando una demanda no satisfecha aplicable, en  
 mayor cuantía, al desarrollo agrícola y a la que habrá que hacer -  
 ente una vez se consiga la maduración de los regadíos beneficiados -  
 or las grandes obras hidráulicas, ya ejecutadas y actualmente en serviu  
 o, del Trasvase Tajo-Segura.

Finalmente, la cuenca del Sur de España presenta su más acusado -  
 oblema de déficit en recursos hidráulicos en su zona más oriental y -  
 mítrofe con la cuenca del Segura, donde los altos rendimientos conse-  
 idos con los cultivos forzados ha llevado a una sobreexplotación de -  
 s acuíferos subterráneos que pone en peligro la supervivencia de la -  
 an riqueza creada.

Las obras de regulación, ya iniciadas, de sus torrenciales ríos y  
 considerar la zona, a efectos de trasvases, como una continuación de  
 cuenca del Segura, puede constituir la base para la solución defini-  
 va del problema en un plazo no excesivamente largo.

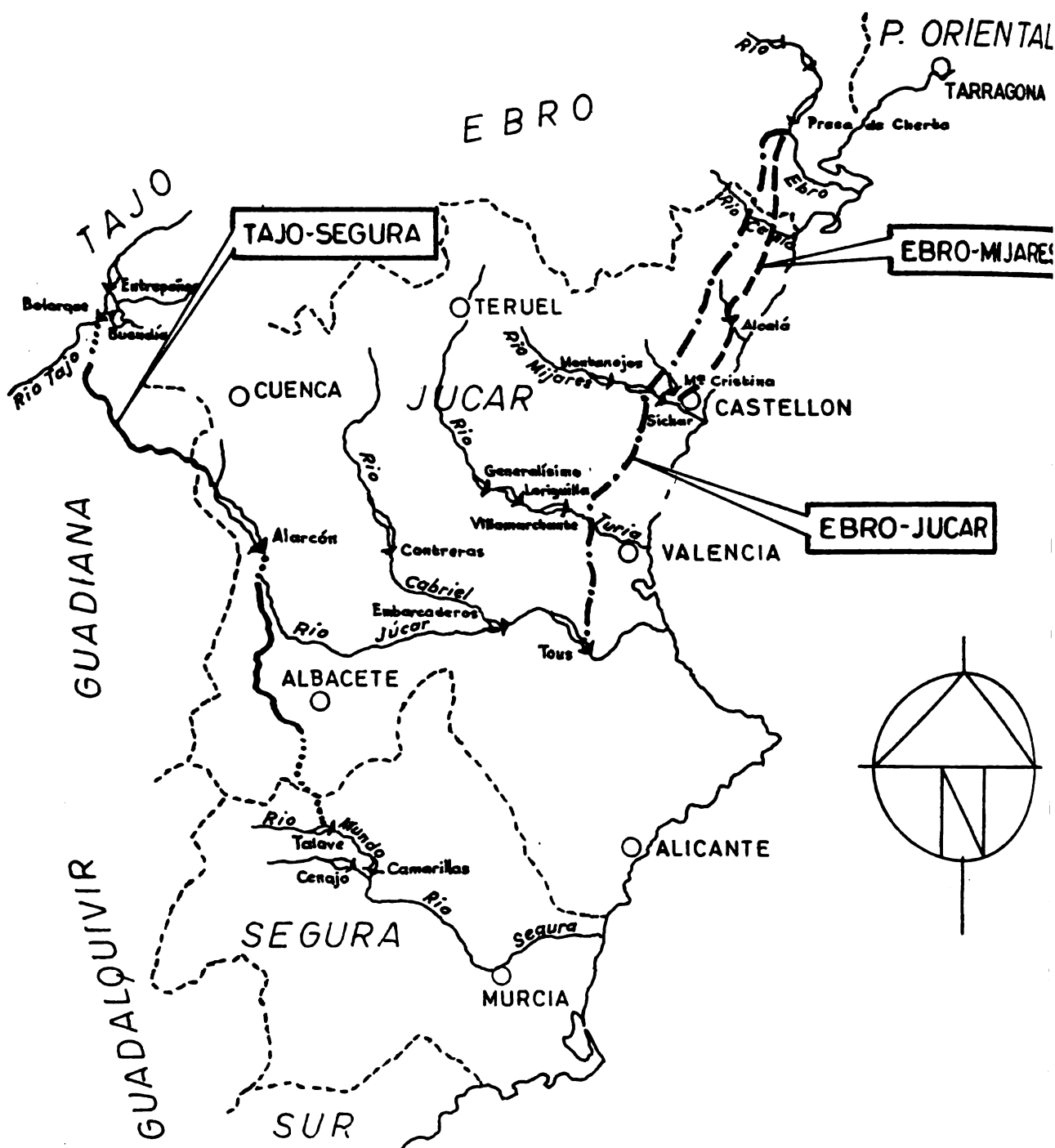
En resumen, del análisis efectuado se deduce :

- 1.- El Trasvase de aguas al Pirineo Oriental, necesariamente pro-  
cedente del Ebro, tiene un carácter marcadamente industrial.
- 2.- Los trasvases al Júcar son imprescindibles, ya que aún acep-  
tando la hipótesis de que las necesidades de la cuenca queden  
óricamente cubiertas con sus recursos propios, éstos no pueden explo-  
rse racionalmente sin la aportación de caudales externos que, en defi-  
tiva, liberarían recursos hoy no explotados del Júcar, cuyo destino -  
puede ser otro que el de satisfacer las demandas de las zonas defici-  
rias más meridionales de España.
- 3.- La cuenca del Segura, complementada con la zona oriental de -  
la región hidrográfica del Sur, constituye la unidad territo-  
al más deficitaria, y con más fuerte demanda de carácter agrícola, de  
España peninsular.

Con el Trasvase Tajo-Segura, limitado en su explotación actual e -  
mediata a 600 Hm<sup>3</sup>/año y que en ningún caso podrá superar los 1.000 -  
3/año, se viene haciendo frente al desarrollo de planes de transforma-  
ón y mejora de regadíos circunscritos a las áreas más adecuadas para/  
aplicación de los recursos disponibles, cuya ampliación territorial/  
lo podrá conseguirse con la aportación de nuevos caudales procedentes  
l Ebro y empleando, por razones tanto hidráulicas como geográficas, -  
mo cuenca intermedia la del Júcar.

### II.3 Esquema de los trasvases de aplicación agrícola.

Abstracción hecha, por su carácter industrial, del Trasvase Ebro-Pirineo Oriental, el aprovechamiento de los excedentes del Tajo Ebro, con fines prioritariamente agrícolas, en las regiones del litoral mediterráneo, ha de basarse en los tres Trasvases que, esquemáticamente se representan en el siguiente gráfico y de los cuales, se encuentra a servicio el Trasvase Tajo-Segura, parcialmente construido el Trasvase Ebro-Mijares y en fase de revisión de los estudios previos el Trasvase Ebro-Júcar.



## II - EL TRASVASE TAJO-SEGURA.

### III.1. Antecedentes.

La idea del trasvase de las aguas de unos ríos españoles a otros, como tantas ideas en nuestra Patria, se intenta materializar, por primera vez, en el siglo XVIII. En la provincia de Granada existen vestigios de la iniciación de las obras de un canal que, bajo el reinado de Carlos III, se proyectaba construir para desviar las aguas del Castril y Guardal, de la cuenca del Guadalquivir, hacia el río Guadalentín, afluente del Segura. Además de aportar agua de riego al Campo de Lorca, parece ser que con este trasvase se pretendía, primordialmente, aproximar, por un medio de transporte en aquel entonces más rápido y económico, al puerto de Cartagena, la madera de los pinales de la Sierra de Cazorla, con la que armar los buques de la Escuadra Real.

Ahora bien, el concepto del Trasvase como medio corrector del gran desequilibrio hidráulico que, por imperativo geográfico, existe entre la vertiente atlántica española y la levantina del Mediterráneo, se hace público, por vez primera, en la conferencia que pronunció Don Manuel Lorenzo Pardo en Alicante, el día 26 de febrero de 1.933, bajo el título "Las directrices de una política hidráulica y los riegos de futuro". En esta conferencia Lorenzo Pardo expone su idea genial de trasvasar agua de las cabeceras de los ríos Tajo y Guadiana al Júcar, y de éste a los restantes ríos de la vertiente mediterránea del sudeste, como única solución para incrementar, al máximo, el potencial agrícola de Valencia, satisfacer las apremiantes necesidades de agua de las zonas regables de Alicante y Murcia y redimir de su secular miseria a las tierras reseca de Almería.

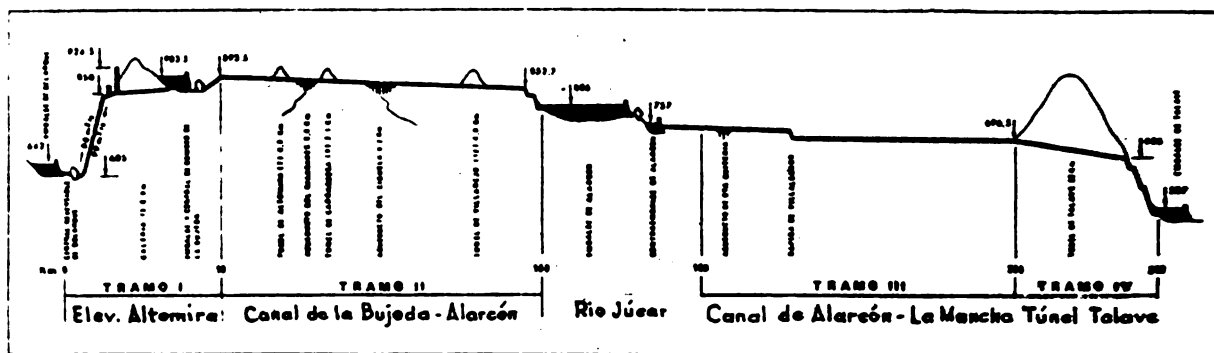
Contrastada con datos más exactos y minuciosos estudios la posibilidad del trasvase, el Gobierno de la Nación resuelve acometer, a finales de 1.967, la obra del Acueducto Tajo-Segura que, una vez vencidas todas las dificultades encontradas en su ejecución, entró en funcionamiento a lo largo del año 1.979, habiendo aportado a la cuenca receptora los siguientes volúmenes de agua, en un periodo de tiempo caracterizado por la extrema sequía que padece nuestro país :

Año 1.979	.....	38.817.874	m3.
" 1.980	.....	88.793.123	"
" 1.981	.....	205.164.083	"
" 1.982	.....	223.939.367	"
<hr/>			
Total	.....	556.714.447	m3.
<hr/>			

### III.2. Reseña de las obras de conducción.

La estructura básica del trasvase es el Acueducto Tajo-Segura, que enlaza el embalse de Bolarque, punto de confluencia de los caudales del Tajo y de su afluente el Guadiela, regulados por los hiperembalses de Entrepeñas y Buendía, con el embalse de Talave, situado en el río Mundo, afluente del Segura.

## Perfil del acueducto.



### Datos generales de la obra :

Recorrido total de las aguas .....	292	Km.
Longitud total de las obras .....	242	Km.
Conducción en tubería .....	1	Km.
Conducción en canal a cielo abierto .....	172	Km.
Conducción en túnel .....	58	Km.
Conducción en acueducto .....	11	Km.
Caudal en régimen .....	33	m <sup>3</sup> /sg.
Volumen anual .....	600	Hm <sup>3</sup> .

Como características más singulares de la obra cabe resaltar las siguientes :

- En el Tramo I - Elevación de Altomira, se ha instalado la primera central reversible de España, con una potencia total de 20 MW, incorporando de esta forma a la función primaria de elevación del caudal de trasvase, la función subsidiaria de producción de energía en horas punta.
- En el Tramo II, constituyen verdaderos records en su género los acueductos para el paso de los ríos Riansares y Cigüela, cimentados en terrenos difíciles y soportados por pilares de hasta 50 m de altura.
- El embalse de Alarcón, en el río Júcar, por su alta capacidad de regulación, es un elemento clave en el trazado de la conducción, pese a que el Trasvase sólo lo utiliza como trayecto de las aguas reduciendo en unos 50 Km. la longitud de la obra de canalización.
- El Tramo III utiliza, en su origen, el túnel del salto de El Picazo de la empresa concesionaria Hidroeléctrica Española, lo que ha permitido posponer la construcción de un nuevo túnel en tanto sea posible la utilización compartida del existente.
- El Tramo IV, denominado Túnel del Talave se perforó a profundidades comprendidas entre 200 y 300 m., para salvar la divisoria Júcar-Segura. Por su longitud de 32 Km., las dificultades que se



encontraron en su ejecución y las nuevas técnicas aplicadas para vencerlas, hace se considere este Tramo como la pieza maestra - del Acueducto.

- Las rápidas construídas en puntos singulares del Acueducto, señalan los emplazamientos de futuras posibles centrales hidroeléctricas.

### III.3. La infraestructura hidráulica y el marco geográfico de aplicación del Trasvase.

El agua trasvasada desde el río Tajo, una vez vertida al río Mundo, discurrirá, junto con la de la propia cuenca de este río, hasta el nuevo azud del Segura en Ojós, del que parten las conducciones principales que distribuyen el volumen trasvasado entre las distintas comarcas asignadas para la aplicación del agua con fines de riego, excepción hecha de dos zonas regables de las Vegas Alta y Media del Segura, que tienen su toma por elevación: la Primera, aguas arriba del azud y la Segunda, en el pequeño embalse producido por el propio azud de Ojós.

Del azud de Ojós derivan dos canales en condiciones muy diferentes, ya que mientras el de la margen izquierda lo hace con agua rodada, el de la margen derecha precisa una importante elevación en el propio embalse del azud y otra intermedia en su recorrido hacia la cabecera de los regadíos de Lorca, punto del que parte el canal en construcción que, en su día, conducirá las aguas hasta el nuevo embalse regulador del río Almanzora, en la provincia de Almería.

El Canal de la Margen Izquierda, próximo al límite de las provincias de Murcia y Alicante, se bifurca en otros dos denominados: Canal de Crevillente, con punto final en el embalse, en construcción, del mismo nombre y el Canal del Campo de Cartagena, cuyas aguas se regulan en el embalse de La Pedrera, situado al final del gran sifón construído para salvar la Vega Baja del Segura.

Estas nuevas obras de infraestructura hidráulica, unidas a las antiguas de distribución de los propios recursos del Segura, afectan a unas 465.000 Has., cuyos límites quedan enmarcados, en líneas generales, por la presa de Almadenes, cabecera de los regadíos tradicionales del Segura, el río Monnegre o Seco de Campello, que desemboca en el mar al Norte de la ciudad de Alicante y el río Almanzora, tributario del Mediterráneo en la provincia de Almería.

Geográficamente la región suroriental de la Península afectada por el Trasvase, está constituida por las estribaciones orientales de la cordillera Bética, con extensas depresiones inframontañosas como los Valles del Segura, del Guadalentín y del Almanzora y amplias laderas que se derraman hacia el mar, como los Campos de Cartagena y Elche.

La movida tectónica de este conjunto geográfico, con afloramientos discontinuos del sustrato regional, constituido por materiales marinos del Secundario y Terciario, hace que los suelos, en líneas generales, sean de naturaleza caliza, en grado decreciente hacia el

fondo de las vaguadas, en las que la mayor proporción aluvial les confiere carácter limo-arenoso más o menos francos en arcilla, y que, al propio tiempo, se produzcan en determinadas áreas, contaminaciones salinas, como ocurre en los Saladares de Alicante, cuyos suelos por su propia constitución margo-yesosa, son fáciles de lixiviar y recuperar para el cultivo siempre que se disponga de agua de calidad para el riego y de una perfecta red de avenamiento.

Con las naturales variaciones impuestas por la altitud, orientación, proximidad al mar, etc., goza la región, como es lógico deducir por su emplazamiento, de un clima mediterráneo de tipo árido, o seco estepario, caracterizado por un cielo casi siempre despejado; temperatura media anual de 17º a 18º; veranos largos y calurosos; inviernos cortos y con escaso riesgo de heladas y precipitaciones que por su escasa cuantía, inferior a los 300 mm. anuales, irregular distribución y carácter torrencial para nada pueden tenerse en cuenta al formular los planes de riego.

Este bosquejo del suelo y del clima, nos lleva a la conclusión de que el agua, y sólo el agua, es el factor determinante de las acusadas diferencias que se observan en la región que, con visión panorámica pasamos a describir :

A lo largo del río Segura, como un continuo vergel de 50.000 Ha se extienden los regadíos tradicionales, en los que tienen su asiento las ciudades más representativas de la huerta: Murcia y Orihuela.

La profusa red de riegos y desagües a cielo abierto hace presente la Vega del Segura, de tierras feraces y bien dotadas de agua como un damero de parcelas de abigarrado colorido que, por pertenecer, en su mayoría, a pequeños propietarios, vienen cultivándose con muy limitadas posibilidades de aplicar los modernos avances tecnológicos, sino se procede a una eficaz mejora de su infraestructura hidráulica.

Repartidas en zonas más o menos extensas, unas 92.668 Has. constituyen los regadíos eventuales o deficitarios, llamados así por estar sometidos: a la incertidumbre de disponer de las aguas sobrantes de otros regadíos, como ocurre con los Riegos de Levante en la provincia alicantina; a la posibilidad de embalsar unas oportunas lluvias torrenciales, como en los Regadíos de Lorca y Mula; o a la explotación de unos pozos con aguas cada vez más profundas y de calidad casi siempre deficiente, como pasa con los pequeños regadíos dispersos por toda la geografía regional.

Sobre estos regadíos del sufrimiento y la esperanza nunca perdida, se levantan las ciudades de Lorca, Mula y Cuevas del Almanzora, que siguen conservando su primitivo carácter agrícola; Cartagena en continuo desarrollo industrial; Alicante, de aire turístico, y Elche, modelo singular de pujante y armónico desarrollo.

Los restantes 322.332 Has. son tierras calcinadas y resacas por el sol, de las que 140.666 Has., aproximadamente, esperan el agua que las vivifique, ya que su cultivo en secano sólo depara la cosecha segura del desaliento, y las otras 181.666 Has. se reparten entre montes y

aderas no aptas para el cultivo por su naturaleza y fuerte pendiente.

#### III.4. Superficie regable y recursos hidráulicos disponibles.

En conjunto pues, en la región dominada por las grandes obras hidráulicas de la cuenca del Segura tenemos 283.334 Has. regables, de las cuales 50.000 Has. se riegan con dotación suficiente, 12.668 Has. son de riego eventual o deficitario y 140.666 Has. son secanos aptos para su transformación en regadío.

Por otra parte, el aprovechamiento integral de los propios recursos hidráulicos de la cuenca, incrementados con los destinados al riego procedentes del Trasvase Tajo-Segura, nos permitirá disponer, tomando como base los datos y estudios realizados hasta la fecha, de un volumen anual del orden de 1.143 Hm<sup>3</sup>., procedentes :

- 533 Hm<sup>3</sup>. de la regulación, por los embalses de cabecera, de las aguas superficiales de la propia cuenca del Segura.
- 210 Hm<sup>3</sup>. de la explotación, racional y conjunta, de las aguas superficiales, de difícil regulación, con las subterráneas alumbradas en la misma región y las recuperadas del abastecimiento de las poblaciones.
- 400 Hm<sup>3</sup>. del Trasvase, una vez deducidos de los 600 Hm<sup>3</sup>. derivados del Tajo las pérdidas de agua en el recorrido y la destinada al abastecimiento de poblaciones.

#### III.5. Distribución territorial del agua trasvasada con fines de riego y déficit hidráulico.

De acuerdo con las decisiones tomadas en su día por el Gobierno de la Nación, los 400 Hm<sup>3</sup>. aplicables anualmente al riego, procedentes del Trasvase, se distribuirán territorialmente de la siguiente manera :

Comarca Meridional de Alicante .....	125	Hm <sup>3</sup> .
Vegas Alta y Media del Segura .....	65	"
Comarca de Mula .....	8	"
Lorca y Valle del Guadalentín .....	65	"
Campo de Cartagena .....	122	"
Comarca del Almanzora .....	15	"

Teniendo en cuenta las necesidades de agua para el riego de estas comarcas, cifradas a la vista de las características de sus superficies regables, y los recursos hidráulicos de que dispone cada una de ellas, resultantes de incrementar a los propios recursos los asignados del Trasvase, se formula el siguiente balance hídrico :

Comarca	Superficie regable Ha.	Volumen agua (Hm <sup>3</sup> /año)		
		Necesario riego	Disponi-ble	Déficit
Meridional de Alicante	85.334	504,330	445,950	58,380
Vegas Alta y Media del Segura .....	62.000	399,700	326,000	73,700
Mula .....	4.000	22,800	22,800	-
Lorca y Valle del Guadalentín .....	34.000	185,300	138,250	47,050
Campo de Cartagena ...	70.000	371,160	174,000	197,160
Comarca del Almanzora.	28.000	168,000	36,000	132,000
<b>Totales .....</b>	<b>283.334</b>	<b>1.651,290</b>	<b>1.143,000</b>	<b>508,290</b>

### III.6. Corrección del déficit hidráulico.

Para cubrir el déficit en agua, necesaria para la total transformación y mejora de regadío de las comarcas afectadas por el Trasvase, se están llevando a cabo las siguientes actuaciones:

- Mejora de la infraestructura hidráulica de los regadíos tradicionales de las Vegas del Segura.
- Ejecución de obras de regulación en las cuencas del Segura y Almanzora, receptoras del Trasvase.
- Desarrollo del Plan Integral de Abastecimiento y Saneamiento de Madrid, como condición previa a incrementar el volumen trasvasado por el acueducto Tajo-Segura, construido para una capacidad de transporte de 1.000 Hm<sup>3</sup>/año, o sea 400 Hm<sup>3</sup>/año, por encima de lo autorizado en la fase actual de funcionamiento.

### III.7. Zonas regables y distribución de los recursos hidráulicos aplicables.

Dentro de las grandes áreas fijadas para la aplicación de las aguas trasvasadas y dada la limitación de su volumen, estado de los regadíos existentes, vocación de las tierras para el cultivo, necesidades de agua para el riego, por el Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario se han delimitado las zonas de su actuación de forma que, con el aprovechamiento integral de los recursos hidráulicos disponibles, se consigan los siguientes objetivos:

1. La reestructuración de los regadíos tradicionales, tanto en lo que se refiere al uso del agua como a la adaptación de sus explotaciones agrarias a las nuevas técnicas.
2. La redotación de los regadíos deficitarios, hasta cubrir sus necesidades reales en agua en gran parte de los mismos.
3. La creación de nuevos regadíos en una extensión próxima a las 63.066 Ha.

En los epígrafes siguientes figuran la distribución de superficies regables de las zonas delimitadas en cada comarca y su representación gráfica, así como la aplicación de los recursos hidráulicos disponibles.

### III.8. Estado inicial de las superficies regables.

Comarca y Zona de actuación	Superficie útil regable - Ha.			
	Regadío suficiente.	Regadío deficitario.-	Nuevo regadío	Total
<b>- Meridional de Alicante.</b>				
1 - Riegos de Levante. M.i. ....	-	38.190	1.810	40.000
2 - Saladares de Alicante	-	1.500	-	1.500
3 - El Porvenir .....	-	1.500	-	1.500
4 - Vega Baja del Segura	21.963	-	-	21.963
5 - La Pedrera .....	-	3.100	13.278	16.378
6 - Riegos de Levante.M.d.	3.037	498	458	3.993
<b>I - Vegas Alta y Media del Segura.</b>				
1 - Zona Primera .....	-	1.900	2.579	4.479
2 - Zona Segunda .....	-	2.050	1.602	3.652
3 - Zona Tercera .....	-	1.080	1.722	2.802
4 - Zona Cuarta .....	-	1.825	4.488	6.313
5 - Zona Quinta .....	-	1.900	2.469	4.369
Regadíos tradicionales .....	25.000	-	-	25.000
Pequeños regadíos ..	-	2.225	-	2.225
<b>II- Mula.</b>				
1 - Zona de Yéchar .....	-	150	600	750
Zonas en estudio ...	-	2.250	1.000	3.250
<b>IV- Lorca y V.Guadalentín.</b>				
1 - Zona única .....	-	15.000	13.760	28.760
<b>V- Campo de Cartagena.</b>				
1 - Zona Oriental .....	-	12.000	15.500	27.500
2 - Zona Occidental ...	-	1.500	3.800	5.300
<b>VI- Comarca del Almanzora .</b>				
Zonas en estudio ...	-	6.000	-	6.000
<b>Totales .....</b>	<b>50.000</b>	<b>92.668</b>	<b>63.066</b>	<b>205.734</b>



## III.10. Distribución de los recursos hidráulicos disponibles.

Comarca y Zona de actuación	Recursos disponibles para riego Hm <sup>3</sup> /año			
	Regula- dos río Segura.	Trasvase Tajo-Se- gura.	Otras proceden- cias	Total
<b>I - Meridional de Alicante.</b>				
1 - Riegos de Levante.M.i.	3,500	97,500	107,000	208,000
2 - Saladares de Alicante	1,500	7,500	-	9,000
3 - El Porvenir .....	-	-	7,950	7,950
4 - Vega Baja del Segura.	177,500	-	-	177,500
5 - La Pedrera .....	8,500	14,580	-	23,020
6 - Riegos de Levante.M.d.	15,000	5,480	-	20,480
<b>Totales comarca ...</b>	<b>206,000</b>	<b>125,000</b>	<b>114,950</b>	<b>445,950</b>
<b>II - Vegas Alta y Media Segura</b>				
1 - Zona Primera .....	12,160	12,920	-	25,080
2 - Zona Segunda .....	13,120	7,330	-	20,450
3 - Zona Tercera .....	6,920	8,770	-	15,690
4 - Zona Cuarta .....	11,680	23,670	-	35,350
5 - Zona Quinta .....	12,160	12,310	-	24,470
Regadíos tradicionales	192,500	-	-	192,500
Pequeños regadíos ...	12,460	-	-	12,460
<b>Totales comarca ...</b>	<b>261,000</b>	<b>65,000</b>	<b>-</b>	<b>326,000</b>
<b>III- Mula.</b>				
1 - Zona de Yéchar .....	-	3,500	0,775	4,275
Zonas en estudio .....	4,000	4,500	10,025	18,525
<b>Totales comarca ...</b>	<b>4,000</b>	<b>8,000</b>	<b>10,800</b>	<b>22,800</b>
<b>IV - Lorca y V.Guadalentín.</b>				
1 - Zona única .....	31,000	65,000	42,250	138,250
<b>Totales comarca ...</b>	<b>31,000</b>	<b>65,000</b>	<b>42,250</b>	<b>138,250</b>
<b>V - Campo de Cartagena.</b>				
1 - Zona Oriental .....	26,000	102,000	18,000	146,000
2 - Zona Occidental .....	5,000	20,000	3,000	28,000
<b>Totales comarca ...</b>	<b>31,000</b>	<b>122,000</b>	<b>21,000</b>	<b>174,000</b>
<b>VI- Comarca del Almanzora.</b>				
- Zonas en estudio .....	-	15,000	21,000	36,000
<b>Totales comarca ...</b>	<b>-</b>	<b>15,000</b>	<b>21,000</b>	<b>36,000</b>
<b>TOTALES GENERALES ...</b>	<b>533,000</b>	<b>400,000</b>	<b>210,000</b>	<b>1143,000</b>

III.11. Estado de las obras de transformación y mejora de regadío y plazo de ejecución.

Una vez dictados, en marzo de 1.973, los Decretos por los que declara de alto interés nacional las actuaciones del IRYDA (Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario) en las comarcas afectadas por el Trasvase y se delimitaba, en cada una de ellas, las zonas regables, se procedió a redactar los correspondientes Planes Generales de Transformación, en los que se fijan las directrices y objetivos que deben seguirse y alcanzarse para el pleno desarrollo social y económico de las zonas.

A la vista de los citados Planes Generales se redactaron, conjuntamente por el IRYDA y la Dirección General de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, los Planes Coordinados de Obras con sujeción a los cuales se vienen confeccionando los proyectos ejecutivos precisos para la transformación y mejora de las zonas regables, cuyo estado de desarrollo actual y previsto es el que figura, resumido/por comarcas, en el siguiente cuadro :

Programa de realizaciones en transformación y mejora de regadío.

Comarca	Superficie - Ha.			Total regable
	Realizada hasta 31-12-83.	Programada		
		Cuatrenio 1.984-87	Quinquenio 1.988-92	
I - Meridional de Alicante .....	21.683	28.801	34.850	85.334
II - Vegas Alta y Media del Segura ..	25.702	18.413	2.500	46.615
III- Mula .....	750	-	-	750
IV - Lorca y Valle Guadalentín .....	4.000	10.760	14.000	28.760
V - Campo de Cartagena .....	26.500	6.300	-	32.800
Totales ....	73.635	64.274	51.350	194.259

En consonancia con el Programa de Realizaciones en el que sólo figuran las superficies cuya transformación y mejora de regadío ha sido declarada, hasta la fecha, de Interés nacional o sea de actuación directa del Estado, se hace figurar, en el epígrafe siguiente, el Programa de Inversiones del IRYDA para cada una de las zonas regables.



III.12. Programa de inversiones del IRYDA en obras de transformación y mejora de regadíos.

Comarca y Zona	Inversión - Millones pesetas				
	Realizada hasta 21-12-82	Prevista para 1.983	Programada		Total
			Años 1984-87	Años 1988-92	
<b>I - Meridional de Alicante</b>					
1 - Riegos Levante.M.i.	657	384	2.328	2.931	6.300
2 - Saladares Alicante.	315	80	30	-	425
3 - El Porvenir .....	-	-	-	300	300
4 - Vega Baja Segura ..	1.184	466	1.840	903	4.393
5 - La Pedrera .....	-	-	538	1.100	1.638
6 - Riegos Levante M.d.	327	6	-	-	333
<b>Totales comarca...</b>	<b>2.483</b>	<b>936</b>	<b>4.736</b>	<b>5.234</b>	<b>13.389</b>
<b>II - Vegas Alta y Media del Segura.</b>					
1 - Zona Primera .....	215	302	800	-	1.317
2 - Zona Segunda .....	676	-	-	-	676
3 - Zona Tercera .....	20	81	600	-	701
4 - Zona Cuarta .....	569	40	600	-	1.209
5 - Zona Quinta .....	-	25	900	-	925
Regadíos tradicionales .....	380	301	1.500	500	2.681
<b>Totales comarca...</b>	<b>1.860</b>	<b>749</b>	<b>4.400</b>	<b>500</b>	<b>7.509</b>
<b>III - Mula.</b>					
1 - Zona de Yéchar ....	132	-	-	-	132
<b>Totales comarca...</b>	<b>132</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>132</b>
<b>IV - Lorca y Valle del Guadalentín.</b>					
1 - Zona única .....	533	630	2.140	2.800	6.103
<b>Totales comarca...</b>	<b>533</b>	<b>630</b>	<b>2.140</b>	<b>2.800</b>	<b>6.103</b>
<b>V - Campo Cartagena.</b>					
1 - Zona Oriental .....	3.800	527	500	-	4.827
2 - Zona Occidental ...	-	43	900	-	943
<b>Totales comarca...</b>	<b>3.800</b>	<b>570</b>	<b>1.400</b>		<b>5.770</b>
<b>TOTALES GENERALES.</b>	<b>8.808</b>	<b>2.835</b>	<b>12.676</b>	<b>8.534</b>	<b>32.903</b>

### III.13. Aspectos sociales y económicos del Trasvase.

Refiriéndonos exclusivamente al Sector Agrario, limitando las repercusiones del Trasvase a las zonas regables de actuación directa del Estado y estimando, como cifras medias, que para crear un nuevo puesto fijo de trabajo son necesarias: Tres hectáreas de nuevo regadío o nueve hectáreas de regadío mejorado en su dotación, se llega al resultado de que el incremento de mano de obra conseguido por el Trasvase se puede cifrar en 30.000 nuevos puestos de trabajo fijos.

En el aspecto económico cabe resaltar que los incrementos de producción bruta vendible para los distintos tipos de regadío, derivados de las obras del Trasvase, pueden cifrarse en las siguientes cuantías:

Regadíos tradicionales	150.000	ptas./ha
Regadíos deficitarios	900.000	"
Nuevos regadíos	1.500.000	"

Aplicando estas cifras a las respectivas superficies afectadas por las obras, se llega a la conclusión de que la producción bruta vendible obtenida por el Trasvase será del orden de los 176.000 millones de pesetas al año.

## IV - EL TRASVASE EBRO-MIJARES.

### IV.1. Consideraciones básicas y estado de las obras.

Al contrario de lo que ocurre con el Trasvase Tajo-Segura en el que las aguas de la cuenca alimentadora no son utilizadas en tanto circulan por el largo acueducto que las transporta a la cuenca receptora, en el caso del Trasvase Ebro-Mijares la conducción, desde su arranque, tiene como finalidad primaria suministrar aguas para riego, por cuyo motivo la obra hidráulica se la designa como "Canal del Bajo Ebro.- Margen Derecha".

De los proyectos redactados para la ejecución de la Estación Elevadora en el río Ebro, a nivel de la presa de Cherta, y para la conducción de las aguas, hasta bien entrada la provincia de Castellón, con un canal capaz de conducir, en régimen de funcionamiento continuo, un volumen anual de 600 Hm<sup>3</sup>., se ha construido, únicamente, el primer tramo de canal de unos 32 Km. de longitud, encontrándose las obras paralizadas en tanto se reconsideran los siguientes extremos:

- Emplazamiento definitivo de la toma y obras de regulación en la cabecera del canal.
- Conveniencia de elevar las aguas del canal cuando este llegue al río Cenja, hasta alcanzar cota suficiente para su vertido en el embalse de Sichar, cabecera de los regadíos del Mijares, adaptándose con ello la nueva traza del canal a la que, en principio, se estima deberá seguir el posible Trasvase Ebro-Júcar.

#### IV.2. Aplicación inmediata de las obras construidas.

Sin condicionar la solución definitiva que en su día se adopte, cabe dar una aplicación inmediata al tramo de canal construido realizando las siguientes obras básicas :

- Primera fase de la Estación Elevadora capaz para situar en la cabecera del tramo construido de canal un caudal/ de 5 m<sup>3</sup>/sg. que, en principio, se estima podría derivarse del Canal de la Margen Derecha del Delta del Ebro, con toma en el aliviadero situado en su origen.
- Continuación del canal construido hasta alcanzar la provincia de Castellón en su límite con el río Cenia.

Con la elevación y transporte de 5 m<sup>3</sup>/sg. de aguas del Ebro se conseguiría :

- Transformar en regadío 6.250 Ha. de la provincia de Tarragona, con un consumo anual de 42,250 Hm<sup>3</sup>.
- Mejorar y ampliar los regadíos con aguas subterráneas existentes en la zona septentrional de la provincia de Castellón hasta una superficie total de 14.970 Ha., con el aprovechamiento conjunto y explotación racional de 73,500 Hm<sup>3</sup>. de agua subterránea, alumbrada en la propia área de utilización y 20,100 Hm<sup>3</sup>. de agua superficial su ministrada por el nuevo Canal del Bajo Ebro.
- Evitar el peligro de salinización de los acuíferos de la zona regable de Castellón, producido por su explotación/puntual, ya que la extracción quedaría reducida, en la época de mayor peligro, a tan sólo 3 m<sup>3</sup>/sg., tope estimado como de garantía para el mantenimiento de la buena calidad de las aguas alumbradas.

#### V - LOS TRASVASES ENTRE RIOS DE UNA MISMA REGION HIDROGRAFICA.

##### V.1. Generalidades.

Es frecuente, en España, se recurra al trasvase de aguas entre ríos de cuencas próximas con el fin de resolver problemas hidráulicos puntuales, entre los que cabe citar, como más significativos, los siguientes :

- Aprovechar al máximo la capacidad reguladora de los embalses emplazados en ríos interconectados por un trasvase.
- Reforzar el abastecimiento de poblaciones servidas precariamente con aguas de su propia cuenca de emplazamiento.
- Mejorar y ampliar los regadíos servidos por cauces derivados del río receptor del trasvase.

- Liberar aguas del tramo inferior de un río para su utilización en tramos superiores.

## V.2. El Canal Júcar-Turia.

Como ejemplo de este tipo de trasvases, y para finalizar la exposición del tema sobre los Trasvases en España, hacemos una referencia al denominado Canal Júcar-Turia, por cuanto a la cuantía del caudal transportado une la singularidad de sus múltiples aplicaciones.

El Canal Júcar-Turia, que entró en servicio a finales de la década de los 70, conduce, desde la presa de Tous en el río Júcar hasta la cabecera de los antiguos regadíos de la Huerta de Valencia en el río Turia, un caudal de 32 m<sup>3</sup>/sg. con las siguientes asignaciones :

Riego de la propia zona del canal .....	10	m <sup>3</sup> /sg.
Regadíos de la Huerta de Valencia .....	16	"
Abastecimientos urbanos e industriales ..	6	"

La sustitución para el riego de la Huerta de Valencia de las aguas del Turia por las del Júcar, permitió la entrada en servicio del Canal del Generalísimo, que derivando del Turia en su tramo montañoso, domina todas las tierras aptas para el riego de su margen izquierda.

El aprovechamiento conjunto de los grandes canales del Júcar-Turia y del Generalísimo, y su explotación armónica con las aguas subterráneas alumbradas en las propias áreas de aplicación del agua, permitirá que, en un plazo de tiempo no superior a diez años se consiga la total transformación en regadío de unas 30.000 Ha. de la zona dominada por el canal del Generalísimo y de no menos de 25.000 Ha. de la zona afectada por el canal Júcar-Turia, por gravedad en su margen derecha y por elevación en su margen izquierda.

Alicante, España, agosto de 1.983

**VII SEMINARIO  
LATINOAMERICANO  
DE IRRIGACION**

**SANTIAGO DE CHILE, 28 DE NOVIEMBRE  
AL 2 DE DICIEMBRE DE 1983**

**DOCUMENTO D-12**

**RESUMEN DEL TEMA**

**"INVESTIGACION Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA EN RIEGO Y DRENAJE"**

Por: Dr. Juan Tosso Torres(\*)

---

(\*) Director Area Recursos Ambientales - Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Chile.



**VII SEMINARIO  
LATINOAMERICANO  
DE IRRIGACION**

**SANTIAGO DE CHILE, 28 DE NOVIEMBRE  
AL 2 DE DICIEMBRE DE 1983**

**RESUMEN DEL TEMA**

**INVESTIGACION Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA EN RIEGO Y DRENAJE**

**\* Dr. Juan Tosso Torres**

El objetivo fundamental de toda la actividad relacionada con regadío, es evitar que las plantas pierdan turgor durante el ciclo de crecimiento. Para tener éxito en este objetivo, aparentemente simple, es necesario tomar un conjunto de de cisiones y llevar a cabo otras cuantas acciones cuya complejidad no es fácil de apreciar a primera vista. La amplitud de estas acciones va desde determinar el estado de humedad de las plantas hasta determinar el lugar más apropiado para cons truir una represa o embalse. Disciplinas como la fisiología vegetal, física de suelos, química de suelos y aguas, climatología, hidráulica, hidrología, mecánica de suelos, construcciones civiles, etc., por citar algunas, deben concurrir a la solución de los problemas derivados del planeamiento, construcción, mantenimiento y utilización de un sistema de regadío.

Este trabajo pretende analizar la evolución y el nivel de desarrollo que han alcanzado algunas de las disciplinas involucradas en el riego y drenaje. Simultáneamente se discute las aplicaciones prácticas que se han logrado a través de las investigaciones y la difusión y aplicación que han tenido a través del proceso de transferencia de tecnología.

---

(\*) Dr. Juan Tosso Torres, Director Area Recursos Ambientales INIA. Santiago, Chile,







**VII SEMINARIO  
LATINOAMERICANO  
DE IRRIGACION**

**SANTIAGO DE CHILE, 28 DE NOVIEMBRE  
AL 2 DE DICIEMBRE DE 1983**

**DOCUMENTO D-13**

**"PROBLEMATICA DEL DRENAJE DE TIERRAS AGRICOLAS CON  
ENFASIS EN LAS REGIONES TROPICALES HUMEDAS"**

**Por: Dr. Rafael M. Rojas(\*)**

---

**(\*)Profesor Titular, Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras (CIDLAT), Venezuela.**



## PROBLEMATICA DEL DRENAJE DE TIERRAS AGRICOLAS CON ENFASIS EN LAS REGIONES TROPICALES HUMEDAS

Rafael M. Rojas\*

El abastecimiento mundial de alimentos es un problema que se ha venido agravando en los últimos tiempos como consecuencia del acelerado crecimiento de la población del mundo, en contraste con el lento aumento de la producción agrícola. Si se considera constante el aumento de la población mundial es lógico pensar que para abastecer la demanda generada por el aumento poblacional, la agricultura tendrá que producir alimentos a una tasa igual o superior al aumento de la población. Esto sólo se puede lograr mediante el aumento de la productividad en las áreas actualmente bajo cultivo o mediante la expansión del área agrícola.

El estado actual de la agricultura mundial, donde la mayoría de las tierras de primera calidad ya han sido ocupadas, nos demuestra que el aumento de la producción está íntimamente ligada a un mejor control de las condiciones hídricas de los suelos. No basta con tener variedades altamente productivas y contar con grandes adelantos en la tecnificación del uso de insumos, si no se controlan los niveles de humedad de los suelos en los cuales se utilizan esas técnicas. Consecuentemente el riego y el drenaje son factores de primera consideración en ese necesario aumento de la producción agrícola. Por otra parte, por motivos de índole económica y de disponibilidad de tierras con alto potencial agrícola, debemos concluir que el drenaje jugará un papel muy importante en el desarrollo futuro de la agricultura.

En la América Latina, donde el problema de la producción agrícola tiene doble implicación, el autoabastecimiento y la exportación, se ha tomado conciencia de esa realidad y a tal efecto la mayoría de los países están adelantando planes de desarrollo agropecuario que están basados en una mayor intervención del hombre en el control del exceso de humedad que se produce en los períodos de alta precipitación así como también en el suministro de agua en la estación seca. Es así como en las últimas dos décadas se han instrumentado políticas para el sector agrícola basadas en el riego y el drenaje y orientadas a aprovechar el alto potencial energético de las regiones tropicales que permite realizar cultivos y mantener pasturas activas durante todo el año.

Los resultados de la corta experiencia vivida, no han sido en general favorables en relación con las expectativas creadas y las inversiones realizadas, lo que plantea la necesidad de reorientar el proceso de desarrollo hacia las tierras, que estando disponibles en grandes extensiones, pueden ser aprovechadas resolviendo el problema de exceso de agua mediante simples prácticas a nivel de predio con o sin la necesidad de obras de infraestructura.

En este trabajo se presentan algunas consideraciones que se espera sirvan de guía para una mejor comprensión de la problemática y perspectivas del drenaje en la América Latina y en especial en los trópicos húmedos. La poca literatura disponible no ha permitido la realización de un mejor análisis, demostrándose con ello la necesidad de darle mayor importancia a este tema.

---

\* Profesor Titular, Riego y Drenaje. CIDIAT - Venezuela.

## EL DRENAJE Y LA PRODUCCION AGRICOLA FUTURA

Para concretizar más el papel que el drenaje deberá jugar a nivel mundial en los próximos años es interesante mencionar las consideraciones hechas por Segeren (1983) quien señala que para el año 2000 la población mundial habría aumentado en unos 2200 millones de habitantes y que para abastecer de alimentos a esa población adicional habría necesidad de aumentar la productividad de las tierras actualmente bajo cultivo a la vez que habría que incorporar nuevas tierras a la producción. Agrega el autor que si el 72% de esa producción extra viniera de los 1500 millones de hectáreas actualmente en producción, lo cual implicaría aumentos de producción de más del 40%, el remanente de 28 % tendría que ser producido en nuevas tierras que de acuerdo a estimaciones de la FAO ocuparían un área de 200 millones de hectáreas. Si a esto añadimos que anualmente se pierden 13 millones de hectáreas a nivel mundial, la panorámica no es muy halagadora y consecuentemente le da más valor a la tesis del papel del drenaje en el futuro desarrollo agrícola.

De acuerdo a Segeren (1983) existen 1700 millones de hectáreas a nivel mundial que pueden ser incorporadas a la producción agrícola, la incógnita está en si el desarrollo debe ser en las zonas altas donde se requiere riego y prácticas de conservación de suelos o en las zonas bajas donde el drenaje es indispensable. Si se adopta una posición intermedia, las estimaciones indican que el área a drenar hasta el año 2000, será de unas 80 millones de hectáreas de las cuales unos 30 millones deberían corresponder a la América en general y 23 millones a Sur América en particular.

## SITUACION ACTUAL DEL DRENAJE EN AMERICA LATINA

El desarrollo del drenaje en la América Latina no se compagina con la problemática existente. Tradicionalmente, el desarrollo de las nuevas tierras agrícolas ha sido hacia áreas con pocos problemas de drenaje y más bien el riego ha sido el impulsor del desarrollo aunque con resultados poco halagadores, a excepción de las áreas áridas donde el riego es imprescindible para la producción agrícola. Esta situación ha condicionado una concentración de la población en ciertas áreas en donde actualmente la subdivisión de la tierra es un obstáculo para la producción altamente tecnificada. Los países andinos son un ejemplo de esta situación, en estos, el incremento del minifundio crea problemas realmente preocupantes mientras que, en esos mismos países, la porción amazónica de sus territorios está en incipiente grado de desarrollo.

Esa situación tiene necesariamente que cambiar porque la alternativa más realista es la de orientar el desarrollo hacia los trópicos húmedos, en los cuales hay mayor disponibilidad de tierra y en donde las características de tenencia de la tierra proporciona un ambiente adecuado para la producción agrícola a gran escala.

Las Figuras 1 y 2 son ilustrativas de lo anteriormente dicho. La Figura 1 muestra las zonas ecológicas del continente en donde se puede constatar que la mayor parte de las tierras potencialmente agrícolas de la América Latina están dentro de las zonas húmedas I y II. Por otra parte, las áreas restantes corresponden a las tierras en donde se concentra la agricultura en la actualidad y tierras montañosas. En la Figura 2 se presentan algunas áreas de América con zonas de precipitaciones mayores de 1600 mm que indican problemas potenciales de drenaje.

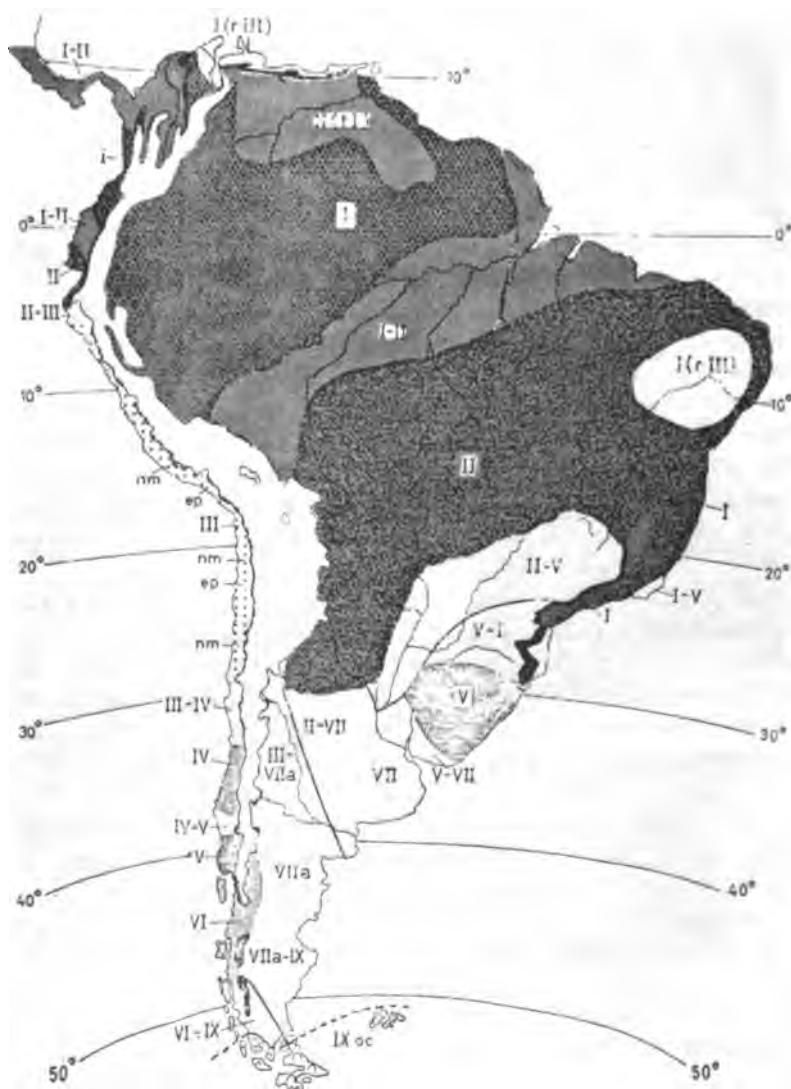
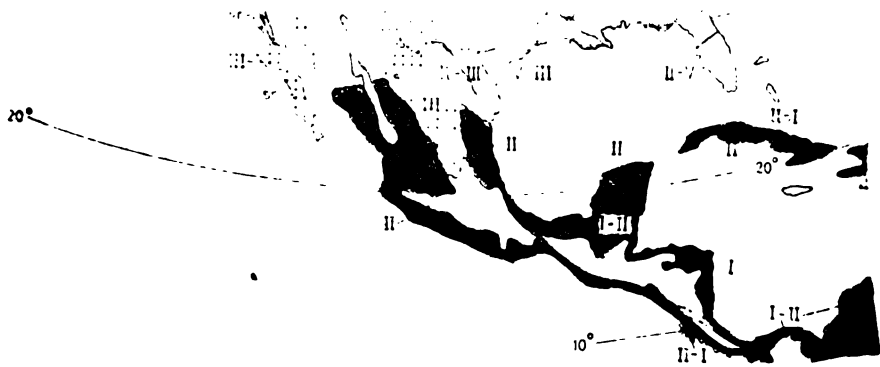


Figura 1.- Zonas tropicales húmedas de América (áreas sombreadas I y II).  
(Tomado de Walter et al 1975).

Las razones para el lento desarrollo de las áreas con problemas de drenaje son diversas. El poco conocimiento de la problemática real así como de las potencialidades de esas áreas es quizá uno de los factores más determinantes en ese lento desarrollo. Otro factor importante podría ser el clima tropical que no proporciona un ambiente ameno para la vida. Pero la razón más importante es el hecho de que aún no se ha manifestado una presión real sobre esas tierras. Esto último puede ser constatado con el ejemplo de países como Venezuela, Suriname y Trinidad en donde, la carencia de tierras de buena calidad ha forzado a los agricultores a colonizar tierras en las regiones tropicales húmedas. Venezuela es quizás el país latinoamericano con el mayor porcentaje de sus tierras agrícolas dentro de la región tropical húmeda.

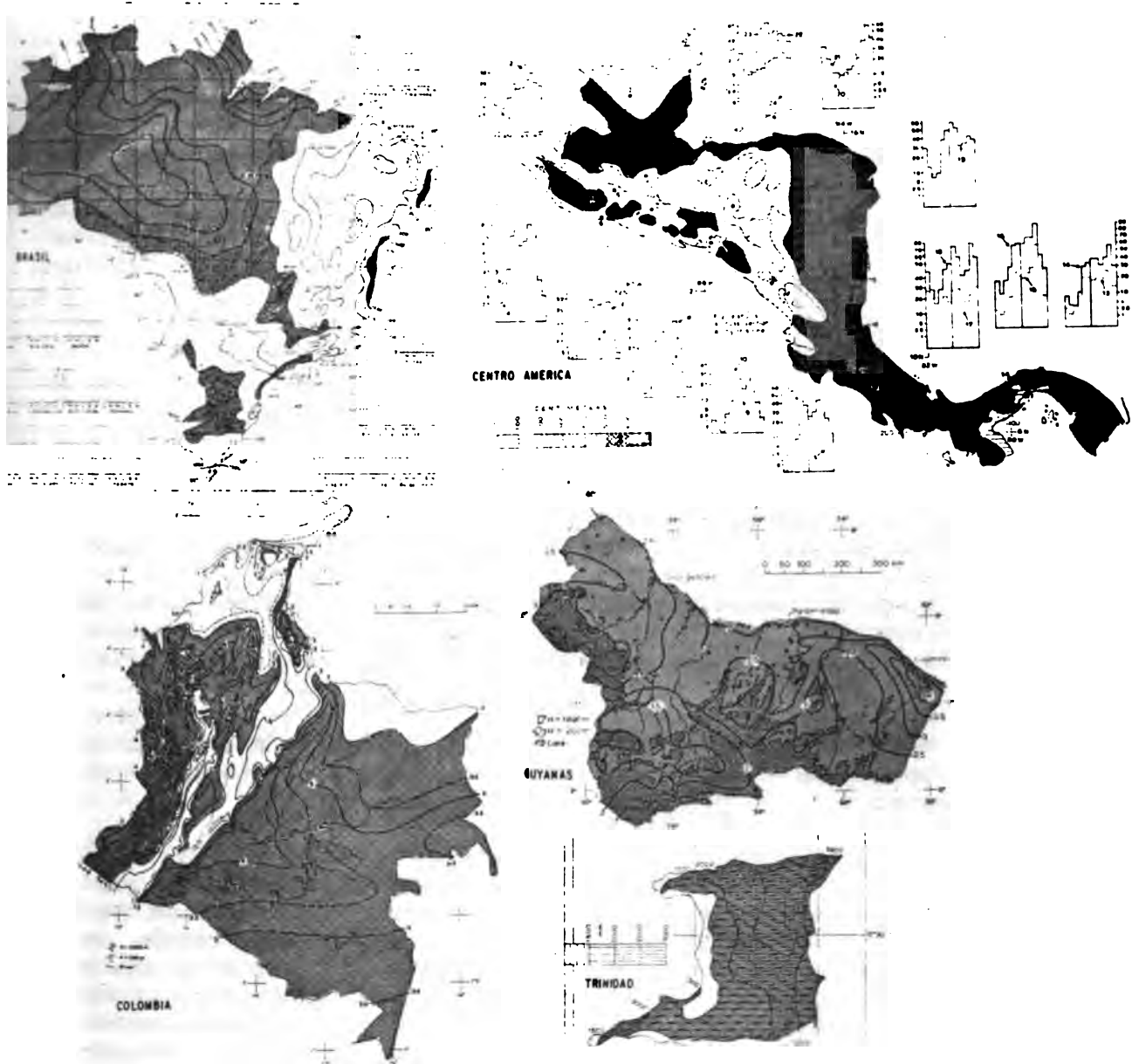
El caso venezolano es bueno de analizar porque aporta enseñanzas muy interesantes que pueden ser tomadas en consideración para futuros desarrollos en el campo del drenaje. El drenaje en Venezuela se ha realizado casi que de una manera experimental, de intento y error, presentando una gran variedad de soluciones al problema del drenaje. Los proyectos de drenaje de Turén, de los Módulos de Apure, del Sur del Lago de Maracaibo y de la isla Guara representan diferentes intentos para resolver el problema y mientras el último de los casos mencionados ha sido un fracaso que debe ser tomado en cuenta por otros países, los otros casos demuestran que el drenaje es una solución viable para alcanzar una producción agrícola sostenida en las regiones tropicales.

Además de las razones anteriores podríamos mencionar otras que han condicionado el lento desarrollo del drenaje en la América Latina. La primera de ellas, es la falta de información ya sea de información básica como de información acerca de los beneficios del drenaje y de las técnicas para el diseño del mismo. Esto está íntimamente ligado a la carencia de políticas coherentes de desarrollo de los recursos hidráulicos y en especial a políticas de desarrollo agrícola. En nuestros países, la investigación agrícola generalmente no ha tomado en consideración el problema de drenaje y cuando lo han hecho, en muchos casos ha sido hacia aspectos no prioritarios. Como ejemplo, en Venezuela se han dedicado muchos esfuerzos a la investigación del drenaje sub-superficial, cuando el problema más grave del país es de las inundaciones y excesos de agua superficial causados por la lluvia. Por otra parte, hay una tendencia a imitar el tipo de investigación que adelantan los países más desarrollados, en vez de tratar de crear tecnologías propias más adaptadas a nuestro medio. Esa falta de información ha conducido a cometer errores en la toma de decisiones, tal como ha sucedido en Venezuela donde se han construido sistemas de riego en áreas donde hay más problemas de exceso de agua que de carencia de agua.

Otro de los aspectos que han influido en el desarrollo de las áreas con problemas de drenaje, es la carencia de una comunicación efectiva entre las instituciones de investigación y de asistencia técnica, el gobierno y los agricultores. Esta falta de comunicación ha creado una situación en la cual los agricultores no saben a quien dirigirse para que les resuelvan sus problemas. Los investigadores no saben que necesidades tienen los agricultores y los gobiernos por lo tanto no tienen elementos de juicio para poder realizar planes de desarrollo que respondan a las necesidades reales de cada región.

## BENEFICIOS DEL DRENAJE

Como se ha apuntado anteriormente, quizás uno de los factores que más ha limitado el desarrollo del drenaje, es el desconocimiento de los beneficios que trae esta práctica. Tradicionalmente los beneficios atribuibles al drenaje se circunscriben a los aspectos agronómicos, tales como: proporcionar mejor aereación al suelo, aumento de temperatura, desarrollo de microorganismos, mejor u-



**Figura 2 .- Zonas húmedas de Brasil, Centro America, Colombia, Guyanas y Trinidad. Las áreas sombreadas corresponden a zonas con precipitación mayor de 1500mm. anuales.**

tilización de nutrientes, etc. Esos aspectos están relacionados directamente con la producción de los cultivos y el agricultor de una u otra manera conoce esos beneficios, sin embargo, en la mayoría de los casos, en vez de realizar obras de drenaje para obtener esos beneficios, trata más bien de evitar el problema jugando con las épocas de siembra y así dejando la producción agrícola al azar.

Existen otros beneficios del drenaje poco divulgados pero que son tan importantes como los antes mencionados. A continuación se describen algunos de esos beneficios.

**Eficiencia del uso de maquinaria:** Las tierras bien drenadas permiten una mejor utilización de la maquinaria lo cual reduce los costos de mecanización.

**Aumento del tiempo útil para los cultivos:** Con buen drenaje se puede sembrar durante todo el año, lo cual redundará en una mejor distribución de las siembras y aumenta la producción por unidad de área al poderse lograr más de una cosecha al año.

**Saneamiento ambiental:** Las áreas drenadas proporcionan un ambiente más saludable tanto para las plantas y animales como para el hombre. La eliminación de áreas anegadas controla a los agentes patógenos que producen o transmiten enfermedades.

**Disminución de los costos de producción:** La mayor eficiencia en el uso de la maquinaria y otros insumos agrícolas así como una mejor planificación de las épocas de siembra, permite grandes economías en los costos de producción.

**Ahorro de energía:** La agricultura de riego por lo general consume mucha energía, lo cual le concede ventaja al drenaje que no requiere energía para su operación. Además de esto, al aumentar la eficiencia en el uso de maquinaria, se realiza un ahorro de energía.

**Operación automática:** El drenaje cuando bien diseñado y mantenido es automático, lo cual se traduce en un ahorro en costos de operación y elimina el riesgo de una mala operación.

**Eliminación de la estacionalidad de la producción:** Quizá uno de los mayores beneficios del drenaje sea la eliminación de la estacionalidad de la producción. En áreas con problemas de drenaje, la producción agrícola tiene que ser realizada en épocas muy definidas lo cual conlleva a una concentración de la demanda por los insumos agrícolas que trae como consecuencia un encarecimiento de los costos de producción. Además de lo anterior se requiere mayor inversión en equipos agrícolas, tales como maquinaria, transporte y almacenamiento. Si a ello agregamos el problema de la distribución de la demanda de la mano de obra no hay duda de que la estacionalidad de la producción es un problema muy grave que puede ser resuelto por el drenaje. La estacionalidad de la producción en áreas con problemas de drenaje condiciona la producción de cultivos con altos costos de producción, bajos rendimientos y bajos precios en el mercado. Esta situación por sí sola demuestra las razones por las cuales la agricultura de los trópicos húmedos no puede ser realizada sin el drenaje.

## ESTADO DEL ARTE DEL DRENAJE EN AMERICA LATINA

La tecnología del drenaje a nivel mundial está bastante avanzada. En las últimas dos décadas ha habido un gran desarrollo de las técnicas de construcción, tanto para drenaje subsuperficial como para drenaje superficial. Sin embargo,



Las metodologías de diseño todavía dejan mucho que desear, especialmente en lo concerniente al diseño agronómico e hidrológico de los sistemas.

La América Latina es una región de contrastes y la agricultura en general y el drenaje en particular no escapan a ello. Así, en toda la geografía del continente podemos encontrar desde los sistemas de drenaje más rudimentarios hasta los más sofisticados, desde los bien diseñados hasta los más grandes fracasos.

En la América Latina se utilizan las tecnologías de los países desarrollados que no siempre dan buenos resultados en nuestro medio y crean una dependencia que a veces es difícil de reemplazar. Paradojicamente, en países desarrollados como los Estados Unidos se están preocupando en estudiar las técnicas de drenaje utilizadas por los aborígenes de nuestro continente con la finalidad de utilizarlas en algunas áreas en donde la conservación del medio ambiente reviste consideraciones especiales.

Las técnicas del manejo del agua en nuestro continente se remontan al período pre-colombino. En los Andes se utilizaba el riego y en las zonas bajas con problemas de exceso de agua, los nativos practicaban una combinación de drenaje y conservación de agua que en la literatura mundial han llamado los "campos elevados". Estos campos elevados eran construidos para proporcionar un gradiente para el mejor flujo del agua y a la vez, crear una topografía artificial que permitiera proteger los sembradíos. A la salida de las lluvias, los drenes eran cerrados y se convertían en almacenamientos de agua.

Varios siglos han pasado desde que los nativos de América comenzaron a realizar esas prácticas de drenaje y, hasta ahora, esas soluciones son tan válidas como en aquella época. Como ejemplo podemos mencionar las técnicas de conformación del terreno en camellones anchos, que no son más que una copia de lo que hicieron nuestros antepasados. Las condiciones socio-económicas, ecológicas, políticas y financieras de las regiones tropicales húmedas indican que las soluciones al problema del drenaje deben ser sencillas y adaptadas a nuestro medio. Como se mencionó anteriormente, desde el punto de vista de construcción la tecnología existente es suficiente y por lo tanto los esfuerzos deben destinarse al perfeccionamiento de las técnicas de diseño agronómico e hidrológico.

## EL DRENAJE Y LA PLANIFICACION DE LOS RECURSOS HIDRAULICOS

El drenaje de tierras agrícolas es un caso especial dentro de la planificación de los recursos hidráulicos, ya que las obras de drenaje tienen influencia no solamente sobre las áreas protegidas sino también sobre las zonas aguas abajo de éstas. Esta circunstancia hace necesario la realización de una cuidadosa planificación cuando sea necesario la construcción de obras de drenaje a gran escala, las cuales rompen el equilibrio hidrológico y por lo tanto afectan una superficie muy grande. En muchos casos la influencia sobre áreas vecinas es positiva, pero en otros puede ser negativa y hasta inconveniente. Las obras de control de inundaciones son un ejemplo de estas grandes obras.

En el caso de las tierras con problemas de drenaje superficial causados por condiciones de alta pluviosidad pueden presentarse varias situaciones que tienen que ser cuidadosamente analizadas. La más común de esas situaciones es aquella en la cual los excesos de agua se presentan en extensiones muy grandes y en donde la topografía y la capacidad de los cauces naturales no permiten el aislamiento del problema. Esto implica que la solución del problema en una determinada área perjudica las tierras aguas abajo. En estos casos la toma de decisiones es un poco complicada y hay necesidad de escoger la alternativa que

sea más conveniente para toda el área.

En el caso anterior una alternativa que merece atención es la del manejo de los excesos de agua dentro del área problema restringiendo la salida a fin de minimizar la influencia aguas abajo. Esta alternativa implica una zonificación que destine las áreas con posición topográfica más baja y con suelos de menor calidad, para el almacenamiento temporal de los excesos de agua. En esas áreas bajas que recibirán mayor cantidad de agua de lo normal el problema se agrava y por lo tanto habrá que dedicarlas a cultivos resistentes al anegamiento tales como pastos y arroz.

Otra alternativa posible sería el establecimiento de "polders" que aislen las zonas que se desean beneficiar. En este caso habría que estudiar los requerimientos de energía necesarios para el bombeo de los excedentes de agua.

El control de inundaciones es otro caso que requiere consideración especial, sobre todo cuando se trata del control mediante presas cuyo costo es generalmente muy elevado pero los cuales pueden ser reducidos cuando las obras sean realizadas con fines múltiples.

Las consideraciones anteriores nos indican la necesidad de una buena planificación para la realización de obras de drenaje a gran escala.

## EL CASO DE VENEZUELA

Venezuela es un país que se encuentra dentro de la zona tropical húmeda. La mayoría de las tierras potencialmente agrícolas presentan problemas de drenaje, lo cual incide negativamente en el desarrollo de la agricultura. En las últimas cuatro décadas se han adelantado programas de desarrollo de recursos hidráulicos tendientes al mejoramiento de la agricultura. A pesar de haberse utilizado las mejores tierras del país, como no se consideró el drenaje como problema prioritario a resolver, los resultados no han sido halagadores.

Las pérdidas registradas anualmente son de gran magnitud y la mayoría de ellas son debido a problemas de drenaje superficial por exceso de lluvias y por inundaciones. Afortunadamente en las dos últimas décadas se ha dado un mayor énfasis al drenaje y la situación ha comenzado a mejorar. En este mejoramiento cabe destacar la labor del desaparecido Ministerio de Obras Públicas y actualmente Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. Estas dos instituciones, con el auxilio de otras instituciones de investigación del país han emprendido la construcción de obras de drenaje y de control de inundaciones con un espíritu innovador, tratando de ajustarse a las condiciones reales del medio Venezolano. Los resultados obtenidos son bastante buenos a pesar de que aún no se ha podido completar las obras de drenaje a nivel parcelario.

Dentro de las soluciones que se han adoptado para el control de aguas en los llanos venezolanos, los "Módulos de Apure" merecen especial atención porque se trata de una experiencia nueva que pudiera muy bien ser adoptada por los países de la cuenca amazónica. Los "Módulos de Apure" están siendo construidos en los llanos del estado Apure que se caracterizan por un período de lluvias mayor de seis meses durante los cuales gran parte del área se mantiene inundada no permitiendo su utilización y un período seco de unos tres meses que tampoco permite el uso de la tierra. Bajo esas circunstancias el tiempo útil de uso de las tierras es de unos tres meses lo que condiciona una carga máxima de una cabeza por cuatro o más hectáreas. Con el uso de los "Módulos" se ha logrado un control de agua que permite elevar la capacidad de carga de esas tierras

hasta una cabeza por hectárea lo cual resulta en un aumento del 400%. Los llamados "Módulos" no son más que un conjunto de diques de baja altura que tienen como propósito represar el exceso de agua que escurre por las llanuras durante la época de lluvias para así proteger las áreas aguas abajo. Las áreas protegidas se utilizan con pastizales para ganado de carne y las áreas protegidas permanecen así durante la temporada de lluvias. Al concluir el período lluvioso las áreas que antes estuvieron inundadas producen pastos que pueden ser utilizados por el ganado durante la época seca.

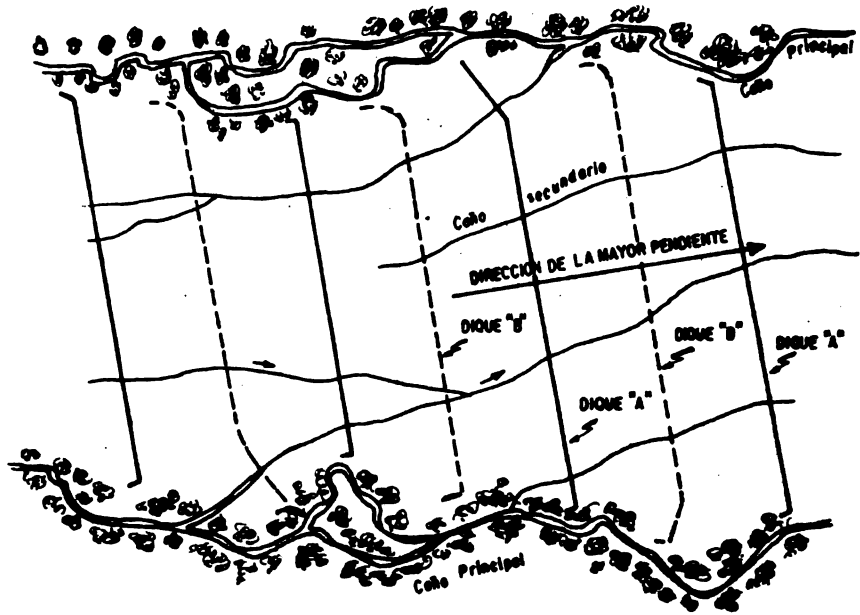
La construcción de los módulos se realiza con maquinaria pesada y su trazado no requiere de levantamientos topográficos detallados. Por otra parte los pastos naturales de la zona que están adaptados a condiciones de anegamiento han resultado como los más recomendables. De esta manera el costo se reduce prácticamente a la inversión en los diques. Las evaluaciones iniciales realizadas en los primeros módulos indican que el costo de estas estructuras es inferior a los \$100 por hectárea. La Figura 3 muestra un esquema de los "Módulos de Apure" o módulos reticulares como también se los llama.

Otro método de drenaje que se está popularizando en Venezuela, son los camellones anchos o bancales. Estos son estructuras que resultan de la conformación del terreno en superficies concavo-convexas que permitan el rápido escurrimiento de las aguas. El nombre de bancales se debe a que su construcción se realiza con un arado en forma similar a las terrazas de banco. Estas estructuras son muy fáciles de construir y constituyen una de las mejores y más económicas formas de conformación del terreno. La Figura 4 muestra la manera de construir los camellones anchos y la forma final luego de tres pases de arado y tres de rastra. El Cuadro 1 presenta la evaluación económica de unos camellones en los llanos venezolanos.

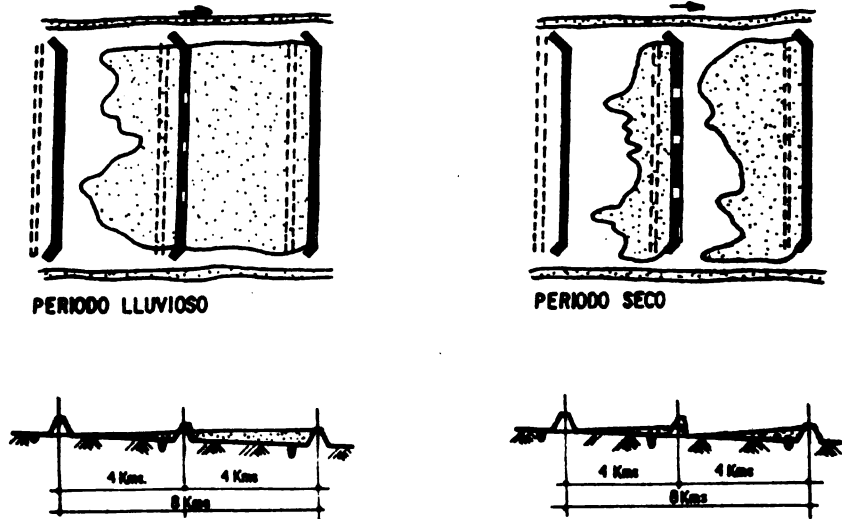
En Venezuela se han realizado otras experiencias con obras de drenaje que sirven como ejemplo de los beneficios del drenaje. Entre ellas cabe mencionar el caso del sur del Lago de Maracaibo donde la construcción de diques marginales para control de inundaciones ha permitido el establecimiento de una agricultura altamente productiva. Otro caso interesante es el del Proyecto Turén en el cual se han construido redes de drenaje que han permitido el mejoramiento de las tierras y han hecho posible que el país cuente con una zona que produce un alto porcentaje de los requerimientos de cereales y oleaginosas del país al punto que se le conoce como el "Granero de Venezuela".

En cualquier desarrollo en zonas con poca información se pueden cometer errores graves y Venezuela no escapa a ello. Un caso digno de mención es el proyecto de drenaje de la isla Guara, en el delta del Orinoco. En esta área se realizaron obras de drenaje para más de cien mil hectáreas con resultados negativos debido a que el área tiene un alto porcentaje de suelos orgánicos, especialmente suelos sulfato-ácidos los cuales al ser drenados se deterioran irreversiblemente. Este caso es una alerta para aquellos países que pretendan desarrollar áreas con suelos orgánicos.

Lo expuesto anteriormente para el caso venezolano demuestra que se pueden obtener muy buenos resultados con las prácticas de drenaje, sin que necesariamente haya necesidad de realizar grandes inversiones. Por otra parte, los problemas que se han detectado en los proyectos de drenaje realizados en Venezuela deben servir de enseñanza para desarrollos futuros para los cuales es necesario contar con información suficiente a fin de poder diseñar las obras con un alto grado de confiabilidad.



Disposición de los Diques



Esquema de Funcionamiento de la Red de Diques

Figuro. 3\_ Esquema de los Modulos de Apure .

La problemática del drenaje en Venezuela ha incentivado la investigación tanto en las instituciones directamente ligadas al gobierno como en las Universidades del país. En la actualidad se están realizando muchas investigaciones en la Universidad de Los Llanos, en la Universidad Central de Venezuela y en el CIDIAT.

El CIDIAT desde su fundación siempre se ha preocupado por los problemas del drenaje en la América Latina y en especial de Venezuela. Como resultado de esa preocupación se han realizado muchas investigaciones en el campo del drenaje y control de inundaciones y se han publicado muchos trabajos que en la actualidad representan uno de los mayores aportes que institución alguna haya dado al conocimiento de estas disciplinas. El Cuadro 2 presenta un listado de los trabajos de investigaciones, publicaciones y cursos que el CIDIAT ha realizado en el campo del drenaje.

#### PRIORIDADES DE INVESTIGACION RECOMENDADAS

Tomando en consideración lo dicho anteriormente, es claro notar que en general en la América Latina no existe una estrategia en el campo de la investigación del drenaje, sino que ésta obedece a impulsos generados por algunas necesidades inmediatas. Por otra parte, como ha sido mencionado, hay una tendencia a imitar el tipo de investigaciones que adelantan los países desarrollados y que no siempre representan las necesidades de la región. Las prioridades de investigación de Latinoamérica lógicamente no son las mismas que las de Estados Unidos, por ejemplo. En ese país y, en general en los países desarrollados, las prioridades de investigación obedecen, además de las necesidades reales, a convenciones coyunturales que surgen en el país. Como ejemplo de lo anterior podemos citar las consideraciones de Carter et al. (1975) quienes realizaron una encuesta entre investigadores de Estados Unidos en 1974, concluyendo que la prioridad número uno para investigaciones de drenaje era la calidad del agua. Esto lógicamente no refleja la necesidad real de los Estados Unidos, ni mucho menos la necesidad de Latinoamérica y por lo tanto no sería aplicable a las condiciones de la región.

Es necesario que en la América Latina se tome conciencia de las verdaderas necesidades que existen y se realice un profundo análisis de las prioridades de investigación para la región. La experiencia existente en las zonas tropicales húmedas indican que la investigación en el campo del drenaje debe centrarse en tres aspectos importantes: investigación básica, reconocimiento del problema y evaluación y desarrollo de metodologías.

La investigación básica debe estar encaminada a mejorar el conocimiento de los aspectos agronómicos relacionados con la productividad de los cultivos en condiciones de exceso de humedad y en la obtención de metodologías para el diseño agronómico. Estas investigaciones deben hacerse tanto en el campo del drenaje sub-superficial como en drenaje superficial.

Aún cuando últimamente se están realizando muchas investigaciones en el campo de la hidrología de tierras agrícolas, en la actualidad no se cuenta con metodologías para el diseño hidrológico del drenaje que estén suficientemente probadas. Es de suma importancia incentivar estas investigaciones ya que una de las mayores fallas en el diseño del drenaje radica en la carencia de metodologías idóneas para el diseño hidrológico.

El reconocimiento del problema de drenaje es un aspecto de investigación aplicada que hasta ahora no ha sido considerado como tal. Por lo general el reconocimiento se basa en la utilización de estudios sistemáticos en hidrología y

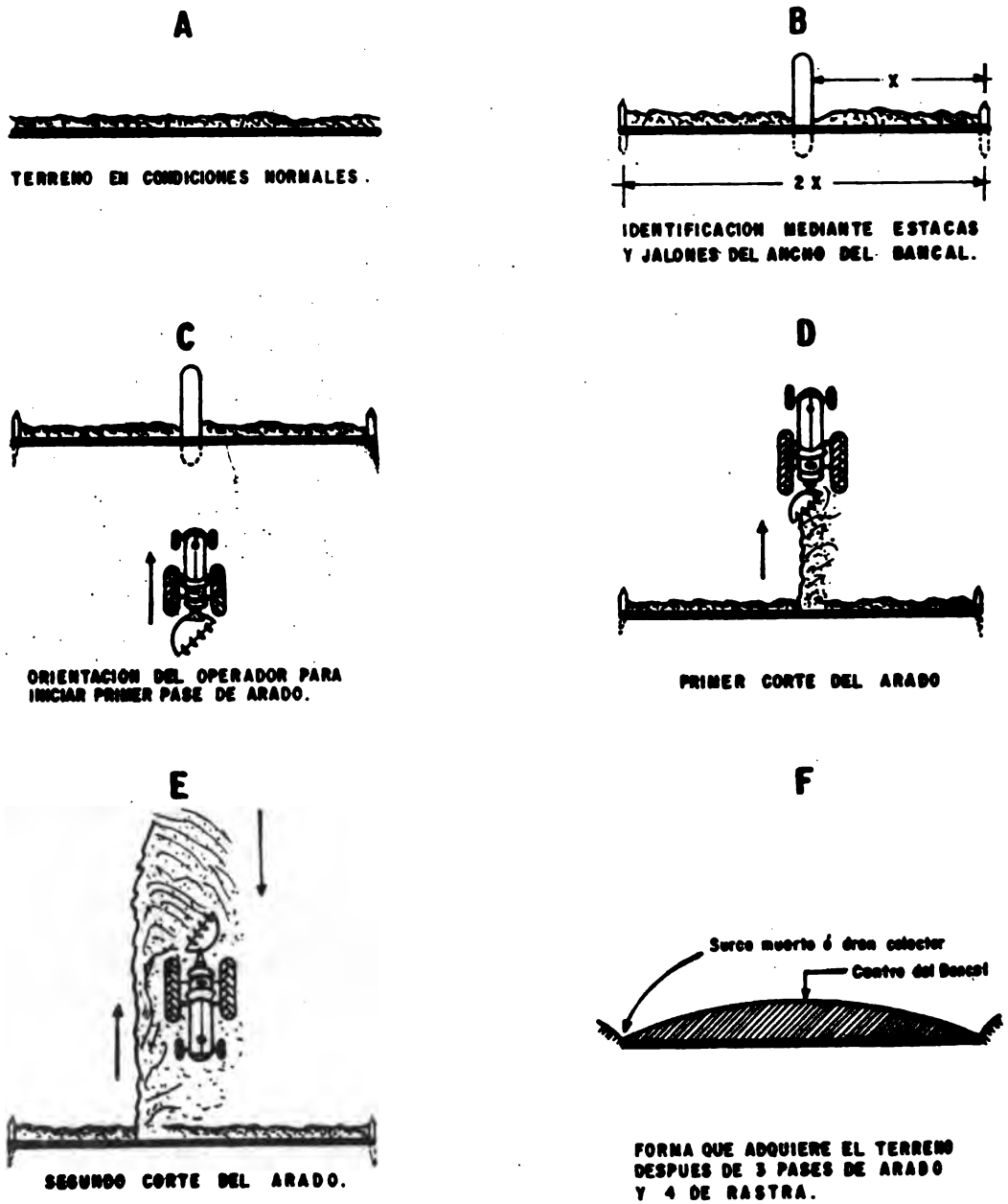


Figura.4 .- Secuencia a seguir para la construcción de un camellón ancho\*

\* Tomado de Mercano (1975)

suelos que terminan en un diagnóstico del problema. Sin embargo, esos estudios por lo general, no señalan las causas del problema y, por lo tanto, no pueden utilizarse directamente para el diseño de obras. Es necesario que los estudios de drenaje se conviertan en verdaderas investigaciones sistemáticas con la finalidad de proporcionar la información necesaria para el diseño de obras de drenaje así como para el análisis de alternativas. Otro aspecto importante que ha sido muy descuidado es el relacionado con la obtención de información básica en suelos e hidrología. En estos estudios es necesario el establecimiento de redes de información hidroclimática así como la realización de una evaluación de las tierras con problemas de drenaje. En la etapa inicial de los estudios de reconocimiento del problema sería interesante la utilización de las imágenes de satélites para establecer las prioridades de esos estudios.

La evaluación y desarrollo de metodologías de diseño y construcción de sistemas de drenaje es un tema de mucha importancia que merece especial atención. Las metodologías existentes como se mencionó anteriormente, deben ser evaluadas para probar su factibilidad y bondad para nuestro medio. Por otra parte, existen situaciones muy especiales para las cuales no se pueden utilizar las metodologías tradicionales; tal es el caso de las tierras con muy poca pendiente en las cuales no es posible evacuar los excesos de agua en el tiempo recomendado, para estos casos es necesario desarrollar metodologías diferentes a las tradicionales.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con las consideraciones anteriores se ha tratado de dar una visión general de la problemática del drenaje en latinoamerica con especial énfasis en las zonas tropicales húmedas. En base a ello consideremos de importancia la indicación de las siguientes CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

1. El drenaje de tierras agrícolas constituye una de las mejores y más económicas alternativas para el desarrollo futuro de la agricultura en Latinoamerica, especialmente en el trópico húmedo.
2. El poco desarrollo del drenaje en la región se debe principalmente a poca información y a la carencia de políticas de desarrollo agrícola que reflejen la realidad latinoamericana en especial en el trópico húmedo.
3. Es necesario que se establezcan políticas para incentivar la investigación para el desarrollo de metodologías que se adapten a nuestra realidad.
4. Es necesario establecer mecanismos de divulgación para concientizar a las instituciones que tienen en sus manos la toma de decisiones a fin de que establezcan planes de desarrollo para las zonas húmedas. Estos planes deben contener todos los elementos necesarios para el éxito, tales como investigación aplicada, obtención de información básica, realización de diagnósticos de la problemática y el establecimiento de programas de inversión y de financiamiento.
5. Como una vía para realizar la investigación aplicada, se recomienda el establecimiento de proyectos piloto que sirvan para probar las metodologías existentes y/o generar nuevas metodologías.

6. Finalmente se recomienda a los organismos internacionales de fomento de la agricultura la creación de un fondo especial para la investigación del drenaje, especialmente en los trópicos húmedos.



**BENEFICIOS NETOS IMPUTABLES AL  
DRENAJE SUPERFICIAL POR INTERMEDIO DE BANCALES**

Año	Rendimiento en plano (***) (Kg/Ha)	Rendimiento promedio de todos los Bancales (Kg/Ha)	Diferencia en rendimiento (Kg/Ha)	Beneficios Brutos (*) imputables al drenaje (Bs/Ha)	Costos del drenaje anual (Bs/Ha)	Costo por el área que se deja de drenar en los Bancales debido a los drenes (***) (Bs/Ha) (-)	Beneficio neto imputable al sistema de drenaje en Bancales (Bs/Ha)	Relación Beneficio costo (B/C)
1970	2146	2830	684	478,80	133,25	47,80	297,67	2,23
71	--	3720	-	--	133,25	--	--	--
72	2245	5000	2755	1928,50	133,25	192,85	1602,40	12,03
73	1257	3368	2111	1477,70	133,25	147,77	1196,68	8,98
74	1527	3643	2116	1481,20	133,25	148,12	1199,83	9,00
75	--	5722	--	--	133,25	--	--	--
$\bar{x}$	1794	3710	1916					

(-) Datos no publicados

(\*) Precio de venta actual = 1.15 Bs/Kg.

(\*\*) Se ha estimado este costo en un 10% del costo bruto

(\*\*\*) Datos promedios de 21 asentamientos campesinos atendidos por Foremaiz

Cuadro i Evaluación económica de camellones anchos o bancales (De León, 1976).

Cuadro 2. Trabajos, Publicaciones y Cursos sobre Drenaje, realizados por el CIDIAT

T e m a	Autor y Fecha	Observaciones
<b>1. INVESTIGACION</b>		
Análisis de un Modelo Hidrológico para la Simulación de Escorrentía.	Roberto A. Duque 1976	Tesis M.S.
Estudio de Alternativas para el Control de Crecientes en la Cuenca Baja del Río Chama.	Guillermo Gallardo 1978	Tesis M.S.
Estudio de la Planicie Inundable del Río Acarigua	Tomás A. Bandes, 1981	Tesis M.S.
Mapa de Planicies Inundables mediante un Modelo de Simulación Hidrológica.	José Högollón C. 1979	Tesis M.S.
Simulación del Flujo Bidimensional en Planicies Inundables.	Rafael Domínguez 1982	Tesis M.S.
Evaluación de un sistema de Drenaje en Turén.	Jorge Cáceres M. 1974	Tesis M.S.
Consideraciones Técnicas para el Diseño de un Sistema de Drenaje Subterráneo en un Sector del Sistema de Riego Boconó.	Carlos Alva A. 1976	Tesis M.S.
Evaluación de un Sistema de Drenaje Superficial en los Llanos Occidentales de Venezuela.	Alfredo De León 1975	Tesis M.S.
Procedimientos Hidráulicos utilizados en Tránsito de Avenidas y Aplicación de un Método en Modelos para Simulación de Escorrentía.	Jaime Bonilla 1978	Tesis M.S.
Determinación de la Resistencia de Entrada en Drenaje Subterráneo.	José Orbegoso 1978	Tesis M.S.
Desarrollo de un Modelo de Fluido Viscoso para el Estudio del Flujo subterráneo en Drenes Paralelos	Carmen Pong Wong 1978	Tesis M.S.
Efecto del Tiempo de Inundación en la Producción de Maíz y Pasto Brachiaria en dos suelos de Llanos Occidentales de Venezuela.	Rubén Garavito 1980	Tesis M.S.
Tolerancia de los cultivos Maíz (Zea mays, L.) y Pasto Brachiaria (Brachiaria Platigena) a diferentes condiciones de inundación para la determinación del tiempo de drenaje.	Guillermo Ramírez Ch. 1980	Tesis M.S.
Reconocimiento y Diagnóstico del Drenaje en el Valle de el Tocuyo, Edo. Lara.	Alberto Galindo R. 1983	Tesis M.S.
Análisis Agrofísico de las Relaciones entre el Nivel Freático y la Productividad de los cultivos, y su aplicación al Sistema Hidrológico Bocono-Masparro.	Miguel Angel Aguirre 1974	Tesis M.S.
Requerimientos de Lixiviación y Alternativas de Recuperación de un Suelo Salino-Sódico en el Sistema de Riego El Cenizo.	José Alvarez M. 1974	Tesis M.S.
Estimación de la Escorrentía en Cuenca Pequeñas mediante un Modelo de Simulación Hidrológico.	Martín García M. 1978	Tesis M.S.
Relación entre la Conductividad Hidráulica e Infiltración del Suelo.	Omar E. Aponte 1977	Tesis M.S.
Estudio de la Interacción, Encharcamiento y Fertilidad Nitrogenada sobre la Producción del Sorgo.	Francisco Obando M. 1980	Tesis M.S.
Efecto de la Fertilidad y el Nivel Freático sobre el Desarrollo y Crecimiento Vegetal.	Marcos Rolando A. 1980	Tesis M.S.
Diagnóstico de los Problemas de Salinidad en los Suelos del Valle del Tocuyo	José Alarcón M. 1982	Tesis M.S.
Relación entre el material base y la resistencia de entrada en drenaje subterráneo.	Luis Ráburi R. 1978.	Trabajo Especial
Efecto de la geometría del filtro protector y el espesor de las juntas en tuberías de drenaje subterráneo.	Luis Ráburi R. 1982	" "
Estimación de Caudales Máximos para Cuenca sin datos de Escorrentía en base a precipitación y Parámetros.	Rafael M. Rojas. 1981	" "
Estimación del Tiempo de Drenaje para el Diseño de Drenaje Superficial.	Rafael M. Rojas 1983	" "

Cuadro 2. (Continuación)

T e m a	Autor y Fecha
<b>2. ASISTENCIA TECNICA</b>	
Estudio del Sistema de Drenaje Superficial del Area Guanare-Masparro, Sector Sabaneta (MAC)	1982
Estudio de Crecientes de la Cuenca del Río Guanare	1983
Medidas Alternativas para el Control de Crecientes del Río Guanare, Edo. Portuguesa.	MARNR, 1983
Estudio de Evaluación de Alternativas para el Control de Inundaciones en el Río Escalante	MARNR, 1983
Control de Desbordes del Río Grande desde la descarga del Colector la Quebrada hasta la Desembocadura en el río Portuguesa.	1982
Estudio del Sistema de Drenaje Superficial del Area Guanare-Masparro, Sector Sabaneta-Dolores.	1981
Estudio de Pre-factibilidad para Recuperación de Tierras y Uso Pecuario en Sabana Caimán.	1971
Proyecto de Desarrollo Agrícola Boconó-Masparro, Módulo I. Primera etapa	1972
Diseño de un sistema de drenaje para el cultivo de Palma Africana, Dto. Páez Apure, Venezuela.	1983
Estudio de Alternativas para el Control de Inundaciones del Caño Igüez, Portuguesa, Venezuela.	1983
Proyecto Integral Area Masparro-Acequia, Barinas, Venezuela.	1971
Diseño de drenaje-Asentamiento El Ferro, Barinas, Venezuela.	1973
Anteproyecto de desarrollo Agrícola Pedraza, Barinas, Venezuela.	1974
Anteproyecto de Desarrollo Agrícola Chaparral, Barinas, Venezuela	1974
Anteproyecto de Desarrollo Agrícola Obispos, Barinas, Venezuela	1974
Diseño Hidráulico y estructural a nivel de proyecto del Sistema de Drenaje-Pedraza, Barinas, Venezuela.	1974.
<b>3. PUBLICACIONES REGULARES</b>	
Crecimiento, Desarrollo y Productividad de los Cultivos I. Salinidad. CIDIAT	Eybar Rojas, 1976 J. Christiansen, 1975
Procedimiento para Estimar la Influencia de la Napa Freática en la Productividad de los Cultivos. CIDIAT.	Aldo Norero y Miguel Aguirre, 1974
Estudio Agrofísico de las Relaciones entre la Napa Freática y la Productividad de los Cultivos. CIDIAT.	Aldo Norero, 1974
Relaciones Hídricas de las Plantas. CIDIAT	Eybar Rojas; 1975
Drenaje de Tierras Irrigadas. CIDIAT.	J. Christiansen 1975
Temas Introdutorios sobre Drenaje de Tierras de Riego. CIDIAT.	J. Christiansen y Carlos Grassl. 1975
Seminario de Drenaje de Tierras Agrícolas. CIDIAT.	Rafael M. Rojas 1976
El Proceso de Rehabilitación de Tierras Empantanadas y/o Salinas en la Costa del Perú. CIDIAT	Enrique Franco, 1976
Manual de Drenaje Agrícola. CIDIAT.	Carlos Grassl, 1975
Ecuaciones para el Cálculo de Espaciamiento de Drenes. 2a. Edición. CIDIAT	Luis Rózuri y Carlos Alva, 1982
Drenaje Superficial en Tierras Agrícolas. CIDIAT	Rafael Rojas, 1976

Cuadro 2. Continuación

Tema	Autor y Fecha
<b>3. PUBLICACIONES REGULARES (cont)</b>	
Reconocimiento del Problema del Drenaje. CIDIAT	Luis Rázuri, 1977
Tolerancia de los Cultivos Maíz (Zea Mays L.) y Pasto (Brachiaria Plantaginea) a Diferentes Condiciones de Inundación para la Determinación del Tiempo de Drenaje.	Guillermo Ramírez 1980.
Selección y Diseño de Materiales de Drenaje. CIDIAT	Luis Rázuri y Jose Orbegoso, 1982
Modelo de Drenaje Urbano y su Aplicación. CIDIAT	Roberto Duque, 1981
Simulación de Flujos Permanentes en Medio Poroso por el Método de los Elementos Finitos. CIDIAT.	Hervé Jégat, 1978
Hidrología de Tierras Agrícolas. CIDIAT.	Rafael Rojas, 1979
Estudio de la Planicie Inundable del Río Acarigua, Tomas I y II. CIDIAT.	Tomás, Bades. 1981
Algunas Consideraciones en el Desarrollo Físico, Drenes Naturales y Pequeñas Estructuras Hidráulicas. CIDIAT.	Alfredo De León. 1976
Impacto Ambiental de la Red de Drenaje en el Area de Desarrollo Integral del Programa Guanare-Masparro. CIDIAT	CIDIAT, 1980
El Sistema de Drenaje Artificial. Vialidad en el Area Guanare-Masparro su Posible Impacto en el Sector Agrícola y Algunas Alternativas. CIDIAT	Charles, Staver 1980
Análisis de la Problemática planteada por la Construcción de una Red de Drenaje y Vialidad en el Area del Proyecto Guanare-Masparro.	J. Louis Aubert 1980.
<b>4. CURSOS ENTRE 1965 y 1983</b>	
Cursos Regulares Riego y Drenaje. Mérida, Venezuela	1969 y 1970
Cursos de Postgrado Riego y Drenaje. Mérida, Venezuela.	1973, 1975, 1977, 1979, 1981, 1983
Seminario de Drenaje de Tierras Agrícolas. Mérida, Venezuela.	1976
Manejo de Planicies Inundables, Mérida, Venezuela.	1977
Suelos, Riego y Drenaje. Quito, Ecuador.	1966
Riego y Drenaje. Cochabamba, Bolivia	1966
Drenaje. Lima, Perú.	1967
Riego y Drenaje, Fusagasuga, Colombia.	1967
Drenaje de Tierras Agrícolas, Maracaibo, Venezuela	1968
Suelos, Riego y Drenaje, Santiago del Estero. Argentina.	1968
Riego y Drenaje, Petrolina, Brasil.	1965
Riego y Drenaje, Montevideo.	1969
Riego y Drenaje. Alajuela, Costa Rica.	1972
Drenaje y Salinidad. Quito, Ecuador.	1972
Riego y Drenaje. Campina Grande, Brasil	1972
Riego y Drenaje. Sto. Domingo. Rep. Dominicana.	1973
Riego y Drenaje. Port-au-Prince. Haití.	1973
Riego y Drenaje. Caracas, Venezuela	1975
Riego y Drenaje. Managua, Nicaragua.	1975
Obras de Riego y Drenaje, Mérida, Venezuela.	1975
Drenaje Agrícola. Mérida, Venezuela.	1975
Drenaje de Tierras Agrícolas. Sto. Domingo, Rep. Dominicana.	1977
Drenaje Agrícola, Mérida. Venezuela.	1978
Riego y Drenaje. Managua, Nicaragua.	1978
Drenaje de Tierras Agrícolas, Lima. Perú	1978
Control de Inundaciones y Drenaje Superficial, Cochabamba, Bolivia.	1979
Control de Inundaciones. Mérida, Venezuela.	1979
Drenaje de Tierras Agrícolas. Mérida, Venezuela	1979
Drenaje de Tierras Agrícolas. Mérida, Venezuela	1980
Drenaje de Tierras Agrícolas. Mérida, Venezuela	1981
Drenaje y Control de Inundaciones, Mérida Venezuela	1983
Drenaje de Tierras Agrícolas. Chapingo, México.	1983
Control de Inundaciones. Mérida, Venezuela	1983

## BIBLIOGRAFIA

- Carter, Cade E., W.W. Donnan, L.G. King and G.O. Schwab, (1975). Agricultural Drainage Research Needs and Priorities, 1974. Transaction ASAE, Vol Pags. 529-534.
- CIDIAT, (1976). Primer Seminario de Drenaje de Tierras Agrícolas. Conclusiones y Recomendaciones. CIDIAT. Mérida, Venezuela.
- De León, Alfredo, (1976). Evaluación del Sistema de Drenaje en Bancales. Tesis de Magister Scientiae. CIDIAT. Mérida, Venezuela.
- Denevan, William M. and Alberta Zucchi, (1975). Ridged-Field Excavation in the Central Orinoco Llanos, Venezuela. Advances in Andean Archeology, D.L. Broeman, ed. Mouton the Hague.
- Landsberg, H.E., (1969). World Survey of Climatology, Volume 12, Climates of Central and South America. Elsevier Publishing Company, Amsterdam..
- Marcano, Felipe y Carlos González, (1976). Experiencias sobre Mejoramiento de Drenaje Superficial de Suelos Pesados para el Cultivo del Maíz. Primer Seminario de Drenaje de Tierras Agrícolas. CIDIAT. Mérida, Venezuela.
- Rojas, Rafael, (1976). Drenaje Superficial de Tierras Agrícolas. CIDIAT. Mérida, Venezuela.
- Segeren, W.A., (1983). Introduction to Polders of the World. Water International. Vol. 8, N° 2. Pags. 51-54.
- Venezuela, MOP, MAC, SAS, (1974). Plan Integral de Aprovechamiento y Producción de los Módulos de Apure. Comisión para el Desarrollo Integral de los Módulos de Apure (CODEIMA). Caracas, Venezuela.
- Walter, Heinrich, Elisabeth Harnickell y Dieter Mueller-Dombois, (1975). Climate-diagram Maps of the Individual Continents and the Ecological Climatic Regions of the Earth. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, New York.





**VII SEMINARIO  
LATINOAMERICANO  
DE IRRIGACION**

**SANTIAGO DE CHILE, 28 DE NOVIEMBRE  
AL 2 DE DICIEMBRE DE 1983**

**DOCUMENTO D-14**

**"ACCIONES ESTRUCTURALES Y NO ESTRUCTURALES EN EL CONTROL DE INUNDACIONES"**

**Por: Prof. J. Antonio Maza A. (\*)**

---

**(\*) Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).**





## VII SEMINARIO LATINOAMERICANO DE IRRIGACION

### ACCIONES ESTRUCTURALES Y NO ESTRUCTURALES EN EL CONTROL DE INUNDACIONES

Prof. J. Antonio Maza A.  
Instituto de Ingeniería. UNAM.  
México

#### 1. INTRODUCCION

El agua, como elemento vital, ha obligado al hombre a vivir cerca de donde encontrarla; principalmente a la orilla de ríos y arroyos, lagos y junto a manantiales y oasis. Por ser los ríos más numerosos y extensos, una mayor parte de la humanidad ha vivido en sus riberas. Así, las primeras civilizaciones se lograron en --- aquellas regiones en que, además del agua, se contó con grandes planicies que pudieron ser regadas y permitieron el desarrollo de la agricultura. Tal fue el caso de civilizaciones como la egipcia y mesopotámica.

La relación histórica entre el hombre y los ríos ha sido una constante lucha para aprovechar sus beneficios y evitar o reducir sus daños o desventajas.

Entre los beneficios y usos que los ríos proporcionan se pueden citar:

1. Fuente de agua para uso humano
2. Fuente de agua para consumo animal
3. Fuente de agua y fertilizantes para la agricultura
4. Vías de navegación y medio de transporte
5. Fuente de energía mecánica y eléctrica
6. Bancos de grava y arena
7. Lugar de recreo y esparcimiento

y entre sus principales desventajas es posible mencionar que:

- a) Representan un obstáculo para su cruce
- b) Tienden a destruir constantemente las obras que se construyen para aprovecharlos; ya sea erosionándolas o azolvándolas
- c) Destruyen las obras y cultivos que están sobre sus márgenes cuando ocurren --- corrimientos laterales o se desarrollan meandros
- d) En épocas de secas pueden dejar de conducir el mínimo de agua requerida
- e) En época de lluvias pueden producir inundaciones

En este trabajo se hará referencia a esta última desventaja de los ríos: las inundaciones, así como a las acciones que el hombre puede emprender para evitarlas, - reducir en lo posible sus efectos, o cuando menos predecir su ocurrencia con ante lación.

#### 2. INUNDACIONES

El gasto líquido de un río siempre es variable, y depende de la distribución de - las lluvias en su cuenca, tanto en el espacio como en el tiempo, así como de las variaciones en las elevaciones de los niveles freáticos de sus aguas subterráneas. Cuando los gastos en un río son altos, puede ocurrir que se rebase la capacidad - de conducción del cauce principal, con lo que las aguas se desbordan invadiendo - las tierras adyacentes.

El agua que se desborda puede:

- 1) Escurrir sobre la planicie y retornar al río, más aguas abajo
- 2) Escurrir sobre la planicie y reconocer otros cauces
- 3) Alimentar lagunas existentes
- 4) Quedar estancadas en partes bajas
- 5) Infiltrarse
- 6) Evaporarse

Los volúmenes de agua desbordada son restadas al caudal del cauce principal y por ello, los niveles máximos alcanzados por el agua pueden ser menores aguas abajo, al grado de producirse grandes inundaciones en los tramos de aguas arriba y no -- llegar el río a desbordarse en las zonas cercanas al mar. Cuando la cordillera -- está cercana al mar y por tanto, la planicie del río es reducida o no existe, las

inundaciones abarcan casi toda la longitud del río; sin embargo debido a que las pendientes son grandes, las inundaciones duran poco tiempo, aunque sus efectos -- pueden ser desastrosos debido a las altas velocidades que alcanza el agua. En cambio, si la planicie esta bien desarrollada, las pendientes del río son menores y debido a ello las inundaciones cubren grandes extensiones y duran más tiempo.

## 2.1 Consecuencia de las inundaciones

2.1.1 Daños o desventajas. Las inundaciones pueden producir daños y beneficios si multáneamente. Los daños se deben tanto a la elevación que alcanza el agua sobre el terreno natural, como a las velocidades que pueda alcanzar ~~el~~ agua. Entre los daños más importantes se pueden citar:

- 1) Pérdidas de vidas humanas
- 2) Pérdidas de ganado y animales en general
- 3) Destrucción de cultivos y de algunos tipos de vegetación
- 4) Deterioro o destrucción de casas, muebles y víveres
- 5) Interrupción y/o destrucción de vías de comunicación
- 6) Interrupción de servicios como: eléctricos, telefónicos, agua potable y drenaje
- 7) Propagación de enfermedades

Referente a la economía y magnitud de los daños señalados conviene ~~distinguir~~ las situaciones extremas:

- a) Cuando el río desborda anualmente o con mucha frecuencia
  - b) Cuando el río rara vez se desborda y, a lo largo del año casi no escurre agua.
- Dentro de los dos casos extremos señalados, hay ríos con cualquier condición intermedia. Si se considera la primera de las situaciones extremas señaladas, es -- decir cuando existen avenidas anuales, puede ocurrir lo siguiente: prácticamente no hay pérdidas de vidas humanas y son escasas las pérdidas de animales, ya que -- los habitantes de esas regiones están acostumbrados a las inundaciones y toman -- las precauciones necesarias al iniciarse la época de lluvias. Referente a los cul tivos, solo se pierden si las avenidas se adelantan y ocurren antes de levantar -- las cosechas. En esas regiones, más que de pérdidas de cultivos, se debe hacer -- mención a la imposibilidad de un segundo o tercer ciclo de cultivo, o de sembrar especies con vida mayor de 6 meses. La interrupción de las comunicaciones y de -- algunos servicios, así como la presencia de enfermedades hídricas son daños que -- casi siempre ocurren.

En cambio cuando las inundaciones tienen períodos de retorno grandes todos los da ños señalados pueden ocurrir, ya que los habitantes ribereños no tienen costumbre de lidiar con las inundaciones, al grado de que algunos no han visto nunca una -- inundación. En regiones semiáridas, en que los ríos casi nunca tienen agua, se -- llega al extremo de que muchas personas se instalan y construyen dentro del cauce del río; al ocurrir la siguiente avenida, lo primero que es destruido es lo que -- se encuentra en dicho cauce.

2.1.2 Beneficios o ventajas. Entre los principales beneficios producidos por las inundaciones estan:

- 1) Humedecen y fertilizan los campos de cultivo
- 2) Producen una recarga intensa de los acuíferos
- 3) El agua almacenada en zonas bajas forma pequeñas lagunas que contribuyen a la supervivencia de la fauna, sobre todo en zonas semiáridas
- 4) Evitan desbordamientos en zonas aguas abajo, que podrían estar más pobladas

A medida que se puebla y desarrolla una región, los daños empiezan a ser mayores que los beneficios, y por tanto, se tiende a evitar o reducir las inundaciones. Sin embargo, con obras adecuadas se pueden lograr que las ventajas señaladas en -- los puntos 1, 3 y 4, sigan existiendo. Lo más difícil de alcanzar es la recarga -- de los acuíferos, la cual queda supeditada a la precipitación local y a la infil-- tración que ocurre a lo largo del río.

## 2.2 Acciones de protección contra inundaciones

Para evitar o reducir las inundaciones, o disminuir sus efectos perjudiciales se

pueden tomar acciones de dos clases

- 1) Directas o estructurales
- 2) Indirectas o no estructurales

Las primeras son aquellas que interfieren directamente con los escurrimientos. -- Consisten en obras que permiten que el agua sea almacenada, desviada, confinada o que escurra más rápidamente.

Las segundas son aquellas que no interfieren con los escurrimientos de un río y -- por tanto, no los modifican, pero permiten conocer con antelación los volúmenes -- que puedan escurrir y los gastos máximos que se alcanzarán en determinados sitios. Con ello se logra avisar con tiempo a los moradores de las áreas afectadas, evi-- tando así la pérdida de vidas humanas y animales y en ocasiones reduciendo consi-- derablemente los daños materiales.

Dentro de este segundo grupo también se suelen incluir todas las medidas y accio-- nes que se toman para operar en forma óptima, las estructuras, o acciones direc-- tas construidas a lo largo del río.

### 3. ACCIONES DIRECTAS O ESTRUCTURALES

Las principales acciones directas o estructurales que se pueden construir o lle-- var a cabo para evitar o disminuir las inundaciones, cuando menos en una zona pre-- seleccionada, son las siguientes:

- 1) Bordos perimetrales a poblaciones o construcciones de importancia
- 2) Bordos longitudinales a lo largo de una o ambas márgenes del río
- 3) Desvíos permanentes por medio de cauces de alivio, en que el agua es dirigida hacia otros ríos, lagunas costeras o directamente al mar
- 4) Desvíos temporales a lagunas o zonas bajas de la planicie de inundación
- 5) Corte de meandros, auxiliado permanentemente con dragado
- 6) Presas de almacenamiento con capacidad para regular avenidas
- 7) Presas rompe-picos. Puede ser una o varias en serie
- 8) Dragado del cauce principal
- 9) Limpieza de la vegetación, en el cauce principal
- 10) Drenaje, para el agua de lluvia que cae en zonas protegidas

Únicamente en áreas muy particulares una sola de las acciones señaladas resuelve completamente el control de las inundaciones. Cuando se desea proteger grandes -- extensiones, siempre se requiere de la combinación, hidráulicamente adecuada, y to-- pográfica y geográficamente afortunada, de dos o más de las acciones señaladas. Las acciones estructurales pueden llegar a evitar totalmente los desbordamientos de un río, e igualmente evitar que la zona protegida se inunde por lluvia, al -- construir un buen drenaje. La principal desventaja de este tipo de acciones es -- su costo, el que por ser tan elevado no puede ser cubierto en la medida necesaria, aún cuando se conozca que el beneficio que se logre sea mucho mayor que el costo de las obras.

Otro aspecto fundamental que debe ser tomado en cuenta, al construir una obra de defensa contra inundaciones, es el hecho de que las personas protegidas se consi-- deran seguras y se olvidan de luchar y protegerse contra inundaciones. Por ello, es preferible *NO* hacer obra alguna, que hacerla sin los estudios previos y sin -- los medios económicos que garanticen una construcción segura y confiable.

A continuación y en forma sucinta se describirán las acciones directas o estruc-- turales y se resaltarán algunos puntos de interés a tener en cuenta durante su -- diseño.

#### 3.1 Bordos Perimetrales

Se mencionó con anterioridad que existe la tendencia humana a establecerse cerca de los ríos. En un principio, la gente acepta los peligros y molestias de las -- inundaciones, con tal de disponer de agua para su subsistencia. Cuando se desarro-- llan dichos asentamientos y se desea protegerlos contra las inundaciones, la solu-- ción más económica y explícita, dependiendo de la topografía, consiste en rodear-- los parcial o completamente con un bordo, al que se denomina bordo perimetral. -- El bordo rodeará completamente al poblado cuando éste se localiza en una zona pla

na. Si parte del poblado está en una zona alta o si la topografía lo permite, el bordo sólo se construirá en la zona baja y se empotrará a las más elevadas. Esta acción estructural es la más económica que puede construirse y presenta la ventaja adicional de no alterar los niveles de la corriente ya que su efecto sobre ella es nulo o muy reducido. Esto evita cálculos hidráulicos e incertidumbre en las elevaciones máximas que pueda alcanzar el agua. Esta solución también sirve para proteger construcciones aisladas como centrales termoeléctricas, fábricas subestaciones, etc.

Por ser el bordo perimetral una frontera entre el poblado y el río, se deberá disponer de medios para alojar las aguas de lluvia que caigan dentro de la zona protegida. Para ello se pueden seguir, entre otros, alguno de los dos procedimientos siguientes: a) construir un depósito que tenga una capacidad igual al máximo volumen esperado que llueva. Dicho depósito estará comunicado al río por medio de una tubería que pase por debajo del bordo, y dispondrá de una válvula, ya sea manual o automática, que se cierre cuando el agua del río sobrepase una elevación prefijada y se abra cuando descienda de dicha elevación. b) Construir un depósito reducido con una estación de bombeo, cuya capacidad quedará fijada por el gasto máximo escurrido por las calles y/o el alcantarillado.

### 3.2 Bordos Longitudinales

Los bordos o diques longitudinales, como su nombre lo indica, se construyen a lo largo de las márgenes de los ríos y sirven para proteger varios pueblos o ciudades simultáneamente, grandes extensiones de terreno de alta productividad agrícola y ganadera, o bien, regiones desarrolladas que cuentan además con vías de comunicación e instalaciones fabriles y de servicios.

Los diques longitudinales se pueden construir en una o ambas márgenes, puesto que su construcción se inicia cuando la zona ha alcanzado un cierto grado de desarrollo, tienden a construirse lo más cerca posible de las orillas, al menos frente a los poblados y ciudades que estén adyacentes al río; además, cuando la orilla propiamente dicha tiene una mayor elevación que la planicie, conviene construir los bordos en ese lugar para que sus costos puedan reducirse. Sin embargo, conviene recordar que la altura de los bordos depende, entre otros factores, de su separación, por lo que conviene, siempre que se pueda, construirlos sobre las planicies, separados de las orillas del río.

Los diques longitudinales modifican completamente las condiciones de los escurrimientos durante las avenidas, tanto en el tramo comprendido entre los bordos, como en las zonas contiguas aguas abajo y aguas arriba de la protección. En general, los tirantes o elevaciones que alcanza el agua, ya construidos los bordos, son mucho mayores que los que había para la misma avenida, antes de su construcción. Lo anterior ocurre debido a que al impedir el desbordamiento del agua, y evitar que un cierto volumen de la misma escurra sobre la planicie, se obliga a que toda el agua paso por un área mas reducida. Si el tramo protegido tiene una gran longitud, los bordos pueden llegar a aumentar en altura a medida que avanzan hacia aguas -- abajo; sin embargo es usual que los bordos tengan una altura media constante en toda su longitud.

En la zona inmediata aguas arriba de una protección a base de bordos, los niveles que alcanza el agua también son mayores que antes de existir la protección, ya que la sobreelevación explicada, en el inciso anterior, produce un remanso que in fluye hacia aguas arriba.

Hacia aguas abajo, la sobreelevación del agua es igualmente mayor que antes de la construcción de la protección, ya que con los bordos se obliga a transportar toda la avenida entre ellos y los gastos en el río, aguas abajo de la obra, son mayores que cuando se podían producir desbordamientos. Si una protección, con bordos de gran longitud, se hace sin ningún estudio previo, los tramos más afectados son los que se encuentran aguas abajo de donde termina la protección, al grado de que zonas que nunca eran cubiertas por el agua pueden ser ahora seriamente inundadas. Cuando sólo se protege una margen, los daños aguas arriba y abajo de la protección no son notables, ya que la margen no protegida se sigue inundando y por tan-

to, grandes volúmenes de agua aún pueden ser sustraídos al hidrograma del cauce principal. Aunque los niveles del agua en la planicie inundada pueden ser más altos, no se incrementan los daños producidos a la agricultura, pero sí se pueden afectar las vidas humanas y la ganadería. Por otra parte, los incrementos de nivel, que ocurren en la margen no protegida, pueden inundar nuevas áreas que antes no se inundaban. La extensión de esas áreas y los daños que en ellas ocurren, dependen en gran medida de su topografía y de la longitud de la protección construída en la margen opuesta.

La elevación de la corona de los bordos longitudinales es función de la elevación que alcanza el agua en el río una vez que dicha obra es construída. Esta elevación depende a su vez de:

- a) El gasto máximo de la avenida de diseño seleccionada. Dependerá de la probabilidad aceptada de que ese gasto sea sobrepasado, la cual es función del período de retorno de la avenida seleccionada y de la vida útil que se considere a la obra.
- b) La separación entre ambos bordos. Cuanto mayor sea su separación menor será su altura.
- c) La longitud de los bordos. A mayor longitud de bordos, mayor podrá ser la elevación de los mismos sobre el terreno natural, sobre todo en sus tramos de aguas abajo.

La selección de la avenida de diseño, dependerá, por tanto, de un estudio económico que compare el beneficio obtenido al evitar los daños que se producirán sin los bordos, con el costo de los mismos. Ello se tendrá que hacer para varias avenidas con diferentes períodos de retorno.

Por el alto costo que pueden alcanzar los bordos y por el peligro que representa el tener elevaciones del agua demasiado altos en el río, no se debe seleccionar la protección contra inundaciones utilizando únicamente este tipo de solución, sino en combinación con una o varias de las soluciones que se describen más adelante.

Debe tenerse en cuenta que los bordos longitudinales tienen que ser completamente seguros, al igual que cualquier otra obra de protección, ya que:

- a) La gente se confía al estar protegida y no toma las precauciones acostumbradas en anteriores épocas de avenidas
- b) Dentro de la zona protegida se acelera la construcción de obras más costosas, ya que no se dañarán con las inundaciones, y sobre todo porque,
- c) De romperse un bordo, las inundaciones ocurren con mayor rapidez y alcanzan niveles mayores que antes de la construcción de los bordos, al menos en la zona cercana a la posible rotura.

3.2.1 Comentarios. La avenida de diseño que finalmente se selecciona para calcular la altura de los bordos, depende del beneficio que se logre con dicha obra y de su costo. Al proteger una zona con bordos longitudinales no siempre es posible construirlos con una altura tal, que la proteja contra cualquier avenida que pueda presentarse. En otras palabras, la avenida de diseño seleccionada puede tener un período de retorno de 25, 50 ó 100 años únicamente. Puesto que avenidas más grandes se pueden presentar, y por tanto, los bordos pueden ser rebasados, se debe elaborar un procedimiento en el que se establezcan las acciones que se deben seguir, cuando se conozca, por las lluvias registradas, que la avenida por presentarse va a ser mayor que la de diseño. Entre esas acciones se deben considerar: como desalojar a la población, en qué lugares conviene romper los bordos, etc., incluidas todas ellas en las secciones indirectas o no estructurales que son comentadas posteriormente.

3.2.2 Dimensiones de los bordos. En el plano topográfico de la zona que se tiene que proteger, se localizan los bordos procurando que queden lo más separado posible de las orillas mientras las ciudades y construcciones lo permitan. Seleccionado el trazo de los bordos se deberán obtener las variaciones de los niveles del agua en todo el tramo entre bordos. Para ello, del estudio hidrológico se selec--

cionarán una o varias avenidas probables de diseño, o el rango dentro del cual -- podrá esta el que finalmente se escoja como gasto de diseño. La determinación de los tirantes del agua y su variación en el tiempo y a lo largo del cauce principal, así como en diferentes puntos de la planicie puede lograrse con las siguientes variantes.

3.2.2.1 Sin bordos, en condiciones naturales. Para conocer los niveles que alcanza el agua en cualquier punto de la zona bajo estudio y en cualquier instante de tiempo durante el paso de la avenida de diseño, en condiciones actuales sin bordos se puede utilizar un modelo matemático o físico que permita analizar simultáneamente el tránsito de la avenida a lo largo del cauce del río y de su respectiva planicie. Al mencionar modelo físico se hace preferencia a una modelo fluvial de fondo fijo y distorsionado, es decir, aquel que tiene la escala vertical diferente y menor que la horizontal.

El uso de los modelos indicados requiere contar con una topografía de detalle de toda la zona que puede ser cubierta por las aguas. Además en los planos topográficos se tendrán que señalar también, todos los obstáculos que pueda haber al paso de la corriente, como bordos, muros, canales, caminos y construcciones en general. Por otra parte, antes de estudiar el efecto de la avenida de diseño, dichos modelos deberán ser calibrados, es decir, se tendrán que ajustar para que reproduzcan los efectos de una avenida registrada y observada. Para ello se requiere de observaciones directas de los niveles del agua alcanzados en alguna avenida pasada. Por tal motivo, se colocarán escalas en el mayor número posible de sitios, cubriendo toda el área inundable y a todo lo largo del tramo en estudio. En ocasiones, únicamente se cuenta con las elevaciones del agua en algunas secciones -- del río; bajo esas circunstancias, las observaciones deberán complementarse con fotografías aéreas tomadas durante el paso de alguna avenida; con dichas fotografías se pueden conocer y delimitar las áreas inundadas, en diferentes instantes de tiempos.

Los datos anteriores permiten calibrar el modelo utilizado, lo cual consiste en reproducir, en el modelo, los mismos resultados que se han observado en la naturaleza; para ello generalmente se ajustan coeficientes de rugosidad y coeficientes de pérdida en obstáculos. Téngase en cuenta que cuanto mayor sean los datos observados disponibles, mejor será la calibración. Calibrado el modelo, se aplicará al estudio de la avenida o avenidas seleccionadas en el estudio. Para cada una de -- ellas se obtendrán: los máximos niveles que alcanzará el agua a lo largo del tramo de río por proteger, la extensión cubierta por las aguas y la velocidad de la corriente en algunos sitios de interés. Conocidos los efectos de la avenida de diseño, bajo las condiciones actuales, se podrán estimar los beneficios que se --- obtengan con los bordos que se construyan.

3.2.2.2 Con bordo en una sola margen. Este estudio se llevará a cabo únicamente -- cuando una de las márgenes esté habitada y la otra por cuestiones topográficas se encuentre casi siempre inundada, no se aproveche para la agricultura y ganadería y, su desecación y uso esté programado para un futuro lejano. Para conocer los niveles del agua en la planicie protegida, así como aguas arriba y abajo de la ubicación del bordo, se deberá usar cualquiera de los modelos ya señalados. Obtenidas las elevaciones del agua, para diferentes avenidas, en la frontera señalada -- por el bordo, y dado un bordo libre se calculará el costo de la obra para cada -- una de esas avenidas, el que posteriormente se comparará con el beneficio que cada obra pueda aportar.

Si la planicie no protegida es muy amplia y la longitud del bordo es reducida, -- los niveles del agua con y sin protección varían poco. El conocimiento de los niveles antes de la protección facilita la determinación de la altura del bordo, ya que evita estudios complejos y el uso de los modelos indicados.

3.2.2.3 Con bordos en ambas márgenes. Cuando se construyen bordos en ambas márgenes, la calibración del modelo disponible ya sea matemático o físico, se reducirá a la zona entre bordos; y por tanto la rugosidad del modelo será lo más importante a determinar durante dicha calibración.

Si se procede analíticamente, el cálculo de los niveles se puede hacer de dos maneras, dependiendo del tiempo que dura el gasto máximo de la avenida. Si esa duración es mayor que la que requiere la onda para transitar toda la longitud protegida, se puede considerar que, para el gasto máximo el flujo es permanente. Si es menor, el flujo es transitorio o no permanente.

Un segundo hecho que debe tomarse en cuenta durante el cálculo es la separación de los bordos. Si los bordos son construidos en la orilla del cauce se considera que el agua escurre por una única sección. En cambio, si los bordos están separados de la orilla, se tendrá una sección variable que se dividirá en dos: una correspondiente al cauce principal y otra a la zona o zonas de planicie. Esta división obliga a considerar dos coeficientes de rugosidad: el del cauce del río y el de las planicies. En casos extremos, cada una de las dos planicies podrán requerir un coeficiente de rugosidad diferente.

Por lo indicado anteriormente, se pueden presentar varias condiciones para el cálculo.

- 1) Flujo permanente con sección única. Dicha sección es la del cauce del río. Esta condición es la mas sencilla de calcular
- 2) Flujo permanente con sección compuesta. Esta última estará formada por la sección del río más las secciones sobre la planicie entre las orillas y los bordos
- 3) Flujo transitorio con sección única
- 4) Flujo transitorio con sección compuesta

### 3.3 Desvíos permanentes o cauces de alivio

Esta solución consiste en desviar un cierto volumen de agua del cauce principal y conducirlo, por medio de un canal, hacia el mar o a otra cuenca, de tal manera que ese volumen no regrese al río del cual partió. Cuando se protege una zona con bordos longitudinales, se tiene el inconveniente de su alto costo, ya que si la longitud de la protección es muy larga, las alturas de los bordos que protegen los tramos de aguas abajo pueden llegar a ser considerables. En nuestro medio, cuando esas alturas son mayores de unos 4 m, los bordos empiezan a ser peligrosos. Como se ha podido ver, la altura de los bordos depende principalmente del gasto máximo de la avenida seleccionada. Por tanto, para reducir dicha altura se pueden construir cauces de alivio, si resulta factible topográfica y geográficamente. El objetivo de la solución consiste en reducir el gasto máximo de las avenidas. Así, el gasto máximo que escurra por el río aguas abajo del desvío, será igual al gasto máximo de la avenida de diseño que baja por el río menos el gasto desviado. Los cauces de alivio generalmente se forman sobre la planicie, limitando sus fronteras con dos bordos longitudinales. Por tanto, no se excava el canal de alivio, sino únicamente un pequeño cauce central, cuyo material se utiliza para construir los bordos mencionados. La altura de dichos bordos depende, entre otros factores de su separación, por lo que conviene separarlos lo más posible. Según se ha mencionado, el terreno natural de la planicie forma el fondo del cauce de alivio; y en muy raras ocasiones se excava el cauce de alivio ya que es una solución demasiado costosa.

La operación del conjunto, río y cauce de alivio, considera dos bordos longitudinales a lo largo del río, más el cauce de alivio en una de las planicies. En el sitio del desvío se interrumpe el correspondiente bordo del río y ambos extremos se unen a los bordos del cauce de alivio. Mientras los gastos en el río son bajos y no alcanzan a sobrepasar la capacidad del cauce principal, todo el gasto escurrirá por el río. Cuando los gastos aumentan, los niveles del agua suben hasta que toda la sección entre los bordos longitudinales queda cubierta por el agua. Como la entrada del cauce de alivio tiene un nivel prácticamente similar al nivel del terreno natural, una parte del agua empieza a escurrir por él, de tal suerte que de ahí en adelante se cumplirá que: el gasto en el río aguas abajo del desvío es igual al gasto que proviene de aguas arriba menos el gasto desviado.

Al pasar el pico de la avenida frente a la entrada del desvío, (A), véase la fig 1, la elevación del agua debe permitir que con la longitud ,L, seleccionada a la

entrada del cauce de alivio se desvíe un gasto  $Q_d$ , que garantice que el gasto  $Q_b$ , pueda transitar con seguridad por el río, y que los bordos a lo largo del tramo de aguas abajo, sean económicos. En la sección  $B$ , el nivel del agua será el correspondiente al gasto  $Q_d$ .

Para calcular la longitud  $L$ , se procura que toda la escotadura de entrada tenga el mismo nivel, y se acepta que en ella se forme una sección crítica. Para garantizar lo anterior se acostumbra construir una plantilla de concreto y en ocasiones un pequeño cimacio que se eleva unos 50 cm sobre dicha plantilla.

El cauce de alivio se calcula como un canal, con flujo permanente o transitorio, según lo explicado al hablar de los bordos longitudinales, con la ventaja de que su sección es prácticamente uniforme. Puesto que la altura de sus bordos, es función, entre otros factores, de su separación, conviene separarlos lo más posible, ya que el terreno entre ellos se podrá aprovechar para agricultura o ganadería. La precaución fundamental que se tiene que tomar consiste en limpiar el cauce al empezar la época de avenidas, para reducir a un mínimo el coeficiente de rugosidad. Por tanto, la construcción de los bordos del cauce de alivio no impide el aprovechamiento de la tierra entre ellos, pero presenta la ventaja de delimitar la zona en donde no se puede construir nada, ni colocar ningún obstáculo.

Cuando en el río, aguas abajo del cauce de alivio, se desea garantizar que no pase un gasto mayor de un valor prefijado, aún para avenidas mayores a la de diseño y se prefiere que los daños ocurran a los lados y a lo largo del cauce de alivio, se deberá construir una estructura limitadora del gasto en la zona  $B$ , dentro del cauce principal, véase la fig 1. Esa estructura podrá estar construida con orificios, tuberías cortas o tener compuertas, y tendrá su nivel inferior al nivel del fondo del río. Al presentarse una avenida, la apertura de las compuertas se ajustará para permitir únicamente el paso del  $Q_b$ , deseado. El remanso que esto produce favorece el desvío del gasto  $Q_d$ .

#### 3.4 Desvíos temporales

Los desvíos temporales se pueden efectuar cuando a los lados de un cauce, protegido con bordos longitudinales, existen zonas bajas o lagunas que pueden ser inundadas momentáneamente mientras transcurre una avenida. Aunque son zonas que pueden tener aprovechamiento agrícola o ganadero, los daños que se ocasionan en ellas, al inundarlas, son pequeños porque de antemano se destinan a ese propósito. Al escoger una zona para que reciba parte de las aguas de una avenida, se impide de antemano que en ella se construyan obras o viviendas.

Este tipo de solución, al igual que los cauces de alivio, se combinan con bordos longitudinales. La diferencia principal estriba en que mientras en un cauce de alivio se tiene la posibilidad de desviar volúmenes muy grandes, mientras no se rebase el gasto máximo que puede conducir dicho cauce, en los desvíos a lagunas o zonas bajas sólo se puede desviar en volumen prefijado, que es igual a la capacidad de la laguna o zona baja, el cual se conoce de antemano. Otra diferencia consiste en que el agua almacenada en la laguna debe regresar al río en cuanto descienden los niveles de él, ya que el volumen útil de la laguna debe estar disponible para la siguiente avenida. De aquí que en el estudio hidrológico se debe determinar también la posibilidad de ocurrencia de varias avenidas seguidas y los tiempos entre una y otra.

Por lo antes descrito, esta solución se puede aplicar únicamente cuando se dispone de lagunas o zonas bajas adyacentes al río, y que además sean cerradas; es decir, que no estén comunicadas con otras áreas, de tal suerte que el agua desborde hacia la laguna, llegue a pasar hacia ellas y las inunde. Cuando la zona baja es muy extensa y no se desea que se inunde completamente o cuando está comunicada con otras áreas que no deben inundarse se deberá limitar el área a ser cubierta por las aguas, mediante la construcción de bordos.

Como el tirante en un río depende del gasto que está comunitado, conviene que el volumen disponible en la laguna  $V_L$ , se traduzca en el mayor gasto desviado al pasar el pico de la avenida frente al desvío. Supóngase un hidrograma como el de la fig 2.a. Si se empieza a desviar agua, antes de tiempo, se puede llenar la la-



guna antes y el gasto máximo que llegue a pasar hacia aguas abajo,  $Q_B$ , será mayor que el que podría alcanzarse al hacer un desvío oportuno.

El mejor aprovechamiento se tiene cuando el volumen que se quita al hidrograma se hace casi en forma horizontal; es decir, cuando el pico del hidrograma se reduce lo más posible, fig 2.b.

Para lograr un funcionamiento adecuado del desvío, éste se debe iniciar cuando el hidrograma esté en el punto, K. Por tanto, el nivel de la escotadura de entrada al canal de desvío debe estar a la elevación que corresponda al gasto,  $Q_K = Q_B$ , que es el que se dejará pasar hacia aguas abajo. Seleccionada la altura de la cresta de la escotadura, la longitud de la misma se calcula para que en el instante,  $T_D$ , pase el gasto,  $Q_D$ . El peligro de este tipo de solución consiste en que llegue a presentarse una avenida, que aunque tuviera un gasto máximo semejante, su volumen fuese mayor, fig 2.c.

El cauce de comunicación entre el río y la laguna es semejante al de un cauce de alivio y podrá tener o no, bordos en toda su longitud dependiendo de la topografía local. Cuando el agua escurre hacia la laguna en cuanto es desviada, se puede prescindir de los bordos. Si los terrenos en la planicie son planos y tienen un alto aprovechamiento, se deberán construir bordos para encauzar el agua desviada e impedir que inunde mayores superficies.

Cuando se requiere vaciar la laguna para un futuro aprovechamiento, es necesario excavar un canal de retorno, del centro de la laguna hacia el río. Ese canal tendrá una capacidad evacuadora que será función de sus dimensiones y de la diferencia de niveles entre la superficie del agua en la laguna y en el río. La sección transversal del canal dependerá del tiempo disponible para vaciar la laguna; es decir, del tiempo que transcurre entre dos avenidas. Cuando anualmente ocurre una única avenida de importancia, se evita la construcción del canal de retorno, si la infiltración y evaporación permiten el vaciado de la laguna antes de que se requiera aprovechar de nuevo. El canal de retorno siempre se une al río aguas abajo de la zona de desvío y, puesto que se tiene que impedir el llenado extemporáneo de la laguna, dicho canal deberá contar con una estructura de compuertas, que se colocará cercana al cauce. Esas compuertas permanecerán cerradas mientras sube la avenida, y se abrirán, cuando al descender el agua en el río se tenga un nivel menor en él que en la laguna.

Esta solución se puede adoptar en diferentes lugares a lo largo de un río, logrando un abatimiento de consideración en los niveles del agua. Sin embargo, requiere de condiciones topográficas que no siempre es posible tener.

#### 3.4.1 Comentarios

Aún cuando no se utilice esta alternativa como solución, téngase en cuenta que en una protección con bordos longitudinales el gasto de la avenida que se presente puede ser mayor que la avenida de diseño de los bordos. Por consiguiente, siempre conviene contar o disponer de áreas bajas, o menos productivas, o sin construcciones, que puedan ser inundadas en caso de ocurrencia de una avenida mayor a la de diseño, la cual pudiera obligar a romper los bordos. Dichas roturas convendrá hacerlas frente a esas zonas, que de antemano se destinarán a ser inundadas. De esa manera se evita que, al ocurrir una avenida extraordinaria, los bordos puedan fallar frente a las poblaciones.

#### 3.5 Rectificaciones; corte de meandros

Una forma de reducir los desbordamientos, en una longitud limitada del río, consiste en aumentar la capacidad hidráulica del cauce principal. Cuando existen meandros, lo anterior se puede lograr rectificando un tramo del río; es decir, cortando uno o varios meandros simultáneamente. Este aumento de capacidad se obtiene únicamente en el tramo rectificado y en el tramo inmediato aguas arriba de él. En el resto del río, las condiciones permanecen iguales, y por tanto, con la misma probabilidad de inundación.

En un tramo en el que existen meandros, como el mostrado en la fig 3, se puede hacer una canalización, que de tener la sección transversal del río tendrá una capacidad hidráulica mayor, por ser mayor su pendiente. Así por ejemplo, si la

longitud ,BC, por el río es cuatro veces la longitud ,B'C' por la rectificación para igual ancho de sección, puede llegar a ser casi del doble para el mismo tirante. Por la reducción de longitud, la pendiente aumenta y por tanto, aumenta la capacidad hidráulica de la sección en el tramo ,B'C', rectificado.

Puesto que en la mayoría de los ríos el régimen es lento, en el tramo aguas abajo de ,C, los niveles son los mismos, para un gasto dado, antes y después de efectuar la rectificación.

En el tramo de aguas arriba, inmediato a ,B, aumenta la capacidad hidráulica por el abatimiento que produce la rectificación; y sobre todo, debido a que el fondo del cauce se erosiona, ya que la capacidad de transporte de sólidos es mucho mayor en el tramo de ,B'C', que en el tramo ,R-A. Como puede observarse en la fig 3.b, en el punto ,B', ocurren las máximas velocidades y por tanto, la capacidad de transporte de sedimentos será máxima. Ello produce una erosión que obliga a que el fondo ocupe posiciones como las indicadas con líneas punteadas. Esa erosión aumenta más la capacidad hidráulica del tramo rectificado, pero sobre todo, la aumenta aguas arriba de la rectificación. Ese aumento de capacidad se corre hacia aguas arriba a medida que pasa el tiempo. En un principio, los descensos del fondo ocurren con mucha rapidez. Después disminuyen, hasta que se adquiere una nueva pendiente de equilibrio que depende del gasto dominante del río y de los materiales que queden expuestos al ocurrir la erosión.

El principal inconveniente de esta solución consiste en que el material erosionado tenderá a depositarse en el tramo inmediato aguas abajo de ,C, con lo que se disminuye su capacidad hidráulica. El remanso que produce esa disminución de capacidad, repercute hacia aguas arriba, en la propia rectificación. La única forma de evitar lo anterior consiste en dragar el fondo del río, aguas abajo de ,C, entre ,C, y ,D, tratando de mantener las mismas secciones y pendientes que había antes de la rectificación.

El cauce rectificado debe tener una sección transversal que tienda a ser semejante a la sección transversal del río. La rectificación se lleva a cabo construyendo inicialmente un cauce piloto, el cual se amplía posteriormente debido a la capacidad de arrastre y erosión que tiene el agua que pase por él. Las dimensiones del cauce piloto dependen del gasto y de las propiedades físicas del material que forman las paredes y el fondo del cauce piloto.

Entre los puntos ,B'C', fig 3, el cauce piloto se excava hasta alcanzar el nivel del fondo del río. La pendiente del cauce será uniforme uniendo las elevaciones del fondo de las secciones anteriores ,B'C'; por tanto, la excavación se tendrá que llevar hasta la línea imaginaria que une el fondo del cauce en los puntos ,B, y ,C.

El ancho mínimo del cauce piloto debe ser igual a dos veces la altura que hay desde el fondo del cauce piloto a la superficie del terreno natural. Con ello se evita que, si hay un deslizamiento al erosionarse al pie de uno de los taludes, no se cierre completamente la sección y se evite el paso de agua. Seleccionado el ancho mínimo del cauce de alivio, se obtienen los tirantes y velocidades para diferentes gastos. Si para el gasto medio de estiaje, la velocidad en el cauce es mayor que tres veces la velocidad media necesaria para arrastrar el material del fondo y orillas, el ancho mínimo es el de proyecto. Con eso se garantiza que el material sea arrastrado en mayor cantidad del que procede de aguas arriba y con ello la sección se erosiona y amplía. Al principio, la ampliación será más bien lateral, aunque también habrá algo en el fondo, principalmente en el tramo cercano a ,B'. Al encontrarse la sección, aumenta el radio hidráulico de la misma, y por tanto aumenta la velocidad en el cauce, y el proceso erosivo. Lo que hasta aquí se ha mencionado ocurre generalmente cuando el material del fondo y orillas es arenoso.

Si el material es más resistente a la erosión por tener cohesión como ocurre con las arcillas, se debe excavar una sección con ancho mayor, de tal manera que con esos radios hidráulicos mayores, la velocidad de la corriente tenga el poder erosivo necesario. Si lo anterior no ocurre, se puede presentar el caso extremo de -

tener que excavar la sección del cauce piloto del mismo ancho que la del río.

### 3.6 Presas de almacenamiento

Las presas constan de un dique principal o cortina, que se construye en un río -- para cerrar el paso del agua y almacenarla, así como de diques secundarios que -- evitan la salida del agua en los puertos. Con ello se conforma el vaso donde se -- almacena el agua. Las otras dos obras adicionales de mayor importancia en una pre -- sa son: la de excedencias por donde son evacuadas las aguas que no pueden ser uti -- lizadas, y la de toma por donde sale el agua que se aproveche.

Cuando una avenida entra a una presa, y el volumen del hidrograma es mayor que la capacidad disponible en el embalse, el volumen restante sale por la obra de exce -- dencia formada generalmente por algún tipo de vertedor con descarga libre o con -- trolada con compuertas. A medida que se incrementa la entrada de agua al vaso, -- aumenta la extraída. La capacidad evacuadora de un vertedor aumenta cuanto mayor es el tirante del agua sobre su cresta. Siempre que aumenta el nivel del agua en el embalse, parte del volumen de la avenida queda almacenado. Este proceso es con -- trolado por la ecuación de continuidad, aplicada en el vaso, la cual involucra -- que el volumen de agua que entre en un intervalo de tiempo, es igual al volumen -- de agua que sale en el mismo intervalo más el volumen que queda almacenado. Este proceso de almacenamiento de agua en el vaso, mientras pasa una avenida por él, -- hace que los gastos de salida sean siempre menores que los de entrada, y tanto -- mayor será esa diferencia cuanto mayor sea el volumen disponible en el vaso para almacenar agua en ese momento; volumen que es conocido como volumen para control de avenidas o super-almacenamiento. Hay presas que se construyen con el único pro -- pósito de controlar avenidas y en ellas toda su capacidad útil es destinada para ese fin.

Por tanto, las presas de almacenamiento reducen los gastos máximos de las aveni -- das aguas abajo de ellas. Cuando se llegan a tener dos o tres presas escalonadas en un río, y otras en los principales afluentes, se llega a tener una reducción -- franca de las inundaciones en toda la planicie.

### 3.7 Presas rompepicos

Las presas rompepicos están formadas por una cortina generalmente de poca altura y una obra de excedencias cuya cresta está casi a la elevación del fondo del río, o coincide con él. Esta obra generalmente no tiene compuertas y su ancho es redu -- cido con objeto de no permitir el paso de gastos grandes. El valor del gasto se -- selecciona en función de la capacidad hidráulica del cauce aguas abajo de la pre -- sa. En otras ocasiones la obra de descarga o excedencias está formada por orifi -- cios o tuberías cortas.

El funcionamiento de la obra es el siguiente: cuando el río tiene escurrimientos -- normales, toda el agua pasa por la obra de descarga o excedencias y el escurri -- miento no se ve afectado por la presencia de la cortina. Al presentarse una aveni -- da, como el vertedor tiene capacidad limitada y por tanto sale menor gasto que el que entra, se almacena parte del agua en el vaso. Si se llega a presentar la ave -- nida de diseño, el vertedor permitirá el paso del gasto máximo de diseño mientras que el vaso se llena completamente.

Cuando no es posible hacer una obra costosa y el gasto de diseño tiene un corto -- período de retorno, la cortina de la presa se hace vertedora o a partir de deter -- minado nivel se amplía la obra de excedencias o se hace un segundo vertedor, de -- tal suerte que todos los gastos excedentes pasen hacia aguas abajo sin dañar la -- cortina. Al pasar la avenida, el agua sigue saliendo por la obra de descarga has -- ta que el vaso se vacía.

Si la pendiente del río es alta y por tanto el vaso no tiene capacidad para regu -- lar la avenida al gasto deseado, se deberán construir varias presas semejantes, -- una a continuación de la otra. Este tipo de obras se acostumbra construir sobre -- pequeños arroyos o ríos, aguas arriba de poblaciones.

### 3.8 Dragados

Un aumento de capacidad hidráulica de un cauce también se logra dragando el fondo y ampliando la sección transversal. Esta solución solo deberá aplicarse cuando la

capacidad de transporte de sólidos es reducida aguas arriba de la zona dragada. - De no ser así, se requieren dragados permanentes que de no hacerse permiten que el río vuelva, en poco tiempo, a sus condiciones iniciales. Dentro de esta solución se incluye la ampliación artificial de algunas secciones transversales cuyo fondo u orillas sean rocosas, y por tanto se conviertan en secciones de control - cuando los gastos sobrepasan un cierto valor.

### 3.9 Limpia de cauces

Uno de los factores que intervienen más en el aumento de los tirantes o elevaciones del agua en un río es el coeficiente de rugosidad, el cual se incrementa notablemente por la presencia de obstáculos como rocas, vegetación o basura. El más común es la vegetación, lo que obliga a limpiar los cauces poco antes del inicio de la época de avenidas.

En ríos que tienen agua durante todo el año, no puede crecer la vegetación, y por tanto, el problema señalado no existe en el cauce principal. Si ese mismo río está protegido con bordos, y ellos están separados de la orilla, la limpieza señalada se reduce a la zona entre las orillas y los bordos.

En los ríos que escurren en zonas semiáridas y que conducen un mínimo de agua en época de estiaje, puede crecer una gran cantidad de vegetación dentro de él, ya que para su desarrollo cuenta con el agua del subálveo. En ese desarrollo puede influir también el hecho de que no ocurran avenidas, que destruyan la vegetación, durante dos o tres años consecutivos. Es en estos ríos en los que la limpieza del cauce llega a ser indispensable, ya que la vegetación no únicamente incrementa las elevaciones del agua, sino que puede desviar la corriente, debido a la formación de estas, la que atacará las márgenes en lugares donde puedan existir obras o poblaciones de importancia.

## 4. ACCIONES NO ESTRUCTURALES O INDIRECTAS

### 4.1 Medidas para la prevención de desastres

Las acciones no estructurales o indirectas son todas aquellas, no incluidas en las estructuras, vistas en el capítulo anterior, que tienen como objetivo fundamental evitar pérdidas humanas y en general preveer o reducir los daños que pueda producir una inundación.

Desde un punto de vista más general, todas las acciones llevadas a cabo para prevenir y auxiliar durante el paso de una avenida o al ocurrir una inundación reciben el nombre genérico de *medidas para la prevención de desastres* y de ellas, las que tienen relación con los aspectos meteorológicos, hidrológicos e hidráulicos reciben el nombre de acciones no estructurales o indirectas, por no requerir de la construcción de ninguna obra que interfiera con las corrientes de los arroyos y ríos.

Con objeto de ubicar las acciones no estructurales dentro del contexto general de las medidas para la prevención de desastres, se mencionan algunas de estas últimas dentro de este subcapítulo. Las acciones no estructurales propiamente dichas se tratan, en el subcapítulo 4.2. Así, las medidas para la prevención de desastres son todas aquellas que permiten o están encaminadas a: avisar oportunamente a las gentes de la posible ocurrencia de una inundación; evacuar a las poblaciones en forma segura y ordenada; auxiliar a las personas que durante la inundación sufren algún peligro; prestar atención médica y asistencia social; evitar saqueos y restaurar en el menor tiempo posible todos los servicios que se hayan interrumpido.

En las medidas para la prevención de desastres se debe tener en cuenta que: a) son de muy diferente tipo y cubren una gran variedad de aspectos; b) son llevadas a cabo o coordinadas por diversas instituciones u organismos, tanto federales o centrales como locales; c) por último, requieren ser efectuadas en diferentes etapas a lo largo del período en que ocurre una avenida y su posible inundación. Así, entre los aspectos que cubren las medidas citadas se pueden mencionar, entre otros muchos, los siguientes:

1) \*Organización de un sistema de alarma

- 2) \* Cálculos hidrológicos e hidráulicos
- 3) \* Construcción de redes telemétricas
- 4) \* Obtención de datos y transmisión oportuna de los mismos
- 5) \* Vigilancia de bordos y reparación inmediata que evite su falla
- 6) \* Operación adecuada de obras hidráulicas
- 7) \* Reparación de obras hidráulicas falladas
- 8) \* Establecimiento de comunicaciones por radio y telefónicas
- 9) \* Reparación de vías terrestres interrumpidas y destrucción de aquellas que -  
funcionen como represas o bordos
- 10) Evacuación de poblaciones y traslado de gentes
- 11) Construcción y operación de campamentos y puestos de socorro
- 12) Acciones sanitarias
- 13) Vigilancia para evitar saqueos
- 14) \* Establecimiento de una operación central, regional y local
- 15) Elaboración de planes
- 16) Labor de coordinación entre distintas instituciones
- 17) \* Formulación de leyes y reglamentos
- 18) \* Entrenamiento a las personas que ejecutarán las acciones o medidas aquí tra-  
tadas
- 19) \* Entrenamiento a las gentes que pueden ser afectadas

Referente a las instituciones u organismos que generalmente intervienen durante -  
una inundación y que por tanto deben estar coordinadas entre sí, se pueden mencio-  
nar:

- a) El poder político federal o central
- b) El poder político estatal o regional
- c) El poder político municipal o local
- d) \* Los ministerios que construyen las obras hidráulicas, y controlan y manejan -  
el agua
- e) \* Los ministerios que construyen y operan las vías terrestres y las comunicacio-  
nes
- f) \* Servicios meteorológico e hidrométrico, cuando no depende del ministerio se-  
ñalado en el punto d.
- g) El ejército, fuerza aérea y armada
- h) Cruz Roja
- i) Los organismos que proporcionan servicios como: electricidad, teléfonos, agua  
potable, drenaje, transportación aérea, etc.
- j) \* Compañías constructoras y rentadoras de equipo

Por último, de acuerdo al momento en que las medidas son efectuadas a lo largo de  
la ocurrencia de la avenida, se pueden indicar las siguientes:

- 1) \* Acciones de organización y coordinación, previas a la época de lluvias
- 2) \* Acciones a partir del momento en que empieza a llover, hasta que llega la -  
avenida. Pronósticos, alarma y decisiones de evacuación.
- 3) \* Acciones de control durante el paso de la avenida; incluidas las de vigilan-  
cia de las obras y bordos, y reparaciones de emergencia
- 4) Acciones en las zonas bajo la acción de las aguas, principalmente de resca-  
te y ayuda
- 5) Acciones después de la inundación, en las zonas afectadas, para lograr el -  
reestablecimiento de las condiciones normales
- 6) \* Acciones de evaluación, para retroalimentar el punto 1.

En las tres listas anteriores se ha indicado con un asterisco lo que tiene rela-  
ción con las acciones no estructurales.

Las medidas para la prevención de desastres que llegan a efectuarse para cada --  
sitio en particular dependen de varios factores, entre los que se pueden citar: --  
costo de los posibles daños y número esperado de las posibles pérdidas humanas --  
que pueda ocasionar una inundación, frecuencia y magnitud de las inundaciones, re-  
cursos financieros, recursos humanos y equipo disponible y además, los factores -

políticos y sociales que pueden variar con el lugar y la época.

#### 4.2 Acciones no estructurales

Las acciones no estructurales o indirectas consisten en trabajos y estudios principalmente hidrológicos e hidráulicos que serán descritos adelante, los cuales se pueden agrupar, según su objetivo final y común en:

a) Acciones de alarma

b) Acciones de vigilancia y reparaciones de emergencia

Las acciones de alarma pueden diferir según que, aguas arriba de la zona por proteger, existan las siguientes condiciones.

a.1) Cauces inalterados, sin acciones estructurales

a.2) Cauces alterados, principalmente con presas de almacenamiento

Cuando los cauces no tienen obras de control que modifiquen sus escurrimientos, las acciones indirectas se reducen a predecir las avenidas que pueden ocurrir en la zona por proteger. En cambio, cuando en los cauces existen presas de almacenamiento, se deben conjugar dos objetivos al parecer contrarios: por un lado, para que escurran por el río los menores gastos conviene vaciar las presas, descargando gastos bajos desde antes que se inicie la época de lluvias, y por el otro, en esas mismas presas conviene retener la mayor cantidad de agua para utilizarla -- posteriormente, o alcanzar los niveles más altos para disponer de mas carga para generación. En otras palabras, trata de un problema de optimización, en el que -- por un lado se deben optimizar, minimizar los daños producidos por los gastos descargados, y por otro, maximizar la productividad del agua en cada uno de los usos a que se haya destinado. Lo anterior se debe de efectuar sin descuidar el hecho -- de que las alarmas de inundación se deben dar con la mayor antelación posible, y además que, cuanto menor sea el tiempo en que los terrenos estén cubiertos por -- las aguas, menores serán las pérdidas en los cultivos, siempre y cuando no se sobrepase el tiempo en que ellos son dañados permanentemente.

4.2.1 Acciones de alarma. Entre las principales acciones de alarma que pueden -- efectuarse están:

- 1) Elaboración de un plan de acción teniendo en cuenta las condiciones, recursos locales y magnitud de los posibles daños.
- 2) Instalación de pluviógrafos en la cuenca, y de escalas, tanto en algunas secciones de aforo en los ríos, como en las presas existentes aguas arriba.
- 3) Instalación de radares, de equipos para la recepción de imágenes de satélite e información meteorológica, que permitan detectar y seguir huracanes y tormentas tropicales. Esto servirá también para dar avisos de alarma relacionados con lluvias locales intensas y con la posible llegada de ciclones.
- 4) Instalación de radios en los sitios donde se instalarán los pluviógrafos y escalas del punto 2. Todos los datos serán transmitidos a un puesto central en el que se procesarán los datos recibidos, o se retransmitirán al lugar donde -- eso se realice.
- 5) Elaboración de modelos hidrológicos, previamente calibrados, para determinar la forma de las avenidas en alguna sección del río o frente a la zona que se desee proteger o alertar. Estos modelos estarán programados en una computadora.
- 6) En lugar del punto 4 conviene la instalación de una red telemétrica que transmita directamente los datos de pluviómetros y escalas a un puesto central de registro. Igualmente conviene que esos datos entren directamente a una computadora en donde, con los programas del punto anterior, se obtenga el gasto -- máximo y forma de las avenidas. En la fig 1, se muestra el esquema de la red telemétrica instalada en la cuenca propia de la presa de Chicoasen y que permitió predecir las avenidas que ocurrieron durante la construcción de la cortina.
- 7) Determinación analítica o experimental del tránsito de diferentes avenidas a lo largo del río y de la llanura de inundación. Esta acción es la más difícil de alcanzar debido a la calibración que requieren los modelos matemáticos o físicos que se utilicen. Para lograr dicha calibración se requieren datos --

fidedignos de elevaciones del agua y áreas inundadas durante avenidas pasadas. Además debe tomarse en cuenta que, los resultados son modificados, principalmente, cuando se abren nuevas áreas al cultivo, y se construyen carreteras, ferrocarriles u obras hidráulicas entre las que destacan presas de almacenamiento, presas derivadoras y canales. Este punto contempla el disponer de un modelo matemático para transitar la avenida, obtenida en el punto 5, inmediatamente después que ella se haya determinado.

- 8) Delimitación de las zonas adyacentes a los ríos que pueden ser cubiertas por las aguas. Esto se logra eficientemente si se lleva a cabo la sección anterior. Si ello es posible, lo cual ocurre con frecuencia, las áreas inundadas se tendrán que delimitar, con base en fotografías aéreas obtenidas durante inundaciones anteriores. En otras palabras, se deberán conocer las áreas afectadas por diferentes gastos. Esto permitirá tomar la decisión de evacuar diferentes zonas según sea la magnitud de la avenida pronosticada.
- 9) Obtención de datos hidráulico-fluviales. Para calibrar eficientemente el programa del punto 7 y cumplir con el punto 8 se deberá elaborar un plan para obtener cuando menos en un mínimo de puntos, las elevaciones del agua a lo largo del río y en la planicie, durante las avenidas. Se tendrán que instalar las escalas o limnigráfos necesarios y contar con el personal entrenado para efectuar esa labor. De ser posible se deberán aforar las corrientes en algunas secciones a lo largo del río y al llegar a la zona afectada.
- 10) Elaboración de métodos y programas de cómputo que permitan la optimización del manejo de las avenidas, cuando existen una o más presas aguas arriba de zona afectada. Con ello se optimizará el manejo de la avenida, para lograr, por una parte, los menores daños debidos a la avenida que se permita pasar por las obras de excedencias, y por otra, el máximo aprovechamiento posterior del recurso agua.
- 11) Establecimiento de métodos y de un grupo organizado que tome decisiones oportunas y adecuadas antes de, y al ocurrir las inundaciones, con base en los cálculos indicados en los puntos 6 y 7.

En los puntos anteriores se debe tender a que la alarma, para protección y evacuación, se dé, con la mayor antelación posible antes de que la avenida se presente. Las acciones no estructurales de alarma sirven en general para avisar oportunamente a la gente y a los organismos que se encargarán de todas las medidas para prevenir desastres. Dichas acciones no evitan las inundaciones, y si no hay presas, tampoco las controlan. Como tienen un costo mucho menor que el de las acciones estructurales o directas, están mas al alcance de los países en desarrollo; sin embargo, para que esas acciones sean efectivas se requiere de una organización, de la que paradójicamente, carecen también esos países.

Lo anterior ocurre ya que, bajo un cierto aspecto, el desarrollo es consecuencia de la organización.

4.2.2 Acciones de vigilancia y reparación. Estas acciones deben llevarse a cabo en todas aquellas zonas donde existan acciones estructurales, principalmente: bordos perimetrales o longitudinales, cauces de alivio tanto para desvíos permanentes como temporales, presas rompe-picos y presas de almacenamiento con pequeña capacidad. Entre las acciones por efectuar están:

- a) Coordinación con el puesto central de registro o el organismo que determine la magnitud de las avenidas y tenga la responsabilidad de las acciones de alarma.
- b) Elaboración de inventarios de personal y equipos disponibles en la zona.
- c) Establecimiento de vigilancia durante las 24 horas del día mientras pasa la avenida. Dicha vigilancia debe hacerse a pie, ya que la inclinación de los taludes de los bordos impiden detectar fallas desde vehículos que transiten por la corona de esas obras.
- d) Suministro de radios, lámparas, vehículos y alimentación al personal de vigilancia.
- e) Selección de lugares cercanos a las zonas más críticas y adecuadamente distri

buidos, donde esté estacionado el equipo disponible para las reparaciones de emergencia. Además, se deberán formar depósitos de roca en áreas accesibles a las zonas críticas, y los camiones deberán estar cargados con roca. En igual forma, se deberá disponer de sacos para ser rellenos de arena cuando se note una tubificación o rotura incipiente de un bordo.

f) Coordinación con los organismos encargados de la prevención de desastres, para avisar oportunamente, cuando se conozca de la inminente falla de alguna obra o bordo.

Por último, cuando una zona está protegida con bordos perimetrales o longitudinales, el organismo responsable de las acciones no estructurales o de la prevención de desastres, deberá disponer de un plan que le permita decidir las medidas a tomar, cuando la avenida por presentarse sea mayor que la avenida para la cual se diseñaron los bordos. Entre otras medidas podrán estar: la selección de los tramos, de esos bordos, que deberán ser destruidos para permitir la inundación de las zonas menos productivas; la destrucción de canales de riego o vías terrestres que interfieran con el libre escurrimiento de los canales desbordados; el reforzamiento de otros bordos, canales de riego o vías terrestres en donde se desee que se detenga y almacene el agua desbordada, cuando se trate de evitar que continúe hacia áreas mas pobladas y productivas; por último se incluirá la rotura de los bordos en aquellas zonas donde pueda y se desee que el agua desbordada retorne nuevamente al río, una vez que bajen las aguas en él.



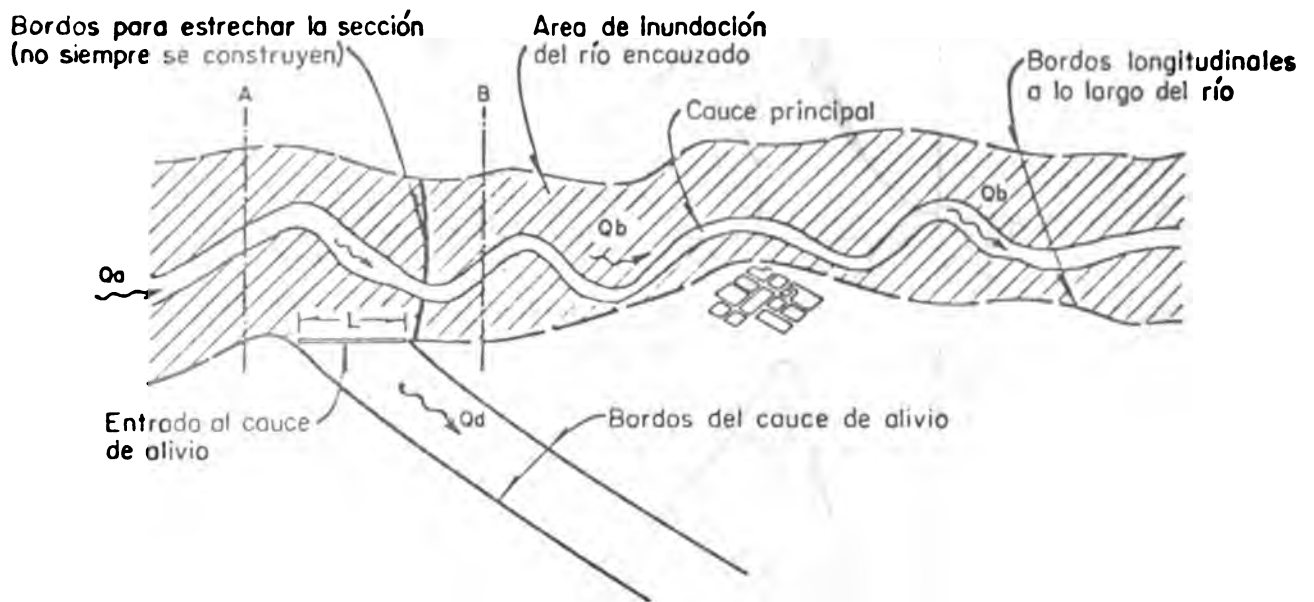
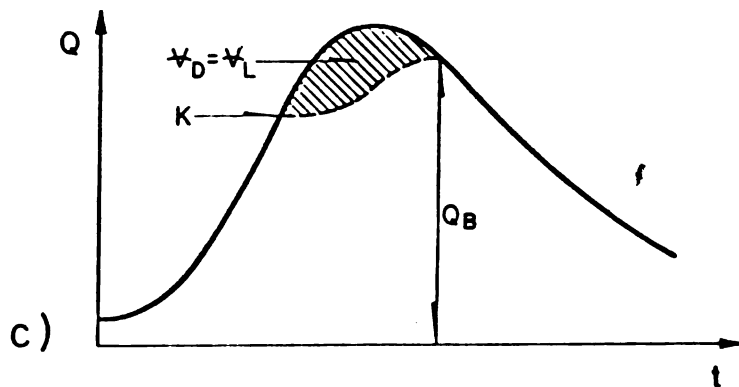
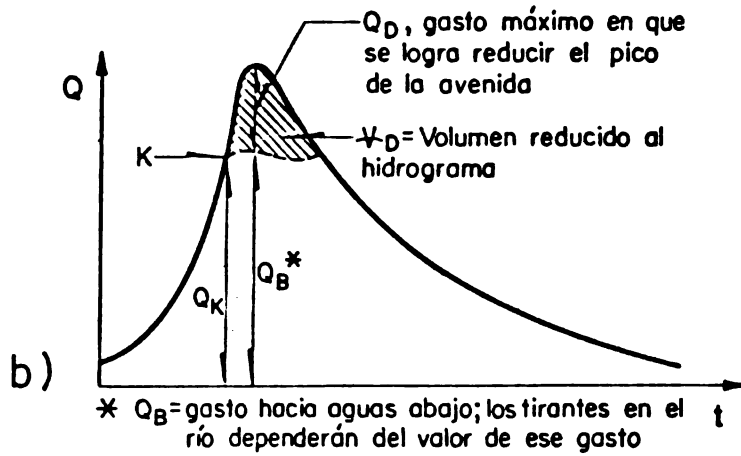
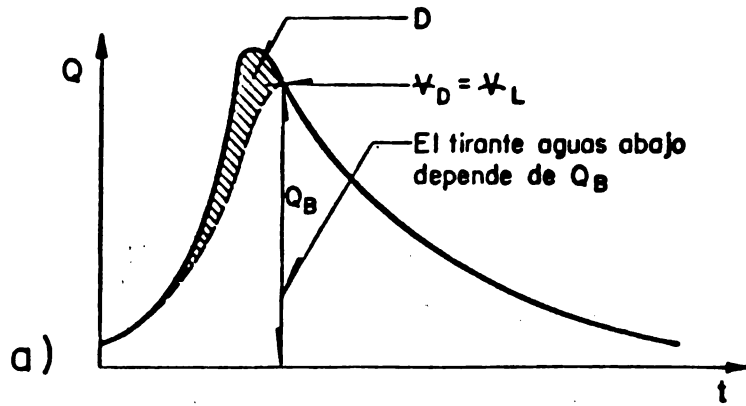


Fig 1. Bordos longitudinales y cauce de alivio

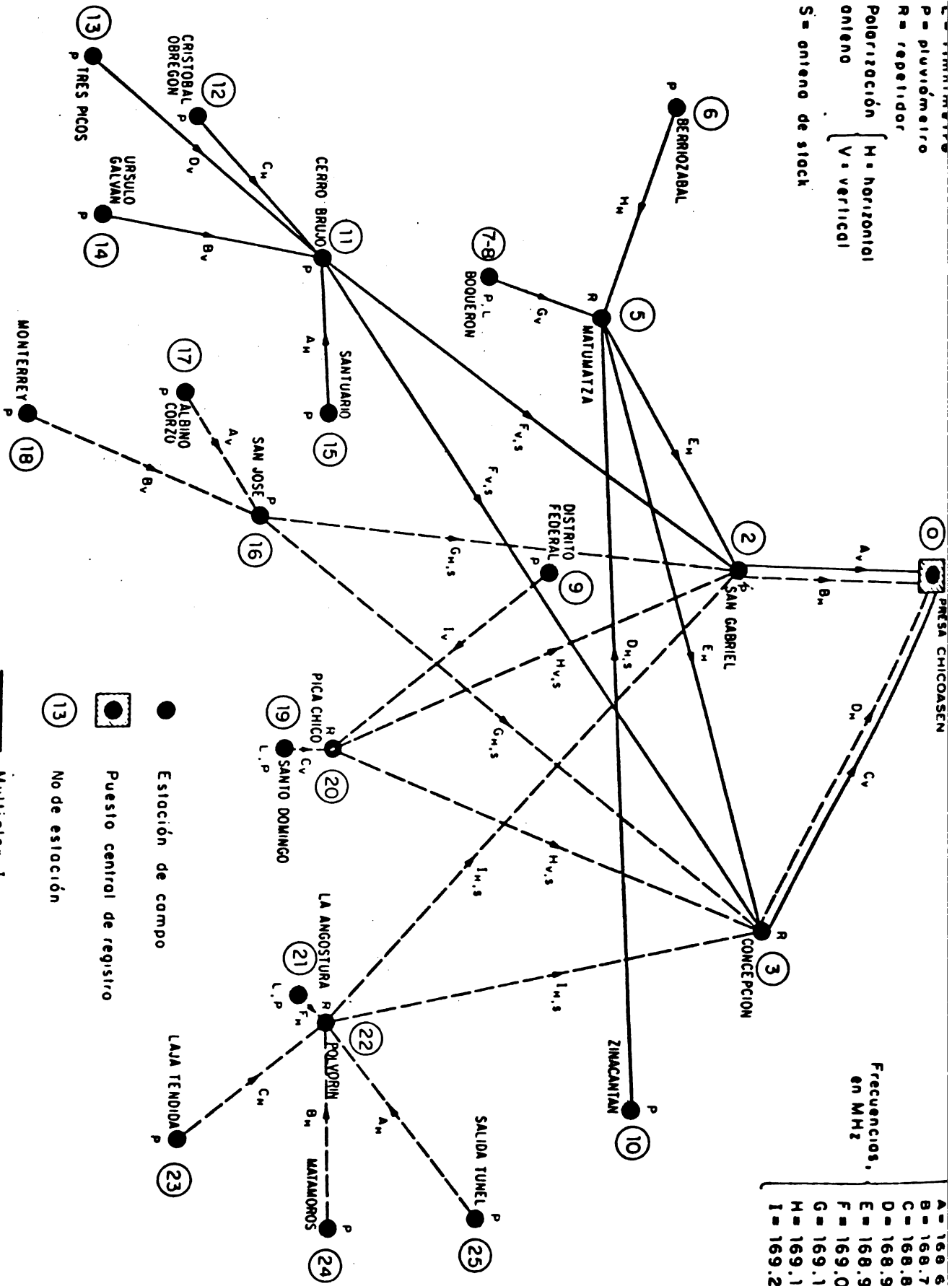


 = Volumen aprovechable en la laguna

Fig 2. Diversas formas de desviar parte del volumen de una avenida, hacia una laguna o zona baja



P = pluviómetro  
 R = repetidor  
 Poliorización { H = horizontal  
 V = vertical  
 S = antena de stock



Frecuencias, en MHz

A	168.650
B	168.725
C	168.825
D	168.900
E	168.950
F	169.050
G	169.125
H	169.175
I	169.225

- Estación de campo
- Puesto central de registro
- No de estación

— Multiplex I  
 - - - Multiplex II



**VII SEMINARIO  
LATINOAMERICANO  
DE IRRIGACION**

SANTIAGO DE CHILE, 28 DE NOVIEMBRE  
AL 2 DE DICIEMBRE DE 1983

DOCUMENTO D-15

**"PROBLEMATICA DE LA SEDIMENTACION EN LOS PROYECTOS DE IRRIGACION"**

Por: Dr. Ing. Arturo Rocha(\*)

---

(\*) Gerente General de ARTURO ROCHA INGENIEROS ASOCIADOS S.A. Lima, Perú.



## PROBLEMATICA DE LA SEDIMENTACION EN LOS PROYECTOS DE IRRIGACION

En los proyectos de Irrigacion hay numerosas estructuras hidráulicas cuyo funcionamiento eficiente depende del comportamiento, manejo y características de los sólidos (sedimentos) acarreados por los ríos.

La intención de este trabajo es mostrar la problemática de la interacción sedimento-estructura y su importancia en relación con los proyectos de Irrigación.

### 1. Origen de los sólidos

La teoría general de sedimentos fluviales involucra los procesos de erosión, iniciación del movimiento, transporte, depósito y compactación de las partículas sólidas.

Los sedimentos se originan en la erosión de la cuenca. La erosión es un proceso que se desarrolla continuamente desde los tiempos geológicos y determina y modela la forma de la corteza terrestre. La erosión se debe a la acción de agentes externos como el agua, viento y heladas. Así entendida la erosión es un proceso natural.

La cantidad de sólidos resultantes de la erosión depende de la naturaleza de la cuenca y de los factores que sobre ella actúan y se expresa en unidades de peso ó volumen por unidad de área de la cuenca y de tiempo. Así por ejemplo, en la zona de los Pirineos, MESSINES DE SOURBIER registra  $70 \text{ m}^3$  por  $\text{Km}^2$  y por año, pero en la zona de los Alpes esta cifra sube a valores comprendidos entre 500 y  $800 \text{ m}^3/\text{Km}^2/\text{año}$ . Los valores más altos se registran en las cuencas pequeñas de las regiones de régimen de lluvia irregular en donde la cantidad de sólidos ha alcanzado valores del orden de  $10,000 \text{ m}^3/\text{Km}^2/\text{año}$ .

El río Jequetepeque (Perú) tiene hasta la estación Ventanillas una cuenca de  $3,625 \text{ Km}^2$  y una masa sólida anual de 800 Toneladas por  $\text{Km}^2$ . Es interesante citar lo señalado por AGUIRRE: "En Venezuela, Curiel (1965) determinó la producción de sedimentos de diversas cuencas por medio de los datos de mediciones de la concentración de sedimentos en suspensión durante un largo período de tiempo. La máxima producción de sedimentos correspondió a la cuenca del río Motatón muy erosionada, de  $4,200 \text{ Km}^2$  hasta Agua Viva, con una producción de  $2,556 \text{ m}^3/\text{Km}^2/\text{año}$ . La mínima producción correspondió a la cuenca del río Mucujún con amplia cobertura vegetal, de  $129 \text{ Km}^2$  hasta Valle Grande, con una producción de  $8 \text{ m}^3/\text{Km}^2/\text{año}$ ". Otros indicadores de la magnitud de la erosión son los siguientes:

Se estima que los ríos de Estados Unidos llevan anualmente 1,000 millones de toneladas de material sólido por año; LEOPOLD indica que el promedio de erosión sobre toda la superficie terrestre es de 2.7 cm. cada 1,000 años.

Los factores que determinan los diferentes grados de erosión de una cuenca son: presencia de vegetación, características del suelo, pendiente, régimen de lluvias, etc. Sin embargo hay zonas de erosión acelerada por acción del hombre. La destrucción de la cobertura vegetal acelera los procesos de erosión. Es conocido el caso de Haití. La tala indiscriminada de los árboles y la destrucción de los bosques ha traído como consecuencia que aumente enormemente la erosión con los consiguientes problemas en los ríos y cauces.

Para ilustrar la importancia de la vegetación citamos un ejemplo re-

California, ocurrió una serie de 11 incendios que destruyeron gran parte de la vegetación y dejaron la cuenca expuesta al intemperismo. En el cuadro siguiente se muestra la variación, a lo largo del tiempo, de los porcentajes de área verde destruída por los incendios y los valores correspondientes de la erosión específica.

1,922	15%	376 m <sup>3</sup> /Km <sup>2</sup> /año
1,927	43.6%	588 "
1,932	60.3%	1,410 "

En cambio, en el río Pecos una campaña de forestación de la cuenca dio por resultado que al cabo de algunos años la erosión específica disminuyera notablemente, tal como lo demostraron los valores de la sedimentación en el reservorio de Mc Millan a partir de los cuales se dedujo que la erosión bajó de 62.5 a 7.5 m<sup>3</sup>/Km<sup>2</sup>/año.

En la inmensa cuenca del río Amarillo (China) hay una sub cuenca muy erosionada (Ching), de 57,000 Km<sup>2</sup>, en la que la erosión específica está cerca de las 8,000 Toneladas por Km<sup>2</sup>, es decir, 74 veces la del río Mississippi, 200 veces la del Nilo y aproximadamente sólo lo 12 veces la de los ríos peruanos Chira, Jequetepeque o Huancabamba (tomando en cuenta sólo el material en suspensión).

De los ejemplos y descripciones arriba mencionados y de muchos otros que sería largo enumerar concluimos que la erosión de las cuencas y la destrucción de los suelos es una dolorosa realidad en muchas partes del mundo. El proceso de destrucción es constante, pero cada cierto número de años el fenómeno y sus consecuencias se presentan con gran intensidad. En general, sólo entonces se piensa en el problema.

La destrucción de los suelos es controlable. En cada cuenca hay "áreas críticas" que deben ser estudiadas preferentemente. Se debe realizar intensos trabajos, cuyo aspecto tecnológico está totalmente a nuestro alcance desde hace miles de años. La labor no es, sin embargo, sencilla. Se requiere tiempo y dinero y sobre todo decisión. Estamos gastando miles de millones de dólares en proyectos cuyo éxito depende del comportamiento sedimentológico de sus estructuras hidráulicas. A su vez la cantidad de sedimentos fluviales depende de la erosión de la cuenca. Este fenómeno debe ser controlado.

Debemos ser plenamente conscientes que una labor de protección de cuencas no puede improvisarse. Es una labor lenta y paciente en la que la cuenca debe ser tratada hectárea por hectárea: terrazas, diques, cobertura vegetal, andenerías, tienen que disponerse según la realidad de cada parte del terreno.

La cuenca debe tratarse como un conjunto armónico. Es un sistema vivo con profunda interacción entre cada una de sus partes.

En el Perú, por ejemplo, el problema se viene agravando desde que se inició hace cientos de años la destrucción de la cobertura vegetal, y al introducirse elementos exóticos se rompió el equilibrio natural de las cuencas. El problema es común a gran parte del área andina. Sin embargo estamos invirtiendo en el desarrollo de proyec-



Si no actuamos ahora, el problema será cada vez peor, la erosión de la cuencas, con la consiguiente pérdida de tierras de cultivo, destrucciones materiales, agudización de estiajes y avenidas y daños a las estructuras hidráulicas, será incontenible y habremos contribuido así a la ruptura definitiva del equilibrio ecológico de las cuencas que son nuestra fuente de vida.

## 2. Transporte sólido fluvial: modalidades

Examinemos ahora, muy brevemente, las características generales del transporte sólido de los ríos, teniendo en mente las estructuras hidráulicas que en ellos se contruya.

Cuando el fondo es rígido (ejemplo, un canal de concreto) la sección transversal está definida. La relación entre las diferentes variables se establece mediante una ecuación como la de Manning o Chezy. El gasto es función de la pendiente, rugosidad del contorno y tamaño de la sección transversal. En cambio en un fondo móvil la sección transversal es variable. El lecho está sometido a procesos de erosión y sedimentación. Esto determina no sólo una configuración variable del fondo, sino también un cambio en la resistencia al escurrimiento, expresada en términos de la rugosidad. A su vez los cambios morfológicos de la sección determinan variaciones en el transporte sólido con lo que el problema se complica aún más.

La descripción matemática del modo como se transportan las partículas sólidas en una corriente líquida es sumamente compleja. Cualquier modelo que pretenda describir el movimiento de las partículas, tiene que ser, necesariamente, el producto de una profunda esquematización, vale decir de una simplificación del modo como ocurren los fenómenos. El flujo real es tridimensional. El flujo ideal, que corresponde a las fórmulas, es bidimensional. Esta profunda diferencia, añadida a otros factores, hace que frecuentemente se presenten divergencias notables entre lo previsto "teóricamente" y lo observado posteriormente.

Bajo el supuesto anterior podemos distinguir entre aquellas partículas que van permanentemente en contacto con el fondo y que ruedan o se deslizan sobre el lecho constituyendo el arrastre o transporte sólido de fondo, y aquellas que van en suspensión. Algunas partículas se transportan de un modo peculiar: a saltos. A esta modalidad se le denomina transporte por saltación. El material de arrastre, que está constituido por las partículas de mayor tamaño, rueda o se desliza siempre en contacto con el fondo y avanza en forma de rizados, dunas y barras (siempre que la granulometría lo permita). La velocidad de una partícula sólida es en general inferior a la de la corriente.

El material en suspensión está constituido por las partículas más finas y prácticamente se halla distribuido en toda la sección transversal presentando una concentración mínima en la superficie y máxima hacia el fondo. La velocidad con la que avanza una partícula sólida en suspensión es prácticamente igual a la de la corriente en ese punto.

No es fácil establecer y definir un límite claro y nítido entre las dos modalidades de transporte antes señaladas. Cualquier alteración que ocurra en la velocidad de la corriente puede determinar de inmediato un cambio en la modalidad de transporte. Las leyes que rigen y describen cada uno de estos modos fundamentales de transporte

son en principio diferentes.

No existe una proporción definida entre la cantidad de material sólido transportado en suspensión y aquella transportada por el fondo. Por lo general el gasto sólido en suspensión es mayor que el gasto sólido de fondo. Para el caso del río Rhin se ha establecido que hasta su desembocadura en el lago Constanza descarga 3 millones de  $m^3$  de material sólido por año de los cuales solamente 100,000  $m^3$  corresponde a material de fondo. En el río Mississippi se ha determinado que el 85% del material sólido transportado corresponde a suspensión y el 15% al fondo.

Los resultados de investigaciones y experiencias indican que en algunos casos de torrentes la proporción entre ambos modos de transporte puede acercarse a uno. Por el contrario, en los grandes ríos de pequeña pendiente, la masa transportada en suspensión es varias veces mayor que la transportada por el fondo. En la interpretación de estos resultados debemos tener en cuenta que precisamente los torrentes se caracterizan por transportar en pequeños intervalos gran cantidad de sólidos que generalmente no pueden ser medidos. De acá que probablemente la estimación de la masa anual transportada en suspensión por los torrentes sea menor que la verdadera.

Las partículas que intervienen en el transporte sólido se puede dividir en cohesivas y no cohesivas. Las primeras se caracterizan por estar adheridas unas a otras, lo que representa para el transporte una fuerza adicional que se conoce como fuerza de cohesión. Los materiales cohesivos se encuentran entre las partículas más finas como limo y arcilla. Los materiales no cohesivos sólo ofrecen como resistencia al movimiento la que proviene de su peso y las fuerzas vinculadas a la forma de la partícula.

Debemos tener presente que la determinación de los gastos sólidos es un problema muy difícil, principalmente por las siguientes circunstancias:

- a) gran variabilidad de los fenómenos, tanto en el espacio como en el tiempo
- b) elevado y no bien determinado número de variables que intervienen
- c) dificultad de comprobar en la naturaleza los resultados obtenidos.

Examinemos con algún detalle las características generales de estos dos modos de transporte sólido.

## 2.1 Gasto sólido de fondo

Toda corriente posee una capacidad de transporte sólido determinada. En otras palabras, un río no tiene una capacidad ilimitada para arrastrar sólidos. Se denomina capacidad de transporte a la máxima cantidad de material sólido de fondo, de una cierta granulometría, que puede transportar una corriente con un gasto dado. La capacidad de transporte constituye un máximo teórico. El gasto sólido que lleva un río en un momento dado puede ser menor que su capacidad de transporte. Un río que escurre sobre un fondo formado por piedras de gran tamaño puede tener, como consecuencia de su velocidad gran capacidad de transporte y en la realidad no transportar sólidos. El río se halla en estado de erosión latente. Su capacidad de transpor

te es alta, pero no puede llevar más de lo que la cuenca aporta. Es te caso es frecuente en ciertos torrentes.

Cuando un río transporte su máxima capacidad, se dice que se halla en estado aluvional o de saturación.

Existen varias fórmulas para el cálculo del gasto sólido de fondo (Meyer-Peter, Einstein, etc). Estas fórmulas proporcionan la capacidad de transporte, no el gasto real, de una corriente para ciertas condiciones que suponen la existencia de un flujo sumamente esquematizado. Estas fórmulas se caracterizan por tener diversos orígenes y corresponder a diferentes concepciones del modo como ocurren los fenómenos. Unas tienen base casi exclusivamente teórica y otras, por el contrario, son de origen experimental. Sin embargo, todas ellas expresan el mismo hecho: el gasto sólido de fondo es proporcional a una potencia de la diferencia entre el gasto líquido y el gasto crítico de arrastre (que es el mínimo valor del gasto para poner en movimiento a las partículas del fondo). FUENTES ha demostrado la identidad estructural de las fórmulas para el gasto sólido de fondo.

En general las fórmulas para el cálculo del gasto sólido de fondo son aplicables a un canal prismático, con movimiento permanente y uniforme, flujo bidimensional y granulometría bien definida. ¿qué ocurrirá al aplicar estas fórmulas a un río en el que el flujo es variable, la sección transversal no bien definida, la granulometría diversa y el flujo esencialmente tridimensional? Son dos realidades diferentes: el canal de laboratorio o el "canal ideal" y el río en la naturaleza.

Probablemente todas las fórmulas son más o menos confiables en la medida en que las aplicamos a las mismas condiciones para las que fueron establecidas. En tal sentido las fórmulas no son "buenas" ni "malas". El "bueno" o el "malo" es el ingeniero cuando las usa.

Una de las esquematizaciones más grandes que se hace en Transporte de Sedimentos es la introducción del concepto de "diámetro" de las partículas. Cuando estudiamos el movimiento de una partícula aislada, o un conjunto de ellas de igual diámetro, establecemos ciertas leyes de comportamiento en función de su velocidad de caída que depende, entre otros factores, de la forma de las partículas. Cuando se estudia el tamaño de las partículas de un río, mediante el análisis granulométrico por tamizado, se determina "diámetros" (que no existen porque las partículas naturales no son esféricas) en función de los porcentajes de la muestra retenidos entre dos mallas. Pero todas las partículas de igual "diámetro" tiene gran diversidad en su forma y por lo tanto en su velocidad de caída que es lo que finalmente interesa.

Las mediciones directas del gasto sólido de fondo son prácticamente imposibles, por lo menos en ríos de fuerte pendiente.

Hay ciertos instrumentos muy simples que pueden ser muy útiles para la toma de muestras de fondo con el objeto de determinar la granulometría y usar luego esta información en las fórmulas conocidas. Hay que tener presente que a medida que el gasto aumenta se van incorporando al movimiento partículas de mayor tamaño, de modo que para cada gasto debe existir un tamaño representativo de las partículas del lecho en movimiento.

Resumiendo, podríamos decir que la determinación del gasto sólido de fondo (arrastre) es un problema sumamente difícil cuyos resulta-

dos son siempre de baja confiabilidad y deben tomarse con suma cautela.

## 2.2 Gasto sólido en suspensión

La forma más conveniente, quizás la única, de determinar el gasto sólido en suspensión, es partir de la medición de las concentraciones. Toda campaña de toma de muestras debe tomar en cuenta la gran variabilidad de los fenómenos. Las avenidas sólidas son intensas, pero salvo casos excepcionales, su duración no es grande. De nada valdría un largo período de toma de muestras, si se dejase pasar, sin registro, los pocos días al año en los que una súbita crecida da lugar a altas concentraciones de sólidos en suspensión. El primer problema que debe establecerse es el de la frecuencia de la toma de muestras.

El número de puntos de muestreo en cada sección, tendrá que determinarse por aproximaciones sucesivas.

Teóricamente hay un gradiente vertical de concentraciones, pero en los torrentes, cuyo flujo es muy turbulento, el material sólido en suspensión está más o menos uniformemente distribuido en toda la sección transversal, de modo que casi cualquier muestra es igualmente representativa.

Al iniciar una campaña de mediciones el buen juicio permitirá al ingeniero, luego de alguna experimentación, determinar la frecuencia, número y localización de las muestras.

Para la toma de muestras hay aparatos muy simples, de alta confiabilidad, pero cuya precisión es relativamente baja. Tal es el caso del llamado muestreador cilíndrico. En cambio uno de los instrumentos mucho más elaborados como la turbisonda Neyrpic o la botella de Delft, tiene alta precisión, pero baja confiabilidad, pues el instrumento es sumamente delicado y una pequeña, a veces imperceptible, alteración en el sistema, causa diferencias notables en los resultados.

El muestreador cualquiera que sea su tipo, debe ser simple, fácilmente transportable, de bajo costo y capaz de proporcionar una muestra representativa de la mezcla agua-sedimento en las proximidades del punto de muestreo. Fundamentalmente debe ser adecuado al río que se está estudiando.

La tarea de muestreo de sólidos y posterior procesamiento de los datos es una labor que requiere personal altamente especializado.

## 3. Comentarios sobre la confiabilidad en las estimaciones sedimentológicas

Todo problema de transporte sólido debe atacarse mediante un sistema de aproximaciones sucesivas. El análisis de los aspectos sedimentológicos de un río debe necesariamente partir del estudio y conocimiento de la cuenca. La cantidad y características de los sedimentos fluviales depende de la geología y geomorfología de la cuenca y de los agentes externos que actúan sobre ella.

Esto nos plantea un problema interesante desde el punto de vista teórico y práctico. Cuando hacemos mediciones del gasto sólido en un río para determinar, por ejemplo, el Volumen Muerto de un embalse, partimos de la suposición general siguiente: las característi-

cas de la cuenca y los agentes que sobre ella actúan son constantes, por lo menos en promedio, a lo largo del tiempo. Examinemos esta proporción teniendo en cuenta solamente dos agentes externos: régimen de lluvias y acción del hombre.

Podemos tomar muestras, hacer cálculos y estudiar los sedimentos de un río durante un período, digamos, de 15 años ¿es este período largo o corto?. Esta es la pregunta que se hace el ingeniero. Para contribuir a plantear una respuesta podríamos preguntarnos, ¿qué significan estos 15 años dentro de la historia del río?. Debemos examinar, por ejemplo, si corresponden a un ciclo preferentemente húmedo, seco o si ha habido dentro de él una secuencia razonable de años secos y húmedos. Los grandes valores del gasto sólido coinciden con la presencia de un período lluvioso, luego de uno seco de regular duración.

El análisis y respuesta a este tipo de interrogantes es mucho más útil que tratar de establecer aisladamente, fríamente, un "número" satisfactorio de años de observación. El estudio y conocimiento más detallado que estamos teniendo recientemente del "Fenómeno del Niño" tiene que obligarnos a revisar nuestros conceptos para la evaluación total de sólidos, y por cierto de las avenidas.

Se toma muestras del presente y se calcula sobre el pasado, pero las obras deben funcionar para un estado futuro, desconocido, pero de alguna manera previsible para los fines del ingeniero, es decir dentro de un adecuado balance riesgo-inversión. El otro agente que puede actuar es el hombre. El hombre es el principal depredador. Podemos tener 20 años de observaciones muy confiables; pero, si puesta en funcionamiento la obra se inicia en la cuenca un fuerte proceso de deforestación y denudación, las condiciones cambiarán radicalmente. La acción del hombre puede también manifestarse por la construcción de otras obras, aguas arriba de la estación estudiada.

Las mediciones de sólidos deben ser una actividad permanente y extenderse el mayor número de años. Su planeamiento, e interpretación de los resultados, debe ser en función de las características de la cuenca.

La falta, o poca confiabilidad de los datos, obliga a que en el momento de efectuar un diseño se tenga que aceptar márgenes de seguridad muy amplios, o bien, que a pesar de ello, la estructura no funcione eficientemente con el consiguiente daño para el proyecto.

Obtenemos, pues, la conclusión que el problema sedimentológico no puede estudiarse independientemente de todos los aspectos y circunstancias que atañen a la cuenca considerada ésta como una unidad, como un sistema.

Resueltos estos problemas debemos encarar el problema sedimentológico desde una doble perspectiva: una cualitativa y otra cuantitativa.

Examinemos antes lo nocivos y perjudiciales que pueden ser los sólidos para las estructuras hidráulicas de los proyectos de irrigación.

#### 4. Daños causados por los sólidos en las estructuras hidráulicas de un proyecto de irrigación

A continuación examinaremos sucintamente la problemática de las principales estructuras hidráulicas desde el punto de vista sedimentológico.

#### 4.1 Presas de almacenamiento en el lecho del río

Para el caso de las aguas superficiales es necesario en muchos casos recurrir a la construcción de presas de embalse. El objeto de éstas es regular el caudal del río, mediante la creación de un lago artificial que proporciona un volumen de almacenamiento, obteniendo así el agua en la cantidad y oportunidad requerida para su uso en un Proyecto de Irrigación o en uno de propósito múltiple.

En general, los embalses creados al construirse una presa, son de dos tipos: los ubicados sobre el lecho del río y los laterales.

Cuando se contruye una presa en el lecho de un río, ésta actúa como una trampa de sedimentos, y una parte de los sólidos transportados por la corriente queda retenida en el embalse, disminuyendo así el volumen de almacenamiento.

Por tal razón debe considerarse en el diseño un volumen de embalse adicional al necesario para satisfacer las necesidades del Proyecto, y que sirva para el depósito de los sólidos. Este volumen se llenará con el transcurso del tiempo. A este volumen adicional se le conoce generalmente con el nombre de Volumen Muerto; pero este término es equívoco. Podría decirse para mayor precisión que es el Volumen Muerto por sedimentación, y no por cota de derivación.

La sedimentación que ocurre aguas arriba de una presa es un fenómeno inevitable. Su origen es muy sencillo: al elevarse artificialmente los tirantes (calados) del río y aumentar considerablemente la sección, la velocidad de la corriente disminuye, y por lo tanto, aparece la sedimentación.

Mientras los sedimentos depositen en el lugar previsto, al ritmo esperado, la sedimentación es sólo un fenómeno normal de Hidráulica Fluvial. Pero cuando la sedimentación es muy intensa y excede a lo previsto estamos frente a un caso de colmatación acelerada. Ahora ya no se trata exclusivamente de un problema de Hidráulica Fluvial, sino de un problema que afecta al Proyecto mismo, no sólo en su economía, sino en su razón de ser.

Cuando la reducción del volumen útil alcanza un cierto valor crítico, característico de cada proyecto, se ha llegado al fracaso económico. Es la existencia misma del Proyecto la que está en juego. Cada metro cúbico de sedimentos depositados fuera del lugar previsto representa un metro cúbico menos de volumen de regulación y, en algunos casos, varios metros cúbicos menos de volumen regulado.

Cuando se colmata una presa que forma parte de un proyecto hidroeléctrico el problema es fundamentalmente de índole económica, pero cuando la colmatación corresponde a un proyecto de irrigación el problema es, además, social.

Son varios los factores que intervienen para la determinación del Volumen Muerto que debe considerarse en un proyecto de embalse. Si embargo, todos ellos giran en torno a una idea principal: saber cual es la cantidad de sedimentos que traerá el río en los años futuros y, luego, calcular que porcentaje de esa cantidad quedará retenido en el embalse. Todo esto para un período dado. Como generalmente las cantidades de sólidos se expresan en peso (a partir de concentraciones o de fórmulas de transporte) habrá que transformar el peso a volumen para lo que deberá conocerse el "peso específico" del material depositado, que no es nada fácil de determinar, ya que puede variar

dentro de grandes rangos.

La diferencia entre el aporte y la evacuación de sólidos a lo largo de la vida asignada al Proyecto es lo que nos da el Volumen Muerto a considerarse en los cálculos, y que servirá finalmente como uno de los elementos para obtener la altura de la presa.

Hasta acá el problema es bastante complejo y difícil. Se complica aún más cuando notamos que no basta identificar al Volumen Muerto como un "volumen", sino también como un "lugar". Debemos conocer el Volumen Muerto como un cierto número de metros cúbicos, pero también hay que predecir el lugar del embalse donde va a depositar ese volumen.

Se denomina eficiencia de retención a la relación entre la cantidad de sólidos depositados en el embalse y el aporte de sólidos de la corriente. Esta eficiencia puede expresarse como un porcentaje. Es evidente que la definición de eficiencia se ha introducido en los estudios de sedimentación de embalses por analogía con los desarenadores. Pero la analogía es sólo terminológica y no debe llevarnos a error. Un desarenador que logre sedimentar la mayor parte de las partículas sólidas se dice que tiene una alta eficiencia de retención, o que es muy eficiente, es decir que es muy buen desarenador. En cambio un embalse que tenga una alta eficiencia de retención, no es en realidad muy "eficiente"; es muy malo, porque sedimentará más rápidamente.

Dentro de los numerosos factores que determinan la eficiencia de retención de un embalse se puede mencionar los siguientes: régimen de operación del embalse, existencia de sistemas de purga en la presa, magnitud del aporte sólido, propiedades y características de los sólidos, tamaño y forma del embalse, posibilidad de formación de corrientes de densidad, régimen hidrológico (avenidas y sequías a lo largo de la vida del embalse), etc.

El volumen útil es el que sirve para las necesidades del Proyecto. Hay grandes aprovechamientos hidráulicos que se hacen sin obras de regulación, porque las condiciones naturales lo permiten. Pero hay otros, como los que nos ocupan, en los que es necesario "corregir la Naturaleza" para tener agua a voluntad a lo largo de todo el año. Es acá donde aparecen las presas, como elementos extraños al río, insertados en él, que provocan varias respuestas. Una de ellas es el atarquinamiento del embalse creado y la pérdida de su volumen útil.

La colmatación acelerada de los embalses, la pérdida del volumen útil y el fracaso de los proyectos, es una realidad en diferentes partes del mundo. A continuación se presenta algunos casos. El testimonio más antiguo que he podido encontrar es el de ARISTOTELES, quien afirma que la sedimentación (azolvamiento) del lago Maeotis, causada por los ríos, ha avanzado tanto que ha llegado a limitar el calado de los barcos que navegan en él a un valor mucho más pequeño que el que era posible hace 60 años. MIKHALEV menciona el caso de un embalse cuya capacidad total era de 15 millones de m<sup>3</sup>.

En los primeros 8 años de operación perdió el 80% de su volumen total. Señala este autor que de acuerdo a las observaciones pudo comprobar que el material grueso (bedload) depositó en el extremo de aguas arriba de la curva de remanso, en tanto que el material fino (suspensión) se distribuyó a lo largo de todo el embalse de acuerdo a las respectivas velocidades de caída de las partículas sólidas. Se comprobó asimismo que con el paso del tiempo todos los sedimentos

se dirigían hacia la presa. Las investigaciones de MIKHALEV lo llevaron a considerar que el mejor método para defenderse de la colmatación es disponer de compuertas de purga, convenientemente operadas en época de avenidas, para cuyo efecto es necesario abatir el nivel del embalse. N.P. KULESH, señala que en la Unión Soviética hay ríos como Amu-Darya, Syr-Darya, Samur, Sulak, Inguri que transportan grandes cantidades de sedimentos, entre 3 y 40 Kg/m<sup>3</sup>. KULESH hace ver que los reservorios construidos en los ríos soviéticos antes mencionados y en sus afluentes como Vakhsh, Naryn, Kara-Darya, se colmataron rápidamente. GVELESIANI y SHMAL'TZEL, mencionan el importante caso de 20 embalses de la Transcaucasia (Georgia, Azerbaijān Armenia) y en el norte del Cáucaso, con capacidades comprendidas entre 0.5 y 100 millones de m<sup>3</sup>. La investigación realizada reveló que estos embalses se colmataron en períodos comprendidos entre 3 y 6 años, principalmente debido a material en suspensión con diámetros no mayores de 1 milímetro. El material grueso, de fondo, se incorporó posteriormente al embalse. Los autores remarcan haber establecido, como consecuencia de sus investigaciones, que los cálculos utilizados para la determinación de la cantidad total de sólidos en suspensión, a partir de valores medios, resultaron entre 2 y 4 veces menores que las cantidades transportadas realmente por la corriente. En el río Kura se construyó una presa para la Central Hidroeléctrica Zemo-Avchal'skaya en la región de Georgia en 1927. La capacidad útil de 12 millones de m<sup>3</sup> se perdió en los primeros años de operación de la Central. En el canal de derivación se encontraron depósitos de 0.70 metros de alto. La presa de Gumati en Georgia empezó a funcionar en 1958, con una capacidad útil de 40 millones de m<sup>3</sup>. Al cabo de 11 años había perdido el 90% de su capacidad inicial. La presa de Chiryourt, de la Central Hidroeléctrica de Dagestan, en el río Sulak, tenía un volumen efectivo de 100 millones de m<sup>3</sup>. Después de 9 años de operación se habían depositado 95 millones de m<sup>3</sup> de sedimentos en el embalse (lo que representaba el 80% del volumen total).

F.N. GRIFFITHS, de Gran Bretaña, presenta el caso de la presa Hermitage, en Jamaica, construida en 1927 como fuente principal de abastecimiento de agua para la ciudad de Kingston. La presa de 45 metros de alto regulaba un volumen de 2.5 millones de m<sup>3</sup>.

Hasta 1963 (36 años de uso) la capacidad del reservorio se había perdido paulatinamente llegando el volumen útil al 78% de su valor original. Precisamente ese año se presentó una fuerte tormenta (Huracán Flora) y en un día perdió 500,000 m<sup>3</sup> de capacidad efectiva, llegando así la pérdida total al 44%. Este caso es sumamente interesante. En 36 años se pierde el 22% y en un año más la pérdida alcanza el 44%. Acá vale la pena destacar un concepto que no siempre es bien comprendido. Cuando se habla, por ejemplo, de un período de 50 años para una presa esto no significa que la sedimentación va a ser gradual, ni mucho menos lineal. Lo que interesa es la probabilidad de ocurrencia de eventos extremos durante la vida del Proyecto, las cantidades de sólidos que en esos casos podrían incorporarse al Sistema y la magnitud del Volumen Muerto reservado para los sedimentos y las purgas que pudieran haberse considerado, si fuera el caso.

I. MECHIN, registra el caso de la presa Khashn el Girba sobre el río Atbara, afluente del Nilo, en Sudán. El aporte medio anual se estimó en 12,000 millones de m<sup>3</sup> (aproximadamente 4 veces el módulo del río Chira). La obra se puso en servicio en 1964. El volumen útil era de 1,300 millones de m<sup>3</sup>. En 1973 este volumen se había reducido a 840 millones de m<sup>3</sup>. Es decir que en 9 años se perdió el 35% del volumen útil. Este porcentaje no fue más alto porque la presa tiene 7 compuertas de fondo que permiten evacuar hasta 7,700



nes de toneladas de material sólido. Este valor es casi igual al aporte anual medio de sólidos del río Atbara. La conveniente operación de las compuertas permitió en lo sucesivo que las corrientes de densidad eliminen gran parte del material fino. G. SCHNITTER, de Suiza, señala las grandes dificultades existentes para poder calcular con suficiente exactitud el Volumen Muerto que debe reservarse en los embalses para la colmatación de sedimentos. Señala, con gran acierto, que basta una avenida importante para poner en movimiento grandes cantidades de sólidos que habían depositado aguas arriba. Tal podría haber sido el caso, que mencionamos antes, ocurrido en Jamaica. SCHNITTER menciona el caso del embalse de compensación de Palagnedra, en el sur de Suiza. Durante los 8 primeros años de funcionamiento los depósitos aluvionales de arena y grava aumentaron a razón de 30,000 m<sup>3</sup> por año, en promedio (lo que representa 240,000 m<sup>3</sup>). En 1961 se presentó una avenida excepcional que incorporó aproximadamente 500,000 m<sup>3</sup> de sólidos al embalse. En 1965 se presentó otra avenida similar que sólo aportó una pequeña cantidad de material grueso. En 1968 el aporte sólido fue de 110,000 m<sup>3</sup>. SCHNITTER concluye que no existe ninguna relación entre el caudal líquido y el caudal sólido. SHEN CHUNG-KANG, de China, informa sobre el embalse de Hengshan de la Provincia de Shansi. La capacidad fue de 13 millones de m<sup>3</sup>. Al presentarse una avenida se operó la compuerta de purga y se eliminó 0.7 millones de m<sup>3</sup> de sólidos depositados.

De lo expuesto en este punto se concluye que la sedimentación acelerada de los embalses es un problema real, que ha ocurrido y ocurrirá en diferentes partes del mundo.

La sedimentación acelerada, y consiguiente pérdida de capacidad de los embalses, tiene consecuencias que no son sólo económicas, sino que involucran, en muchos casos, el fracaso de un Proyecto en sus aspectos sociales. Esto último ocurre cuando no existe un proyecto de ingeniería alternativo para reemplazar la presa reguladora colmatada.

Como los métodos para calcular el Volumen Muerto y, por lo tanto, la vida útil de los embalses, tienen poca confiabilidad la recomendación es que debemos realizar estudios sedimentológicos integrales de las cuencas y, simultáneamente, adoptar en el diseño un margen de seguridad amplio, y soluciones que ofrezcan gran flexibilidad.

Las presas que están funcionando, y colmatándose, deben ser objeto de un cuidadoso seguimiento para verificar el cumplimiento de los supuestos de diseño y adoptar, con anticipación suficiente, las medidas correctivas correspondientes.

#### 4.2 Presas laterales

Son las que están ubicadas fuera del cauce del río. Su sedimentación es muchísimo menor y puede ser controlada por medio de un buen diseño del sistema bocatoma-desarenador. Evidentemente que desde el punto de vista sedimentológico estas presas son más convenientes y seguras. Su vida útil es más larga y el diseño es más simple.

#### 4.3 Encauzamiento de ríos

La dinámica fluvial juega un papel importante en el comportamiento de un río encauzado. Los procesos de erosión y sedimentación en el cauce fluvial creado por un encauzamiento pueden ser muy intensos. Es muy importante la selección adecuada del ancho del encauzamiento. Normalmente un río tiene una tendencia natural para la determinación de sus variables hidráulicas. El encauzamiento es la imposi-

ción de estas variables. Si el encauzamiento es muy estrecho se puede producir erosión (degradación del cauce). Por el contrario, un ancho muy grande puede dar lugar a que el río divague (forme meandros) dentro del gran cauce que tiene a su disposición y ataque, durante una súbita crecida, a los diques de encauzamiento.

En estos casos la corriente no es paralela a los diques, sino que forma un ángulo que, en el caso extremo puede ser de  $90^\circ$ .

Para el estudio de la estabilidad de los diques de encauzamiento no debe dejar de considerarse los efectos tridimensionales y secundarios que corresponden a una corriente natural. Muchas de las experiencias de estabilidad de enrocados han sido hechas a partir de consideraciones teóricas y experimentales de tipo bidimensional.

El encauzamiento significa también un cambio en el alineamiento natural del río. Si se corta un meandro, por ejemplo, el tramo de río resultante tiene mayor pendiente y, por consiguiente, mayor capacidad de arrastre.

Desde el punto de vista sedimentológico el estudio de un encauzamiento en un río de cauce móvil está estrechamente vinculado a los fenómenos de transporte sólido de fondo. El estudio del movimiento del material en suspensión no tiene mayor significado para las decisiones que tengan que tomarse.

El encauzamiento fluvial representa el proceso, largo y paulatino, hecho por el hombre para adecuar la Naturaleza a sus necesidades. Un encauzamiento se hace para proteger un área, o simplemente para crear las condiciones favorables de funcionamiento para una estructura (por ejemplo, una presa derivadora).

Quizás cuando la dinámica fluvial se presenta con mayor fuerza es en los llamados "encauzamientos parciales" o diques de defensa. Para estas condiciones extremas cualquier cosa puede esperarse.

#### 4.4 Bocatomas (Obras de Toma)

De un modo genérico denominamos obra de toma a la estructura hidráulica construida en un río o canal con el objeto de captar parcialmente sus aguas. El agua derivada puede utilizarse para la generación de energía, irrigación, abastecimiento público e industrial u otros. En muchos casos la obra de toma o bocatoma como también se le llama, es de uso múltiple.

El diseño de una bocatoma es uno de los problemas más difíciles que se presentan al especialista en hidráulica fluvial. La construcción de una obra de toma representa una alteración de las condiciones normales de escurrimiento, y por lo tanto deben esperarse cambios fluviomorfológicos importantes, como erosión y sedimentación.

Hay diferentes tipos de bocatomas. Su selección depende del tipo de río, características del transporte sólido, gasto a captar, etc. El conocimiento insuficiente de la dinámica fluvial y del transporte sólido ha producido el fracaso de muchas obras de toma. En algunos casos por sedimentación frente a las ventanas de captación y, en otros, por erosión de la estructura.

Como la presencia e ingreso del material sólido determina las condiciones de funcionamiento y aprovechamiento, y la purga se efectúa normalmente por medio del agua, la eficiencia queda definida en tér

menos del agua no captada, sea por no haberse podido tomar del río o porque luego de su captación se utilizó para la purga.

De acá, pues, se desprende que la eficiencia de una bocatoma es la relación entre la cantidad de agua realmente incorporada al canal de derivación y aquella que podría haberse captado desde el punto de vista de las disponibilidades hídricas.

Los factores que disminuyen la captación real son:

- a) la necesidad de mantener en el río un gasto remanente, lo suficientemente grande como para evitar sedimentación y permitir el arrastre de los sólidos no captados.
- b) el gasto empleado por medio de un canal de purga para eliminar el material sólido grueso inmediatamente después de su ingreso.
- c) El gasto empleado para purgar el desarenador. Este valor oscila entre el 5 y el 10% del gasto derivado.

El diseño de una bocatoma debe cumplir con las siguientes condiciones:

- a) Asegurar la derivación permanente del caudal de diseño.
- b) Proveer un sistema para dejar pasar las avenidas, que tienen gran cantidad de sólidos y material flotante.
- c) Captar el mínimo de sólidos y disponer de medios apropiados para su evacuación.
- d) Estar ubicada en un lugar que presente condiciones favorables desde el punto de vista constructivo.
- e) Conservar aguas abajo suficiente capacidad de transporte para evitar sedimentaciones.

Con respecto al material sólido hay dos posibilidades:

- Evitar su ingreso
- Provocar su decantación y eliminación luego de su ingreso.

La forma más simple de captación corresponde a una bifurcación del canal principal sin ninguna estructura de guía o encauzamiento.

A pesar de la poca eficiencia de esta obra de toma es importante su estudio detallado porque de ella se obtiene los fundamentos teóricos para el diseño de todas las obras de captación. Sobre el comportamiento de los sólidos en una bifurcación se puede decir lo siguiente:

- a) En una bifurcación los gastos líquidos y sólidos se distribuyen en proporciones diferentes.
- b) La proporción en la que se distribuyen los gastos sólidos en suspensión y de fondo también es diferente.

- c) La distribución de los sólidos en suspensión depende del gradiente vertical de concentraciones. Para partículas pequeñas y flujos muy turbulentos la distribución de gastos sólidos en suspensión tiende a ser igual a la de los gastos líquidos.
- c) En una bifurcación realizada en un tramo recto las capas inferiores del escurrimiento se dirigen hacia el canal lateral.
- e) La proporción de toma es el factor más importante. Al aumentar la proporción del gasto captado aumenta la cantidad de material sólido captado.
- f) La proporción de toma determina el ancho de las superficies de separación en el canal principal.
- g) El ángulo de bifurcación tiene una influencia pequeña y no muy bien determinada.
- h) El lugar más favorable para la ubicación de la bifurcación es la parte externa e inicial de un tramo curvo.
- i) Si el gasto en el río es menor que  $Q_0$  (gasto crítico de arrastre) no hay problemas con los sólidos de fondo, puesto que no están en movimiento.
- j) Si el gasto en el río es mayor que  $Q_0$  sólo puede derivarse una parte de  $Q$ , de modo de conservar una adecuada capacidad de transporte en el río.
- k) El conocimiento de los fenómenos hidráulicos que ocurren en una bifurcación es importante para el diseño de las obras de captación.
- l) En la mayor parte de los casos es altamente recomendable realizar el diseño con la ayuda de un modelo hidráulico.

Otro de los problemas que se presenta en las bocatomas es el de la erosión en la obra de toma. Se debe recurrir a revestimientos especiales y a un cuidadoso mantenimiento.

El estudio de una bocatoma no puede independizarse del estudio del tramo fluvial en el que está ubicada. Muchas bocatomas han fallado porque no se tuvo en cuenta la estabilidad del río y su equilibrio sedimentológico. Debemos, pues, asegurarnos que el río está encauzado y que las alteraciones que la presa derivadora producirá en el río son suficientemente conocidas y tratadas.

Hacia aguas abajo hay tendencia a una erosión local, que se controla con una protección adecuada. Lo más grave es cuando ocurre una avenida extraordinaria de larga duración y se produce una erosión generalizada, que puede ser de varios metros, dando lugar a que los niveles aguas abajo desciendan tanto que no se cumpla las suposiciones hechas para el cálculo del salto hidráulico. Se produce entonces la falla parcial o total de la estructura.

#### 4.5 Desarenadores

Son las estructuras hidráulicas que sirven para eliminar una parte de la porción más fina de los sólidos transportados en suspensión.

En general, a menor velocidad y mayor longitud del desarenador es mayor la eficiencia de decantación. Pero esta consideración general tiene límites teóricos y prácticos. Lo mismo puede decirse con respecto a las partículas sólidas. Mientras más pequeñas sean su probabilidad de decantación es mayor. Esto es válido mientras se trate de partículas, que a pesar de ser pequeñas, puedan conservar su individualidad.

Las partículas muy finas, cuya forma se aparta notoriamente de la esférica, decantan más difícilmente. Algunas no llegan a hacerlo a pesar de que se hagan grandes disminuciones en la velocidad media.

En todo caso es fundamental al diseñar un desarenador que éste tenga forma y características tales que el flujo se aproxime a las condiciones bidimensionales.

En los desarenadores es, quizás, donde se da más íntimamente la interacción sedimento-estructura.

El flujo es tridimensional, pero el cálculo se hace como si fuera bidimensional. El desarenador tiene condiciones geométricas particulares de ingreso y salida, pero el cálculo se hace como si fuera un canal imaginario de sección transversal constante en toda su longitud. El examen del comportamiento de los desarenadores nos indica que las fallas más frecuentes se producen por no ser apropiadas las condiciones de ingreso (o de salida). Estos problemas, que deben tratarse como cuestiones puramente hidrodinámicas tienen una gran influencia en el flujo a lo largo de cada nave. Una mala condición de ingreso puede dar lugar a la aparición de corrientes secundarias que al propagarse a lo largo del sedimentador impiden que éste cumpla adecuadamente su función.

Lo mismo ocurre con respecto a los sólidos. Las fórmulas para el cálculo de la sedimentación suponen que las partículas tienen un conjunto de propiedades perfectamente definidas y constantes (forma, tamaño, pero específico, etc) que se traducen en una velocidad de caída perfectamente conocida, que es la que se introduce en los cálculos. La realidad es diferente. Las partículas tienen las más variadas formas y cada una de ellas tiene su propia velocidad de caída, que, naturalmente, sería imposible de determinar. Se trabaja con valores medios y por lo tanto hay que aceptar errores, que en algunos casos pueden ser de magnitud considerable. Hay numerosos desarenadores que no funcionan eficientemente por un estudio sedimentológico insuficiente.

La sedimentación de partículas es sumamente sensible a las variaciones, fluctuaciones y alteraciones en las condiciones naturales.

Sólo en una rápida descripción podríamos mencionar algunas conclusiones y observaciones sobre el comportamiento de tanques rectangulares. Así, J.B. WHITE menciona la importancia que tienen las fluctuaciones turbulentas de la velocidad y su efecto diferente en la velocidad de caída de las partículas. R.P. MARCH menciona la importancia de los flujos internos, de las corrientes de densidad y la distribución vertical y horizontal de velocidades. F.J. HALL calculó que una diferencia de densidad de 0.00009 en una masa líquida podría

genera una diferencia de velocidad de 2.31 cm/seg. Esto equivale a una variación de 0.5°C de temperatura.

Una de las fórmulas usadas para el cálculo de la eficiencia de sedimentación es la de CAMP. En la actualidad, entre otros puntos, se acepta como hipótesis lo siguiente: a) que no hay erosión en el fondo del desarenador (es decir que no hay transporte), b) que la velocidad de la corriente es la misma en todos los puntos de la masa líquida, etc. Es evidente, pues, que las suposiciones de CAMP no son aplicables a un sedimentador real. No debe entonces llamarnos la atención que muchos desarenadores funcionan "mal".

#### 4.6 Conducciones

En los proyectos de irrigación hay que llevar el agua desde el lugar de captación hasta el de aprovechamiento por medio de canales y túneles, que constituyen la conducción. Si la velocidad es excesiva se produce erosión. Cuando no se puede evitar las velocidades relativamente altas debe ponerse atención al revestimiento. En general el concreto (hormigón) no es muy resistente. En estos casos es preferible recurrir a la piedra u otros materiales.

También puede ocurrir el fenómeno contrario que es el de la sedimentación. Se presenta en zonas de pequeña pendiente. El material sólido captado deposita a lo largo de los canales de conducción, reduciendo la sección hidráulica y aumentando la resistencia por incremento de la rugosidad del fondo. Esto obliga a la limpieza de los canales con interrupción del servicio y las consiguientes pérdidas económicas.

Resumiendo, en los canales hay siempre que tomar en cuenta el problema sedimentológico. Si son sin revestimiento se debe recurrir a los varios métodos vinculados a la velocidad crítica de arrastre. Si son revestidos también habrá una adecuada correspondencia entre las velocidades máximas y mínimas en relación con las cantidades y características del transporte sólido en el canal. Es fundamental el dimensionamiento adecuado del desarenador. Vinculado al problema de las conducciones está el del material sólido, generalmente muy fino, que llega a través del sistema de distribución, hasta las tierras de cultivo. Hay casos en los que esto es tan grave que dificulta las labores agrícolas y obliga a un exagerado y costoso sistema de limpieza.

SAMARIN registra que sólo en Rusia asiática se retira de los canales de derivación y conducción un volumen de sólidos decantados superior a los 70 millones de m<sup>3</sup> por año.

#### 4.7 Otras estructuras

Prácticamente todas las estructuras hidráulicas están sujetas potencialmente a daños causados por los sólidos: caídas, rápidas, disipadores de energía, acueductos, etc. Aunque sólo está indirectamente relacionado con las irrigaciones, el problema sedimentológico en las turbinas es grave y los daños por erosión pueden ser sumamente serios.

Otro de los graves problemas que originan los sólidos es en las centrales hidroeléctricas al erosionar las turbinas. Las partículas sólidas, aún las más finas, producen erosión. Hay varios casos de turbinas que en un tiempo muy breve han quedado inutilizadas. El poder destructor de los sólidos es básicamente una función de la concentración, calidad mineralógica, forma y diámetro de las partículas sólidas, altura de caída y tipo de turbina.

**DOCUMENTO E-1**

**"EXPOSICION SOBRE LA PRIMERA CONFERENCIA PANAMERICANA  
DE IRRIGACION Y DRENAJE"**

**Por: Ing. Jader Fernandes de Carvalho(\*)**



---

**(\*)Director Ejecutivo Asociación Brasileira de Irrigación y Drenaje (ABID),**







INFORME SOBRE A PRIMEIRA CONFERÊNCIA REGIONAL PANAMERICANA DE  
IRRIGAÇÃO E DRENAGEM DA ICID

Minhas primeiras palavras, são de congratulações com os organizadores deste VII Seminário Latinoamericano de Irrigacion, que havia sido descontinuado por cerca de 12 años.

En segundo, quero agradecer pela oportunidade de poder divulgar, a - Primeira Conferencia Regional Panamericana de Irrigação e Drenagem, para auditorio tão seletto de vários países e Instituições Internacionais.

Inicialmente, gostaria de informar aos participantes deste Seminario, acerca da Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem - ABID - no Brasil, do relacionamento com a ICID Comissãõ Internacional de Irrigação e Drenagem, e dos compromissos assumidos pelo Brasil, para realizaçãõ da Conferencia.

A ABID foi fundada em 1973, etem procurado promover irrigaçãõ no Brasil através de Congressos Nacionais, Seminários, Encontros, Cursos, Visitas Técnicas, Palestras, Exposições de Maquinas e Equipamentos de Irrigação e Drenagem etc., além de divulgaçãõ de trabalhos técnicos e informaçoẽs sobre irrigaçãõ e drenagem no Brasil e no exterior.

A ABID reúne hoje 5000 associados entre Instituições Públicas, Empresas de Consultoria, Empresas Construtoras de obras de Irrigação, Fabricantes de equipamentos e materiais de irrigação e drenagem, Profissionais das areas de agronomia, engenharia, economia e outras, pesquisadores, professores, estudantes e produtores rurais.

Em 1981 o Governo do Brasil reconheceu a ABID como Comitê Nacional Brasileiro junto a ICID, portanto representa o Pais junto aquela Comissãõ Internacional. Assim, é que em nome do governo brasileiro, como Comitê Nacional a ABID aceitou a responsabilidade de realizar a Primeira Conferencia Regional Panamericana de Irrigação e Drenagem no Brasil. É portanto a primeira oportunidade par uma conferencia deste tipo na America Do Sul.

Isto posto, temos grande stisfaçao de poder falar aos destintos participantes deste Seminário sobre a conferencia, bem como aproveitar a oportunidade para convidar a todos, para que prestigiem e engrandeçãõ a conferência com sua participaçãõ.

La conferencia terá lugar de 15-19 de outubro de 1984

Local Cidade de Salvador - Bahia - Brasil

Promoçãõ de ICID e ABID com apoio dos Ministerios do Interior e Agricultura e Instituições vinculadas. Contamos tambem com a participaçãõ e apoio do IICA.

Paralela à Conferência será realizada uma mostra internacional de equipamentos, materiais e serviços de irrigação e drenagem. Nesta oportunidade os participantes terão oportunidade de verificar o que as indústrias nacionais dos Países participantes estão colocando no mercado as inovações tecnológicas etc.

Juntamente com a conferência, terão lugar cursos de pequena duração sobre temas atuais da irrigação que eitarão a disposição dos participantes.

Nesta oportunidade, apesar dos prazos já terminados para apresentação de trabalhos quero em nome da ABID, estender um convite a todos os Países aqui representados para que atendam a Conferência. Querotambém, afirmar que estamos dispostos a aceitar trabalhos dos Países que ainda não confirmaram sua participação de modo a que seja assegurada a participação destes Países.

Sem dúvida estamos convencidos de que a Conferência Panamericana será uma oportunidade para incrementar a aproximação entre os técnicos das Américas, bem como, oferecerá oportunidade para troca de experiências e ideias que certamente induzirá a todos os participantes a refletir um pouco mais profundamente na busca de soluções para os problemas de irrigação em seus respectivos países, bem como, refletir sobre a estratégia que vem sendo adotada e avaliação dos resultados obtidos.

O tema central da Conferência "Desenvolvimento de Irrigação e Drenagem nos Países Americanos - Problemas e Soluções" sem dúvida permitira oportunidade para trabalhos de maior importância, notadamente enfocando os problemas, as soluções adotadas e os resultados obtidos.

Terminando nos colocamos à disposição dos presentes para esclarecimentos adicionais, durante este VII Seminário, bem como, gostaríamos de por correspondência mantelos informados sobre os preparativos para a Conferência.

Queremos agradecer a atenção e o interesse de todos, etambem agradecer à coordenação do Seminário pela oportunidade que nos concedeu.

Em seguida sera distribuido a todos material informativo sobre a Conferência.

Muito obrigado.

En la central hidroeléctrica de Machu Picchu que tiene una caída de 340 m (turbinas Francis) se observó luego de puesta en marcha la central, un aceleradísimo proceso de erosión y desgaste de las turbinas que motivaron reparación e interrupción del servicio. Con el objeto de determinar la cantidad y calidad del material sólido que ingresaba a las turbinas se procedió a la toma de muestras encontrándose que la concentración media de agua turbinada era de 2 g/l. Las partículas eran sin embargo muy finas, su diámetro era inferior a 0.1 mm. El análisis mineralógico indicó que las muestras presentaban una gran proporción de partículas angulosas de sílice y en menor cantidad óxidos de hierro.

El poder corrosivo de las partículas pequeñas, con diámetro inferior a 0.1 mm y velocidades de caída del orden de 7 mm/s ha sido estudiado en algunas centrales llegándose a la conclusión que es necesario recurrir a metales y aleaciones especiales en la fabricación de turbinas con el objeto de retardar su destrucción porque es casi imposible eliminar por completo estas partículas.

## 5. Variabilidad del transporte sólido

El gasto sólido depende de una elevada potencia de la velocidad, es decir, que pequeñas variaciones de la velocidad producen grandes cambios en el transporte sólido.

Aguas arriba de una presa hay sedimentación porque disminuye la velocidad. Un desarenador funciona como tal porque se logra disminuir la velocidad y la turbulencia. En la margen interna de una curva fluvial hay sedimentación, formación de playas y bancos porque la velocidad disminuye.

Aguas abajo de una compuerta o un vertedero hay, en general, tendencia a la erosión porque la velocidad aumenta. El agua cargada de sedimentos erosiona las turbinas porque su velocidad es alta. De acá que desde el punto de vista sedimentológico es en muchos casos importante examinar la posibilidad de una turbina Francis ó Pelton. La margen externa de una curva fluvial tiene tendencia a la erosión porque allí la velocidad es alta. De acá que este sea el lugar preferente para ubicar una obra de toma.

Afortunadamente las grandes avenidas no tienen una duración extraordinaria. Son, sin embargo, difíciles de medir. El error que se comete en la determinación de caudales sólidos y líquidos, puede ser grande, especialmente en los primeros.

La avenida sólida puede ser aún más breve que la avenida propiamente dicha. Así por ejemplo, una crecida de 12 horas puede tener dentro de ella una gran avenida sólida ("cruce solido", como dicen los franceses) cuya duración sea mucho más corta, apenas unas breves horas. Esta es una característica de muchos torrentes, muy importante de tomarse en cuenta en el diseño y operación de las estructuras de captación.

A modo ilustrativo podríamos hacer el siguiente cálculo para comprender mejor el transporte sólido durante una avenida. Consideremos un caudal de 50 m<sup>3</sup>/s fluyendo durante 30 días con una concentración media de 1 Kg/m<sup>3</sup>. Esto significa un volumen de 100,000 m<sup>3</sup>. En cambio una crecida de 1,500 m<sup>3</sup>/s que se mantenga durante un día con una concentración media de 10 Kg/m<sup>3</sup> representa un volumen de un millón de metros cúbicos.

El río Namora (Perú), que nace a una altitud de 4,000 m (en la cordillera de Mishacocha), tiene hasta la estación Bocatoma un área de 460 Km<sup>2</sup>. Entre octubre de 1968 y setiembre de 1976 la masa anual media de sólidos en suspensión fue de 225,000 toneladas. Sin embargo, en marzo de 1975, la masa sólida en suspensión representó una cantidad igual a toda la masa sólida en suspensión del año hidrológico 1973-1974. Similar situación se presentó en este río en el mes de abril de 1970 cuya masa sólida en suspensión fue igual a la de todo el año 1975-76. Esto demuestra que cuando hacemos la evaluación del total de sólidos para un período largo, 50 años por ejemplo, la masa está constituida esencialmente por las descargas sólidas producidas en los períodos de avenidas.

Esto tiene una gran importancia en la determinación del Volumen Muerto de un embalse. Generalmente se piensa que la incertidumbre que estos cálculos conlleva depende esencialmente de nuestro pobre conocimiento de la ley gasto líquido-gasto sólido (o de su inexistencia). Esto no siempre es cierto. A menudo se agrega otra incertidumbre, no menor, que es la relativa al número de avenidas de una magnitud dada que se presentará durante la vida útil del embalse. Significa esto, pues, una reafirmación de lo que venimos sosteniendo en el sentido que el estudio sedimentológico forma parte de un estudio integral de la cuenca. Algo parecido ocurre cuando se diseña una bocatomá. Sabemos que las avenidas son las que llevan la mayor cantidad de sólidos. Se requiere de un estudio hidrológico para conocer la frecuencia de una avenida dada, su probabilidad de ocurrencia y por lo tanto examinar la posibilidad y consecuencias de interrumpir la captación.

En el río Chira (Perú) un caudal de 100 m<sup>3</sup>/s puede significar algo así como 100 Kg/s de gasto sólido en suspensión. Pero un caudal de 1,000 m<sup>3</sup>/s (10 veces mayor) representa un gasto sólido de 15,000Kg/s (150 veces mayor). En esto radica la importancia de las avenidas.

El estudio de sedimentos permite conocer estos valores para preverlos en el diseño, siempre y cuando se pueda adoptar normas de operación que sean realistas. Hay presas que se conciben de modo que las grandes avenidas pasen de largo, a través de los aliviaderos, sin usar el reservorio para control de avenidas. Si no se opera de esta manera es evidente que habrá colmatación.

El transporte sólido de un río es variable a lo largo del año. Tiene una cierta vinculación con el gasto, pero no se puede establecer una ley genérica. Así como la masa líquida varía de año a año, lo mismo ocurre con la masa sólida. Los gastos muy grandes que se presentan en épocas de avenidas transportan la mayor cantidad de sólidos. Como las altas concentraciones de sólidos están asociadas con las avenidas, se tiene que la masa de sólidos durante un período dado de avenidas representa con respecto a la masa de sólidos de todo el año un porcentaje mayor que el de la masa líquida durante el mismo período con respecto a la masa líquida anual.

En algunos ríos pequeños, se ha observado que el 60% del agua y el 90% de los sólidos de todo un año han sido descargados en unos pocos días de avenidas. En el río Mantaro, se ha observado que durante los meses de diciembre a mayo pasa el 97% de su masa sólida anual. En los ríos Chira y Jequetepeque (Perú) se ha observado que en un año lluvioso en 8 días de avenidas pasa el 50% de la masa sólida anual.

Se da el caso que en un año a gastos iguales correspondan concentraciones diferentes. Se observó en un caso específico que para un cau

dal creciente, la concentración de material en suspensión era el doble que la correspondiente a la misma descarga, pero decreciente. Esto podría explicarse debido a que la descarga creciente representa la iniciación del período de lluvias en el cual la cuenca está prácticamente seca, con poca vegetación y gran erosionabilidad. En cambio el gasto decreciente corresponde al final del período de lluvias en el que las condiciones de la cuenca son diferentes, presentando mayor vegetación y menor erosionabilidad. Otra explicación complementaria, muy razonable, sería decir que no existe correlación entre el gasto líquido y el gasto sólido.

El río Chilote (Perú), con una cuenca de 983 Km<sup>2</sup> hasta la estación del puente, tiene para el período 1970-76 una masa sólida promedio de materiales en suspensión de 600,000 toneladas por año. Sin embargo, dentro de este corto período hay masas anuales que varían en la proporción de 1 a 7 fácilmente. Así en el año hidrológico 1974/75 la masa fue de 1'086,000 toneladas y en el año 1975/76 sólo fue de 145,000 toneladas de sólidos en suspensión. De la gran masa que escurrió en 1974/75, el 90% lo hizo en los meses de marzo y abril. El 4 de abril de 1975, se registró una concentración media diaria de 25 Kg/m<sup>3</sup>.

El río Puclush (Perú), con una cuenca de 1,065 Km<sup>2</sup>, tiene para el mismo período una masa media de 468,000 toneladas de material en suspensión. En ese período hay dos valores extremos. En 1974/75 la masa fue de 917,000 toneladas, pero al año siguiente este valor bajó a 101,000 toneladas. Durante los meses de marzo y abril de 1975 pasó el 90% de la masa total.

El río Jequetepeque (Perú) tuvo para el período 1968/76 una masa total de materiales en suspensión de 18 millones de toneladas, medidos en la estación Ventanillas, de los cuales el 85% está constituido por lo escurrido en los meses de marzo y abril.

## 6. Los modelos y su importancia para el diseño de estructuras hidráulicas

Los métodos que existen para el diseño de las estructuras hidráulicas se basan en simplificaciones y abstracciones que tienden inevitablemente a apartarnos en mayor o menor grado del flujo real.

Las estructuras hidráulicas, a diferencia de otras con las que tiene que enfrentarse el ingeniero, se caracterizan por la fuerte influencia de eventos naturales que escapan al control humano, como una falla geológica, una avenida o un sismo, por ejemplo.

Pero todo lo real es complejo y sólo lo conocemos en una pequeña proporción. Las ciencias hidráulicas, se basan en la aceptación de un flujo bidimensional. Es decir, que se supone en la mayor parte de los casos que el escurrimiento se puede describir con ecuaciones en dos dimensiones. Se acepta que el flujo es un plano y que no hay componentes perpendiculares a ese plano. Así se ha deducido, o establecido, la fórmula de Chezy, Manning, las de flujo sobre vertederos, la ecuación del salto hidráulico y prácticamente todas las que se usan en diseño. Los llamados coeficientes experimentales tratan de corregir en parte esta situación.

La incapacidad de los modelos matemáticos antes señalados para describir el escurrimiento real es uno de los factores del fracaso de muchas estructuras. El problema se agrava cuando las estructuras hi

dráulicas tienen problemas de sólidos. Todas las fórmulas sedimentológicas son de tipo bidimensional. Sean aquellas para calcular la capacidad de transporte de una corriente o la distribución vertical de sedimentos en suspensión o la profundidad de erosión, ó intensidad de sedimentación en un embalse o en un desarenador. En la baja confiabilidad de los resultados tiene mucho que ver la circunstancia de que el flujo a dos fases en la Naturaleza es esencialmente tridimensional.

Una de las formas de conocer mejor el comportamiento de una estructura es estudiándola en un modelo físico, en un modelo hidráulico, o como dicen los franceses, en un modelo reducido.

Hay un problema que preocupa, justamente, a los ingenieros proyectistas y a los Jefes de Proyecto: saber, en que caso, es realmente necesario hacer una investigación en modelo hidráulico. Trataremos, de dar una respuesta a esa pregunta.

En primer lugar, una cuestión conceptual básica. En la Naturaleza y en las estructuras hidráulicas hay dos tipos de escurrimiento: uno quasibidimensional, y otro, esencialmente tridimensional. Por lo general los problemas que corresponden al primer tipo de escurrimiento pueden resolverse con las fórmulas conocidas, en tanto que las segundas, no.

La enorme ventaja de un modelo hidráulico es que allí el flujo es tridimensional. Podríamos decir, pues, que un modelo es un eficaz instrumento de ayuda al diseñador para los casos en los que la teoría es incompleta, inaplicable o inexistente.

En un modelo hidráulico se puede estudiar con gran facilidad un gran número de situaciones diferentes. Por ejemplo, si se trata de una bocatoma es posible estudiar el comportamiento de la captación para diferentes caudales en el río, diferentes disposiciones de la bocal y la purga, y aún para diferentes cantidades, calidades y modalidades del transporte sólido. La captación de agua, y de sólidos, es un fenómeno que ninguna fórmula matemática de la hidráulica puede describir.

Hagámonos ahora, nuevamente, la misma pregunta: ¿se justifica un modelo hidráulico? Evidentemente que no, si se trata de una estructura pequeña, fácilmente reparable y cuya falla no tenga consecuencias graves. Pero, si se trata de una estructura importante cuya interrupción o colapso tuviese graves consecuencias, es inaludible el estudio en modelo hidráulico. A veces se dice que hay diseños típicos, ya comprobados, que no requieren de modelo. Esto es cierto, pero debemos estar seguros que estamos en ese caso, que es necesariamente una abstracción. Conviene recordar, a propósito de las bocatomas, que si bien es cierto que hay diseños típicos, también lo es que no hay "ríos típicos".

Otro tema que preocupa a los Jefes de Proyecto es saber cuanto cuesta un modelo. La respuesta es fácil: Muy poco, si lo comparamos con el costo del diseño total y casi nada si se le compara con el costo total de la obra.

No siempre el problema es de costo. A veces es de tiempo. Hay el dinero para hacer el modelo, pero no se dispone del tiempo necesario. Esto es un problema de manejo de Proyecto. Con el mismo argumento podríamos iniciar la construcción de una presa sin tener información adecuada sobre las condiciones de cimentación, "porque toma tiempo hacerlas". Esto sería inadmisibile.

El estudio en modelo hidráulico forma parte del estudio definitivo. Su ejecución debe considerarse desde el estudio de factibilidad. Es en la factibilidad donde debe recomendarse, o no, que durante los estudios definitivos se ejecute un estudio en modelo hidráulico, fijándose los objetivos de la investigación y el tiempo requerido.

En el caso de los modelos sedimentológicos es importante recordar que las investigaciones básicas sobre el transporte sólido deben ser muy amplias. El modelo hidráulico debe servir para definir ciertos detalles del diseño, pero la concepción de las estructuras, en lo que toca a su comportamiento sedimentológico, debe hacerse desde las primeras etapas de un diseño.

### BIBLIOGRAFIA

AGUIRRE PE, Julián...Hidráulica de Sedimentos Mérida, Venezuela, 1980.

CADAFE...Sedimentos en el embalse del Complejo Hidroeléctrico Gral. José Antonio Páez, Caracas, 1975.

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU...Conclusiones y Recomendaciones del Simposio sobre Deslizamientos (Huaicos) e Inundaciones, Lima, 1972.

CERDA T., José Francisco...Diseño de bocatomas implantadas en ríos con fuerte arrastre de sólidos, Empresa Nacional de Electricidad Santiago-Chile, 1976.

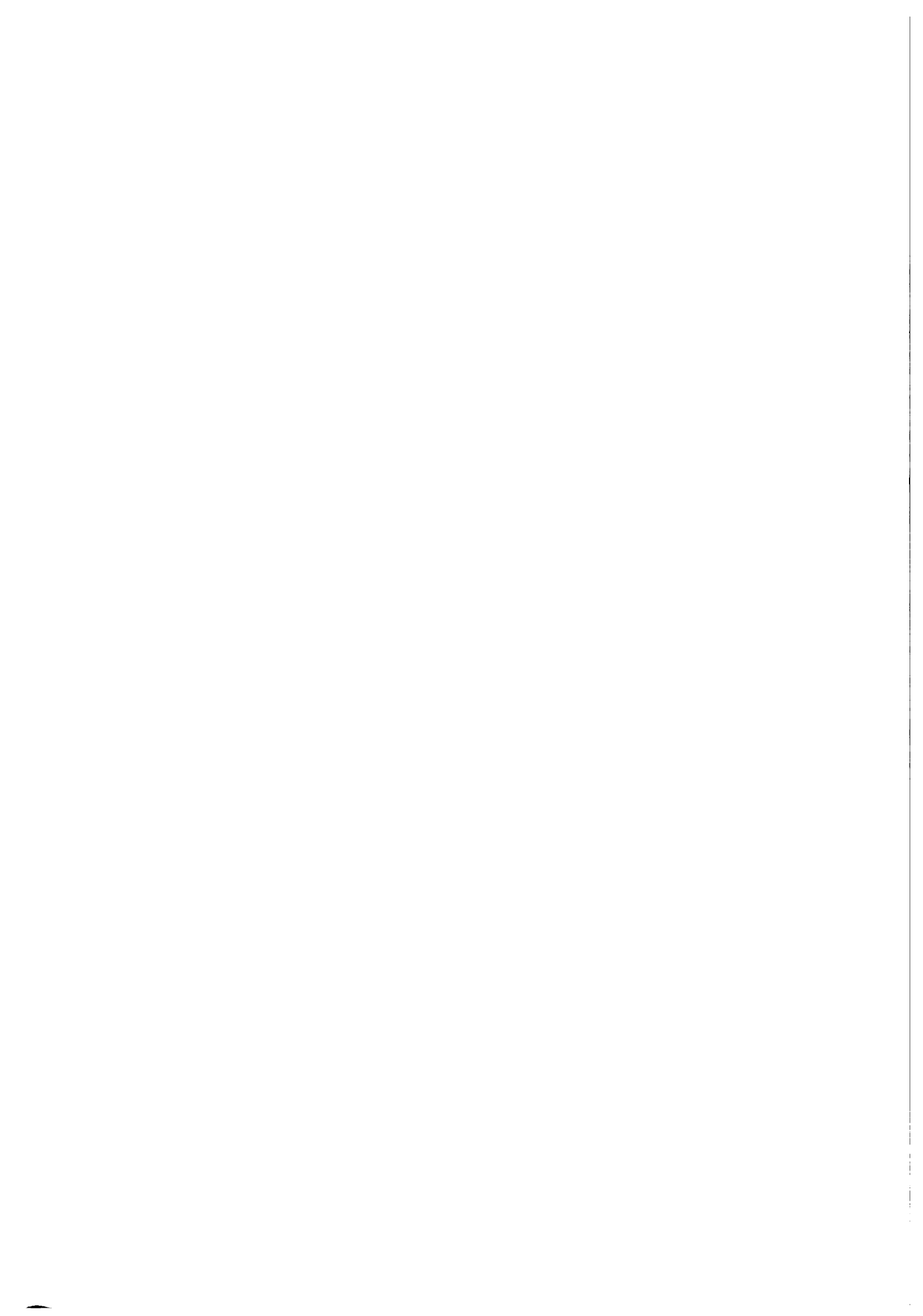
FUENTES, Ramón y CARRASQUEL S.,...Sobre la fórmula de Duboys, IX Congreso Latinoamericano de Hidráulica, Mérida, 1980.

ROCHA FELICES, Arturo...Wasserableitung aus Flüssen mit Sediment bewegung, Universidad de Hannover, Publicaciones del Instituto Franzius, Volumen 35, 1970.

ROCHA FELICES, Arturo...Curso corto sobre sedimentos, publicado por el IICA con ocasión del curso organizado en Buenos Aires, 1978.

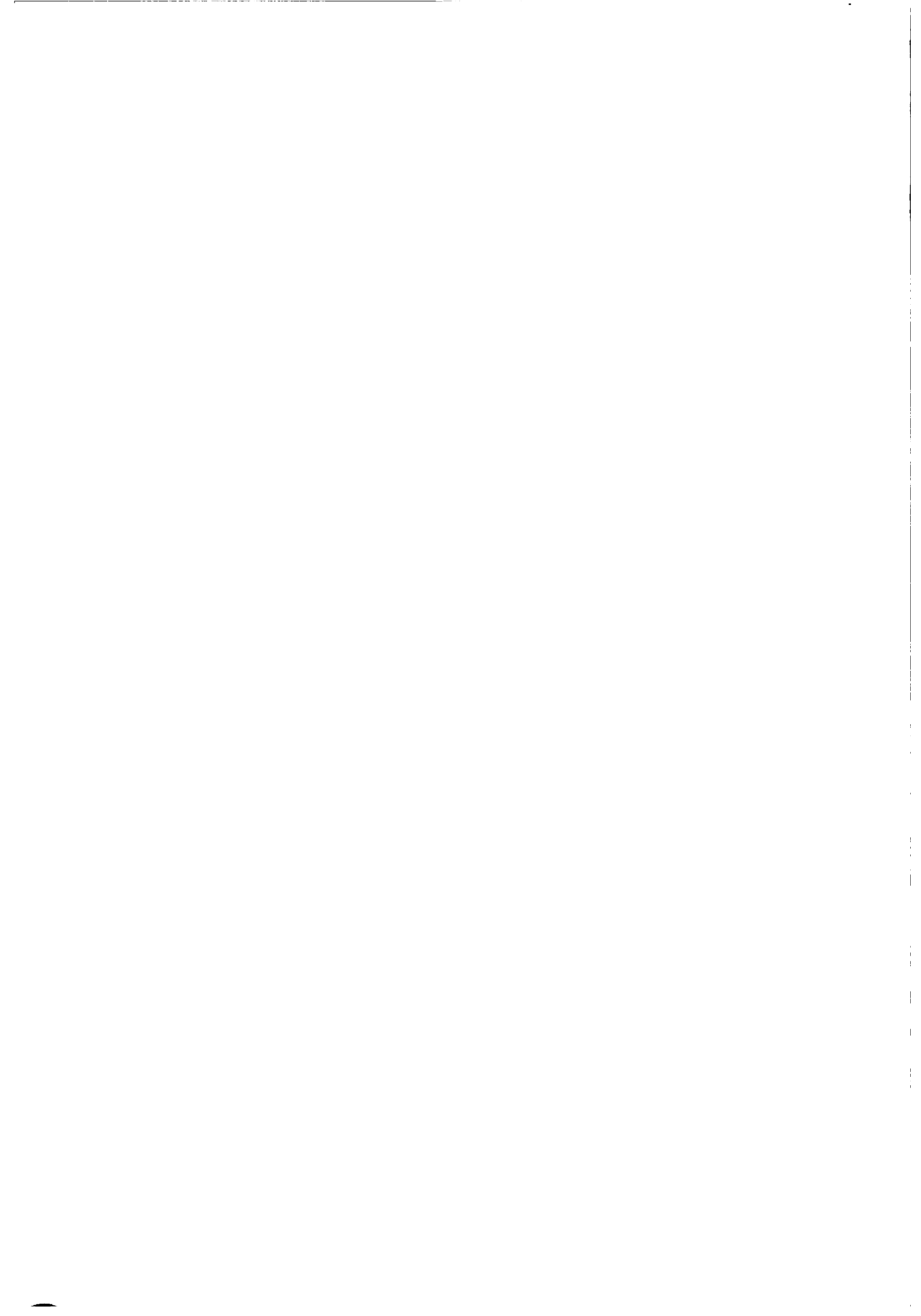
ROCHA FELICES, Arturo...Algunos aspectos de la erosión, transporte y control de sedimentos en el río Amarillo (China) aplicable a la realidad peruana, II Congreso Nacional de Ingeniería, 1982 y reproducido en la revista INGENIERIA del Colegio de Ingenieros del Perú, N° 12, 1982.

ROCHA FELICES, Arturo...Introducción teórica al estudio de bocatomas, Lima-Perú, 1978.

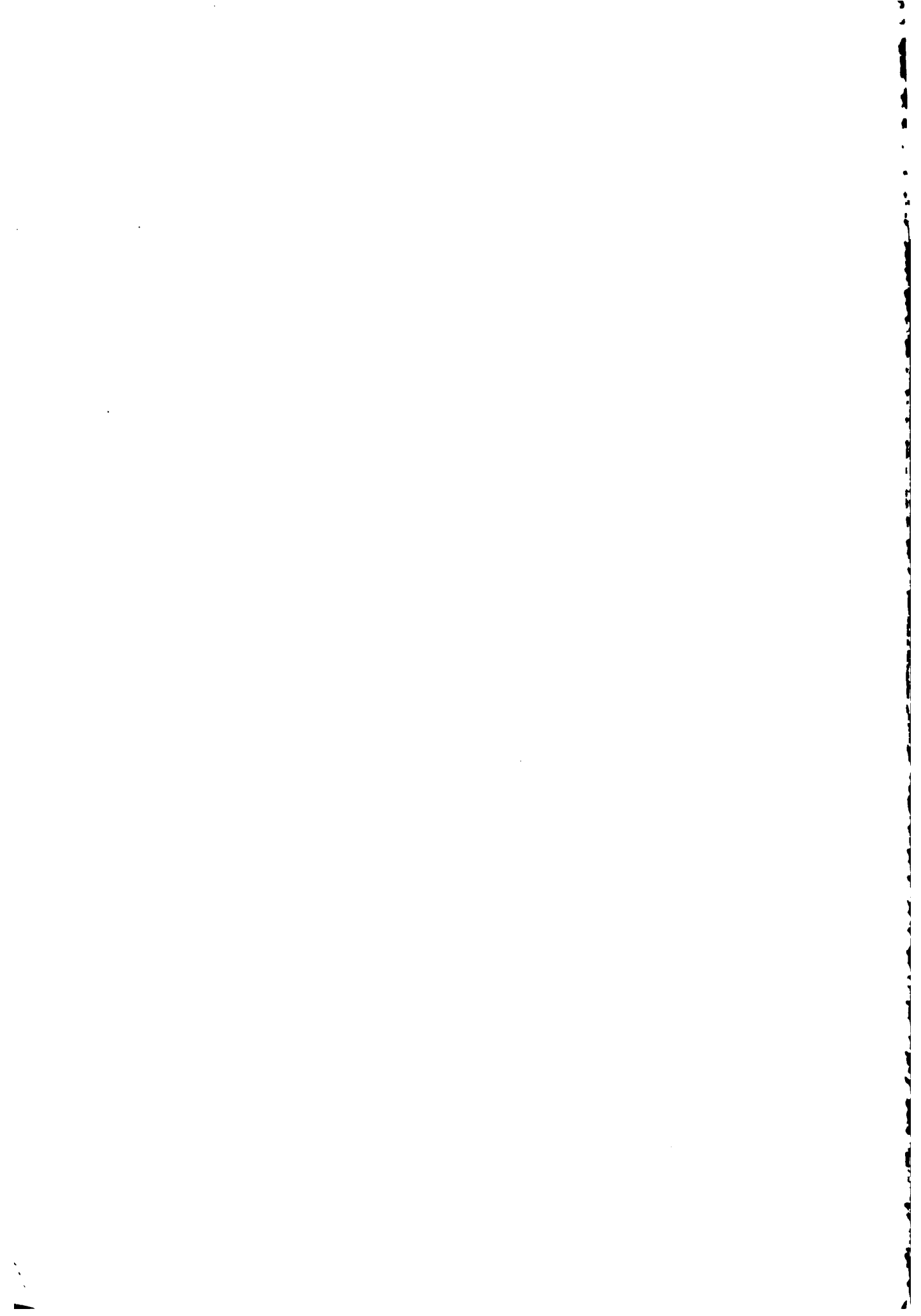




## ***E. VARIOS***







IICA  
PRRET-332

Autor

SEMINARIO LATINOAMERI-  
CANO DE IRRIGACION. VII  
SANTIAGO DE CHILE 28  
DE NOV AL 2 DE DIC., 1983

Título

Fecha  
Devolución

Nombre del solicitante

25 MAR 1988

Frankie M.

