INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS

en cooperación con

INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS HIDRAULICOS

CONVENIO IICA/INDRHI

AVANCES DEL PROGRAMA DE COOPERACION TECNICA

Julio - Septiembre 1980

Hidrología	José Salas, Colorado State University	A/D-33/80
Selección Area Piloto	Agustín Merea, IICA	A/D-34/80
Diseño Hidráulico	Ramón Fuentes, Laboratorio Nacional de Hidráulica, Venezuela	A/D-35/80

Santo Domingo, R.D.
Septiembre, 1980

V.LD.201
Septiembre, 1980

ANTECEDENTES Y ESTADO DE AVANCE DEL PROGRAMA DE COOPERACION TECNICA

IICA/INDRHI

Antecedentes.

Carta ZL/DD-1689 del 15 de diciembre de 1978 del IICA y carta del 24 de enero de 1979 del Director del INDRHI por la que se formaliza una relación entre ambos organismos para iniciar un programa de cooperación técnica.

Durante 1979 se realiza un breve diagnóstico institucional con especial énfasis en los aspectos de operación del INDRHI, un anteproyecto de Ley Genéral de Aguas y un perfil de proyecto piloto para mejorar la administración de aguas en un área específica donde se pueda probar la nueva legislación y una organización con la participación de usuarios.

El 11 de julio de 1980 se firma un convenio para la ejecución del Programa de Cooperación Técnica IICA-INDRHI, esta vez definiéndose propósitos y compromisos de ambos organismos.

Los coordinadores son, por parte del INDRHI, Francis González, Encargado de la División de Ordenamiento de Recursos Hidráulicos (Oficio de la Dirección del INDRHI No.2773 del 26 de agosto) y, por parte del IICA, Manuel Paulet, Especialista en Manejo y Conservación de Tierras y Aguas (Carta del Director de la Oficina del IICA ZL/DD-1024 del 4 de agosto de 1980).

Marcha del Convenio.

En abril de 1980 se presenta una propuesta de estructuración del INDRHI. Esta actividad se incluye como parte del Programa de Cooperación Técnica comprometido mediante el Convenio.

Al analizar la estructura orgánica del INDRHI se identifican áreas prioritarias que requieren fortalecimiento enfocándose la necesidad de contar con un plan de ordenamiento que norme el desarrollo y manejo de los recursos hidráulicos de la República Dominicana y que, es indispensable que el manejo cotidiano de los recursos de agua en las cuencas sea integral y optimizado considerando todas las demandas de los sectores usuarios y las disponibilidades de acuerdo al balance hidrológico.

De este análisis, así como, de los diagnósticos previos indicados anteriormente surge la necesidad de concentrar esfuerzos en (a) el afea de información hidrológica, base de sustentación de los planes y proyectos de desarrollo hidráulico, así como, del manejo cotidiano del recurso, (b) el área de diseño, principalmente para mejorar la capacidad del organismo en la supervisión y control de proyectos, así como, para lograr que los proyectos de irrigación se diseñen teniendo en cuenta que se desea optimizar el uso del agua, por lo que, los proyectos deben concebirse como un sistema incluyendo las estructuras de captación, conducción, distribución, disipación, medición y control de manera que se pueda llevar el agua con alta eficiencia a los productores en forma oportuna, en cantidades conocidas y de acuerdo a los requerimientos de los cultivos. No se desea que un proyecto de irrigación sea un conjunto de bellas obras de arte aisladas y sin una adecuada relación dimensional y funcional entre sí, y (c) el área de administración de los distritos de riego que implica la operación, conservación y mantenimiento de la infraestructura con la debida

organización de los usuarios, el autofinanciamiento de la administración, y donde se pondrían a prueba nuevas normas legales y reglamentarias que permitan una operación más eficiente.

Las operaciones del Convenio, como puede observarse, tiene un fuerte énfasis hacia las actividades relacionadas con el uso del agua para la agricultura. Esto debido a que el sector agropecuario es el mayor usuario (más del 80 porciento del agua utilizada) y a la natural inclinación de la organización actual del INDRHI hacia este sector. No se dejará, sin embargo, de considerar eventualmente los otros usos en la medida que esto es necesario tanto para el ordenamiento como para el manejo cotidiano del recurso.

Actividades de Julio a Septiembre de 1980.

Se presentan los documentos A/D-33, 34 y 35 que constituyen un primer diagnóstico con recomendaciones sobre las áreas de hidrología (J. Salas A/D-33/80), y diseño hidráulico (R. Fuentes A/D-35/80), así como, la selección técnica del área para la elaboración del Proyecto Piloto de Administración de Aguas (A. Merea, A/D-34/80).

Productos Esperados hasta Diciembre de 1980.

(a) El documento del proyecto para el área piloto con el detalle suficiente como para su financiamiento y ejecución. Varios documentos de política para facilitar su operación (Convenio SEA/INDRHI).

En esta actividad ayudarían A. Merea en la planificación general del proyecto y R. Fuentes (colaboración del Laboratorio Nacional de Hidráulica de Venezuela) en la definición detallada de la infraestructura de riego que fuera necesaria. Cronograma: La actividad se iniciaría despues de 30 ó más días de tomada la decisión sobre el área en que se haría el proyecto. Tentativamente, durante el mes de Noviembre de 1980.

(b) Convenio con la Universidad de Colorado (Colorado State University).

Este Convenio que vincularía al INDRHI y al IICA con Colorado State University (carta del Director del INDRHI al IICA No.2765 al 26 de agosto de 1980), serviría para obtener facilidades de cooperación técnica, capacitación en servicio y formal, que ayudarían a ejecutar las propuestas o programas de trabajo que resultan de la labor de análisis que se está haciendo para fortalecer el sistema de información hidrológica, el diseño hidráulico (incluyendo el modelaje y simulación en el Laboratorio de Hidráulica) el área de optimización de los sistemas de riego en la administración de agua, la optimización de los sistemas hidráulicos y por último la elaboración del plan de ordenamiento. Cronograma: se definirá en viaje a Colorado-USA de diversos técnicos del INDRHI-IICA, septiembre.

(c) Sistema de información hidrológica de la R. D. incluyendo la organización técnico-administrativa, metodologías y componentes de transferencia de tecnología para la planificación, diseño y operación de sistemas de recursos hidraúlicos.
Cronograma: Primera semana de diciembre de 1980.

(d) Programa de trabajo para 1981 que se incluirá como Addendum No. 2 del Convenio IICA-INDRHI.
Cronograma: Antes del 31 de diciembre de 1980, de lo contrario el Convenio caduca, de acuerdo al Artículo Séptimo del mismo.

DOCUMENTACION INDRHI-IICA

1. Paulet, M. Programa de Cooperación Técnica IICA/INDRHI, Enero a Marzo de 1979.

2. Merea, A. Informe de Viaje con Recomendaciones Generales sobre la Administración de Distritos de Riego en la República Dominicana. Abril de 1979.

3. Merea, A., A. García, F. González, L. Bonnet, F. Terrero, M. Paulet. Ante-Proyecto de Ley General de Aguas de la República Dominicana. Julio de 1979.

4. Merea, A., M. Paulet. Perfil de Proyecto de Administración de Aguas para un Area Piloto en la República Dominicana. Octubre de 1980.

5. Chávez, O. Informe de Viaje con Recomendaciones sobre la Administración y Manejo del Agua y del Suelo en la Irrigación. YSURA, Azua. Enero de 1980.

6. Merea, A., F. González, J.A. Chalas, M. Paulet. Ante-Proyecto de Organización del INDRHI y Recomendaciones Generales y Especiales para Administración de Aguas. Abril, 1980.

7. Rodríguez, F., J. Montoya. Convenio IICA/INDRHI. Julio, 1980. Programa de Cooperación Técnica 1980-81 y Addendum No.1 del Convenio IICA/INDRHI. Agosto de 1980.

8. Paulet, M. Antecedentes y Avances del Convenio Septiembre de 1980.

9. Salas, J. Análisis de Situación sobre la Hidrología y el Desarrollo de los Recursos Hidráulicos en la República Dominicana. Convenio IICA-INDRHI. A/D-33/80. Santo Domingo, República Dominicana. Agosto de 1980.

10. Merea, A. Informe sobre Selección del Area para Proyecto Piloto de Administración de Aguas de Riego. Convenio IICA/INDRHI. A/D-34/80. Santo Domingo, República Dominicana. Agosto de 1980.

11. Fuentes, R. Apreciación General de los Aspectos Hidráulicos con fines de Operación de los Proyectos de Irrigación de la República Dominicana. Convenio IICA/INDRHI. A/D-35/80. Santo Domingo, República Dominicana. Septiembre de 1980

INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS

en cooperación con

INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS HIDRAULICOS

CONVENIO IICA/INDRHI

A/D - 33/80

Análisis de Situación sobre la Hidrología y el Desarrollo de los Recursos Hidráulicos en la República Dominicana

Por:

José Salas
Profesor Asociado
Colorado State University

Santo Domingo, R.D.
Agosto, 1980

LISTA DE CONTENIDO

1. Introducción.

1.1 Antecedentes.

El Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI) de la República Dominicana es el organismo responsable por el desarrollo, conservación y administración de los recursos hidráulicos del país, así como del planeamiento, diseño y operación de sistemas hidráulicos de varios propósitos. Así mismo, otros organismos del sector público y privado realizan proyectos y manejan obras relacionadas con el uso del agua. Actualmente están en proyecto, en construcción y en operación numerosas obras hidráulicas de varios propósitos y de varias magnitudes.

Dada la importancia del desarrollo de las obras hidráulicas en el desarrollo del país, es necesario que dichas obras se planifiquen, se programen, se proyecten y se manejen de una manera óptima. INDRHI conciente de su función normativa y ejecutiva de los proyectos hidráulicos del país y de cumplir estas funciones de manera óptima, estableció a comienzos de 1980 un proyecto de cooperación técnica con el IICA denominado "Fortalecimiento del Subsistema de Desarrollo y Administración de los Recursos Hidráulicos de la República Dominicana, con especial énfasis en el Sector Agropecuario. Entre las actividades programadas en este proyecto está la evaluación sobre la zonificación hidrológica del país y balance de ofertas y demandas de agua por unidades hidrológicas, para conocer el estado de la información, elaborar un plan de mejoramiento de la misma y dar la base para formular el primer plan de ordenamiento de los recursos hidráulicos del país.

1.2 Objetivos del Trabajo del Consultor.

El trabajo del consultor tiene los siguientes objetivos: (1) Plantear la organización requerida desde el punto de vista técnico y de administración de la información para manejar los recursos hidrológicos de la República Dominicana de manera tal que los usos de agua se regulen de acuerdo al balance de todas las componentes de oferta y demanda de agua por unidades hidrológicas del país; (2) El diagnóstico de la situación de información de las diversas componentes del balance; (3) La formulación de los modelos correspondientes para su optimización y; (4) La organización técnica-administrativa necesaria.

1.3 Actividades Planeadas y Realizadas.

Los objetivos mencionados anteriormente se planearon para desarrollarse en dos períodos de 15 días cada uno. El primer período entre el 11-23 de agosto y el segundo a realizarse a fines de año. El presente informe corresponde a las actividades realizadas durante el primer período. Estas fueron las siguientes:

(1) Se efectuó un análisis preliminar sobre los requerimientos y disponibilidad de información hidrológica.

(2) Se efectuó un análisis de situación a nivel general que compete no sólo al INDRHI sino a otras instituciones que tienen que ver de una y otra forma con el recurso agua.

(3) Se efectuó un análisis de situación a nivel de los varios departamentos y divisiones del INDRHI y;

(4) Se efectuó un análisis de situación específicamente a nivel de la División de Hidrología del INDRHI.

Como una actividad adicional se dictaron dos conferencias. La primera titulada "Sistematización del Desarrollo de los Recursos Hidráulicos" se realizó el miércoles 20 de agosto en la Universidad Autónoma de Santo Domingo y la segunda titulada "Usos de Métodos Estadísticos en Hidrología", se realizó el viernes 22 de agosto en el salón

de conferencias del INDRHI.

Las actividades que se planean para el segundo período de trabajo son las siguientes:

(1) Desarrollar la metodología para la determinación de balances de agua en las cuencas hidrográficas de la República Dominicana.

(2) Desarrollar la metodología para mejorar la información hidrológica en las cuencas hidrográficas de la República Dominicana.

(3) Colaborar en la preparación de una propuesta de transferencia tecnológica para la planificación, diseño y operación de sistemas de recursos hidráulicos.

2. Descripción y Análisis y Recomendaciones en Base a la Información Obtenida.

2.1 Requerimientos de Información Hidrológica.

La información hidrológica se refiere fundamentalmente a dos aspectos:

(1) A la información básica o datos hidrológicos y,

(2) Al procesamiento o análisis de tales datos.

En muchos casos puede existir una buena cantidad y calidad de los datos pero la metodología y el análisis de dichos datos puede no ser el más adecuado. En otros casos podría ocurrir que los datos son deficientes sin embargo, la metodología y análisis correspondiente es buena. En cualquier caso el requerimiento de información hidrológica está en función de la etapa de los recursos hidráulicos de un país, es decir, se necesita información para fines de planificación y para fines de operación. A nivel de planificación se requiere información para

llevar a cabo planes de desarrollo de los recursos hidráulicos ya sea a escala nacional, regional o local y, en cada categoría, si los planes son a largo plazo, mediano y corto plazo o si son ya programas de proyectos específicos (reconocimiento, factibilidad y diseño). A nivel de operación se requiere información para el manejo óptimo de los recursos hidráulicos ya sea de una región, cuenca o zona de riego, así como, para el control de posibles daños que puedan causar las descargas de avenidas en los rios.

En la República Dominicana ocurre algo similar a lo que ocurre en otros países; se llevan a cabo obras hidráulicas ya sean pequeñas o de gran magnitud pero sin un plan organizado a nivel nacional y sin armonizar la disponibilidad y demanda de los recursos hidráulicos, y menos, con el plan de desarrollo del país. Esto, como es de suponer, hace que tampoco exista un plan definido y con objetivos concretos para la recopilación, publicación y análisis de los datos hidrológicos. Mientras no se ejecute un plan nacional de ordenamiento de los recursos hidráulicos de la República Dominicana probablemente la recopilación y análisis de la información hidrológica seguirá respondiendo al requerimiento de proyectos que aparecen, y muchas veces desaparecen, de manera improvisada o de programas aislados sin coordinación. Si se elabora un plan nacional de recursos hidráulicos del país no solamente se podrá planificar los requerimientos de información hidrológica para llevar a cabo el plan sino que se podrá organizar de manera más adecuada la(s) institucion(es), recursos humanos y materiales requeridos para la toma y análisis de dicha información.

Una de las actividades importantes para ejecutar el plan nacional de recursos hidráulicos del país es el de determinar el balance de disponibilidades y demandas del recurso agua. Para ello, primeramente es necesario dividir el país en regiones hidrográficas. El país actualmente está dividido en 6 regiones hidrográficas (División de Hidrología). Así mismo, para el plan nacional de aguas subterráneas se han considerado 14 cuencas. Tentativamente, dichas cuencas hidrográficas pueden utilizarse para un primer balance de las ofertas y demandas de agua. Este primer balance de las ofertas y demandas de agua actuales deberá hacerse teniendo en cuenta: (1) las entradas y salidas de agua en cada cuenca a nivel anual, (2) los requerimientos actuales de agua para el sector agropecuario en general y agricultura (con o sin riego) en particular, del sector industrial y minero, del sector energético, así como el uso de agua para consumo humano. Un análisis preliminar sobre la disponibilidad hidrológica para cada una de las cuencas mencionadas anteriormente se indica en el punto 2.2 de este informe.

Sobre los requerimientos de información hidrológica en otras etapas de planificación, digamos a nivel de proyecto se indica más adelante en el punto 2.4. Sobre los requerimientos de información hidrológica a nivel de operación, esto depende ya de cada caso particular. Por ejemplo, para la operación de un sistema hidráulico a nivel de una cuenca donde existan estructuras de regulación, es necesario tener además de estaciones hidrométricas, estaciones climáticas (datos meteorológicos) que den por lo menos la información de precipitación. Dependiendo del tamaño de la cuenca, del tipo de precipitación característico de la región donde se halla ubicada la cuenca, de la geomorfología de la cuenca, del uso del agua (por ejemplo, si es para irrigación, generación de energía, control de avenidas o una combinación de ellas) así como, de la metodología a usarse se requiere de una red que permita hacer pronósticos de cuadales que estén dentro de un error que se considere aceptable.

En conversaciones e intercambio de ideas con Ingenieros de la Corporación Dominicana de Electricidad (CDE), del INDRHI y del IICA (ver Anexo B) y posteriormente, en una segunda conversación con el Ing. Eldon García se mencionó por ejemplo que en el caso del sistema hidráulico Tavera-Bao se dispone de tres estaciones pluviométricas en una de las cuencas y en la otra solamente de una estación. La CDE con el INDRHI han iniciado la instalación de estaciones pluviográficas para mejorar la red inicial y darle mayor resolución. El planteamiento es el de utilizar métodos de simulación paramétrica (específicamente el modelo HSP) para el pronóstico de los caudales, así como, métodos estadísticos para el análisis previo de los datos de precipitación (relleno de datos perdidos, extensión de información, desagregación, etc.) así como, para la determinación de los errores de pronóstico. Este procedimiento servirá para eventualmente hacer investigaciones, tanto de ubicación como de densidad de la red necesaria, para que el modelo pronostique caudales dentro de su nivel de error predeterminado. En otras cuencas, sobre todo en cuencas pequeñas, y cuando se requiere pronosticar máximas avenidas, podría utilizarse el modelo desarrollado por D. R. Dawdy en el U. S. Geological Survey, y también por medio de calibraciones e investigaciones adicionales de pronóstico se puede determinar la información hidrológica requerida, como se indicó anteriormente.

2.2 Disponibilidad de Información Hidrológica.

2.2.1 Información Hidrometeorológica.

La información hidrometeorológica es recopilada por el Departamento de Meteorología de la Secretaría de Estado de Agricultura, por la División de Hidrología del INDRHI y por la Corporación Estatal del Azúcar (CEA). Este

informe sólo se refiere a las dos primeras, pues no se dispuso información de la última.

La simple observación del mapa de la República Dominicana con la ubicación de las estaciones climatológicas operadas por el Departamento de Meteorología y por el INDRHI así como, el cálculo de la densidad de la red a nivel nacional y por regiones, indica que la red supera las especificaciones y recomendaciones de la World Meteorological Organization (WMO) dadas en la publicación "Guide to Hydrometeorological Practices".

Se puede decir que para fines de operación en algunos de los sistemas hidráulicos en actual proyecto o construcción, como en el caso del sistema Tavera-Bao indicado en el punto 2.1, la red no es adecuada. Se necesitaría analizar cada caso particular de los proyectos a nivel de regiones y cuencas hidrográficas, así como de proyectos más localizados (por ejemplo una zona de riego), para deducir si por lo menos inicialmente una cierta red es buena o no para fines de operación. Investigaciones más exhaustivas de simulación de los sistemas se requerirían para tener una mejor idea sobre la ubicación y densidad de tales redes.

A fin de asegurar que las estaciones de precipitación sean útiles para completar datos perdidos y extender datos de descargas ya sea para propósitos de pronósticos o para efectuar balances de agua, debe haber una correspondencia entre las estaciones de precipitación con las estaciones hidrométricas. Es conveniente que siempre que sea posible se sigan los siguientes criterios:

(1) Las estaciones de precipitación deben estar ubicadas de manera que haya al menos dos estaciones de precipitación por cada estación hidrométrica:

- Una de las estaciones debe ser estándard (lectura diaria) y debe ubicarse en cada una de las estaciones hidrométricas;

-La otra estación debe ubicarse aguas arriba de la primera de manera de que sea representativa de la precipitación sobre la cuenca.

Aunque, de manera general la red de estaciones climatológicas es buena, sin embargo teniendo en cuenta varios factores sobre todo aquellos referidos a futuras investigaciones de la información hidrometeorológica se recomienda:

(2) Instalar una estación climatológica principal en la zona fronteriza con Haití preferiblemente que esté ubicada en Pedernales. Esto permitiría el hacer extrapolaciones y transferencia de información con otras estaciones secundarias que si existen en las cuencas 12 y 13.

(3) Instalar estaciones pluviográficas en centros urbanos importantes, aeropuertos y, en general, en lugares donde se proyectan, construyan o existan obras de infraestructura importantes. Por ejemplo, en el caso de la ciudad de Santo Domingo un sólo pluviógrafo ubicado en el oeste de la ciudad no es suficiente. Dada la importancia de la ciudad y dado el crecimiento urbano esperado es necesario mayor información sobre intensidades de lluvias sobre todo con fines de diseño de obras de drenaje.

En el punto 2.1 se dijo que la información hidrológica comprendía los datos y el análisis de dichos datos. Si bien es cierto que de manera general la red de estaciones es adecuada, el análisis de los datos es deficiente. Las deficiencias se observan en su recopilación, procesamiento, almacenamiento, publicación y el análisis básico de dichos datos. Evidentemente buena parte de dichas deficiencias resultan de los limitados recursos materiales con que disponen las oficinas encargadas en proveer dicho servicio. Tales

limitaciones contribuyen a que no exista un mantenimiento adecuado de los equipos (información obtenida verbalmente), que se usen observadores que no esten capacitados para tales labores, que su procesamiento y almacenamiento no sean los más adecuados (por ejemplo, tener los datos en tarjetas de computador que no estén en archivadores especiales para tarjetas de computador como ocurre en el INDRHI), que no exista un banco de datos especialmente diseñado, y que finalmente la publicación de dichos datos no se haga con la debida eficiencia.

Sobre el banco de datos se nos manifestó la existencia de un trabajo avanzado por el Dr. Ron Weaver durante su permanencia en la República Dominicana como miembro del Cuerpo de Paz. Este trabajo realizado con el Departamento de Meteorología y Centro de Cómputo quedó en suspenso en 1979 debido a la salida del país del Dr. Weaver por razones personales, pero, después de dejar instrucciones para continuar y completar lo poco que faltaba -aproximadamente dos meses más de trabajo- parte, en su centro de trabajo en Colorado, USA, y parte en la República Dominicana, por un costo adicional relativamente reducido ya que dispone de tiempo de computadora en USA que podría donar para este trabajo. Quedaron en la República Dominicana los archivos de este trabajo pero el Departamento de Meteorología piensa que eso es una responsabilidad del Centro de Cómputo y vice-versa, el Centro de Cómputo piensa que eso es responsabilidad del Departamento de Meteorología. En esta situación en que nadie se acredita la responsabilidad del trabajo lo que ocurre es que el trabajo mismo corre el peligro de perderse definitivamente.

Analizamos esta situación con un poco más de detenimiento porque es similar a lo que sucede en otros países, en términos de las relaciones que generalmente se establecen con los Centros de Computación Electrónica. Detalles como esos aparentemente pequeños causan

"embotellamientos" parecidos al del inocente pequeño coágulo que origina una trombosis coronaria. Aunque muchas veces es la actitud un tanto misteriosa del personal del Centro de Cómputo que confunde al usuario dándole la impresión que solamente ellos pueden resolver los problemas relativos al procesamiento de datos, debería quedar claro que el Centro de Cómputo constituye principalmente un valioso instrumento para acelerar el ordenamiento y transformación de datos primarios a formas de información más útiles mediante metodologías que deben ser perfectamente dominadas por el usuario. Por tanto, es responsabilidad del usuario asegurarse que el CPD le da el servicio que necesita. La existencia o no de un banco de datos meteorológicos en la República Dominicana depende del grado de interés que por ello tenga el Servicio Meteorológico Nacional y los mismos usuarios de dicha información.

Es recomendable que:

(1) Se destinen mayores recursos económicos para que se mejoren los servicios de recopilación, procesamiento y almacenamiento de los datos hidrometeorológicos;

(2) Que se diseñe un banco de datos hidrometeorológicos considerando los datos del Departamento de Meteorología y del INDRHI.

(3) Que se unifiquen los criterios de medición y publicación de datos hidrometeorológicos realizados por Meteorología y por el INDRHI.

(4) Que se diseñe un sistema de publicaciones (esto puede salir del banco de datos que se propone) que por regiones hidrográficas y con una frecuencia de 5 años proporcione los datos a nivel mensual y anual. Dichas publicaciones deben

incluir un mapa con la ubicación de las estaciones, así como un cuadro con las coordenadas y período (en forma gráfica) de medición;

(5) Que se inicie un plan de análisis de consistencia de la información hidrometeorológica;

(6) Que previo a la publicación de los datos mensuales y anuales (que se propone en (4)) se efectúe el relleno de los datos perdidos mediante métodos estadísticos ya sea univariado o multivariado según sea el caso analizado;

(7) Que se inicien estudios básicos de análisis de la información hidrometeorológica. Más detalle sobre este punto se da en la sección 2.5.

2.2.2 Información Hidrométrica.

La información hidrométrica es recopilada, procesada y almacenada por la División de Hidrología del INDRHI. De manera general se puede decir que existe una buena red de estaciones hidrométricas para fines de planificación sobre todo para aquellas cuencas mayores de 100 Km2. Sin embargo, dicha red debe ser suplementada con datos de precipitación que son más largos. En cuanto a densidad de la red está dentro de las recomendaciones de la WMO.

Hay ciertos criterios que son útiles para la ubicación de estaciones hidrométricas. Al seleccionar las estaciones no es suficiente considerar la representatividad y la densidad de la red sino la morfología del río y cuenca, algunos aspectos

del escurrimiento como las avenidas, además de las estructuras existentes o por proyectarse. De manera general, los tramos de medida deben ubicarse:

(1) Debajo de la confluencia de un tributario importante,

(2) Donde un rio algo encañonado entra a un valle y durante la época de avenidas el rio ocasiona inundaciones,

(3) Donde un río luego de un valle entra en un valle más angosto,

(4) Donde hay cambios drásticos de pendientes y el río fluye ya sea más rápidamente o más lentamente,

(5) Aguas arriba y aguas abajo de centros urbanos importantes,

(6) En lugares donde hayan proyectos de manejo de agua y estructuras de conducción: aguas arriba de la entrada a los embalses, aguas arriba de puentes importantes, aguas arriba de canales o estructuras de derivación, etc.

Independientemente que en la ubicación de la red hidrométrica del INDRHI se han seguido criterios similares. Sin embargo, se dan algunas sugerencias basadas en los criterios arriba indicados y en otros de tipo práctico y, sobre todo, teniendo en cuenta que en un futuro cercano se deba realizar el balance de disponibilidades y demandas de agua elemento indispensable dentro de un plan de ordenamiento de los recursos hidráulicos de un país. Específicamente para aquellas cuencas definidas en PLANACAS sugiere que:

(1) En la cuenca 1 se hagan observaciones de diferentes tramos en aquellos ríos que desaparecen y no llegan al mar sobre todo si se piensa en el futuro estudiar la relación de precipitación, agua subterránea y escurrimiento superficial,

(2) En la cuenca 2 hacer observaciones aguas arriba de la confluencia de los rios Tabara y Jura, así como en el río Baní,

(3) En la cuenca 3, en el río Ozama aguas arriba de la ciudad de Santo Domingo,

(4) En la cuenca 4, en el río Macorís, aguas arriba de su confluencia con el río Casni,

(5) En la cuenca 5, en el río Yuma, aguas abajo de la existente,

(6) En la cuenca 11, agregar una estación hidrométrica en el río Dajabón, aguas abajo de la existente de manera de cubrir una mayor área sobre todo si se tiene en cuenta que existen llanuras aptas para riego,

(7) En la cuenca 13, hacer observaciones en los otros ríos que alimentan el Lago Enriquillo,

(8) En la cuenca 14, poner dos estaciones aguas arriba de la confluencia de los ríos Artibonito y Macasia debido a que es un río internacional y en zona fronteriza,

(9) Hacer observaciones en cuencas pequeñas menores de 100 km^2 en aquellas ubicadas en regiones de similar geomorfología cobertura y régimen de precipitación --de manera de tener unas 20 estaciones en cuencas de este tipo que permitan hacer estudios de regionalización de datos hidrológicos--.

De manera general en cuanto se refiere al proceso de recopilación, procesamiento y almacenamiento existen las mismas deficiencias indicadas en la sección 2.2.1 mayormente por los limitados recursos con que dispone la División de Hidrología. Otras observaciones se dan más adelante en la sección 2.5.

2.3 Análisis de situación a Nivel General.

Las observaciones que se dan a continuación son a nivel no sólo del INDRHI sino de otras instituciones relacionadas con la medición, análisis y uso del agua. El que informa se ha permitido enfocar el problema del agua de manera integral por cuanto es un problema que compete no sólo a la División de Hidrología sino a las otras Divisiones y Departamentos del INDRHI, así como a otras organizaciones del sector público y privado de la República Dominicana, así como organizaciones internacionales que tienen que ver con el aprovechamiento y control del recurso hidráulico.

(a) No existe un plan nacional de desarrollo de recurso hidráulico que en forma sistemática cuantifique la disponibilidad y demandas de agua en todos los sectores y regiones del país, que haga el respectivo balance y que proponga, en concordancia con el plan nacional de desarrollo del país, una priorización a varios niveles del aprovechamiento y control óptimo de los recursos hidráulicos del país.

(b) Existen programas de proyectos hidráulicos (a veces llamados planes) en los varios sectores y regiones del país, proyecto de planes de aprovechamiento de una parte del recurso (aguas subterráneas) y evaluaciones de recursos naturales del país que son documentos importantes que pueden servir de base para la ejecución de un plan integral como se indica en (a),

(c) Existe duplicidad de funciones y actividades para la recopilación, procesamiento y publicación de datos hidrometeorológicos lo que ocasiona, una dispersión de esfuerzos para conseguir un mismo objetivo (información óptima),

una dispersión de los recursos humanos disponibles para tales actividades, incompatibilidad en todo el proceso de recopilación (por ejemplo, horas y frecuencia de mediciones), procesamiento (forma de verificación, etc.) lo que ocasiona finalmente en uso ineficiente de los recursos del país.

(d) Existe duplicidad de funciones y actividades para el estudio básico y aplicado de la información hidrometeorológica del país. Tal es el caso de la División de Hidrometeorología del Departamento de Meteorología de la Secretaría de Estado de Agricultura (SEA) y las Divisiones de Hidrología y Conservación y Mejoramiento del INDRHI. Según el manual de funciones de la División de Hidrometeorología de la SEA, esta tiene como propósitos primarios:

Estudiar las deficiencias y excesos de agua en el país y su relación con la planificación de las obras hidráulicas; evaluar los recursos hídricos en la atmósfera, suelo y subsuelo; estimar daños causados por inundaciones e inventario de los mismos.

Otros propósitos mencionados en varias partes del manual son:

Pronóstico de avenidas en rios, presas, etc.; estudio de caudales medios, crecidas y estiaje, control de avenidas, recopilación y estudio de niveles de agua en embalses, balance hídrico diario, mensual, anual, estudios de transporte de sedimento.

No se menciona sobre las funciones específicas de la sección de agua subterránea, pero es de suponer que son similares a las de la División de Hidrología del INDRHI.

Por otro lado, entre las funciones primarias de la División de Hidrología del INDRHI se tienen justamente la de evaluar los recursos hídricos del país con fines de planificación, diseño y operación, así como del control de avenidas. Así mismo según la información proporcionada en la División de Conservación y Mejoramiento una de las funciones es estudiar las zonas de inundaciones en el país (se supone no sólo zonas agrícolas sino en general, zonas urbanas, etc.) e incluso se mencionó que existe (aunque no fue posible el obtenerlo) un plan de control de avenidas.

Indudablemente que la duplicidad de funciones y actividades arriba mencionadas ocasionará una utilización ineficiente de los recursos materiales y humanos del país, así como, posibles problemas institucionales generados justamente por dicha duplicidad.

(e) No existe un flujo eficiente de información (datos básicos, estudios, datos de usos de agua, etc.) entre los diferentes sectores y regiones donde se desarrolla y controla el recurso hidráulico del país. Un factor que influye en este punto es la deficiente organización del sistema bibliotecas -archivo técnico en las varias organizaciones visitadas-.

(f) Es alentador que se haya iniciado vínculos, así como, un acuerdo de cooperación institucional entre el INDRHI y la CDE para llevar a cabo las importantes actividades de operación de los sistemas hidráulicos que a ambas instituciones interesa. Similar acercamiento y cooperación sería importante con otras organizaciones no sólo

nacionales sino internacionales de manera de capitalizar, por el bien de la institución y del país en general, tecnologías ya desarrolladas.

2.4 Análisis de Situación a Nivel INDRHI.

Así como a nivel multi-institucional existe cierta duplicidad de actividades, a nivel del INDRHI existe también cierta duplicidad de actividades sobre todo en las Divisiones de Hidrología, de Factibilidad de Proyectos y de Diseño. Dicha duplicidad generalmente ocurre por varios factores que se describen en (a).

(a) No hay una comunicación eficiente entre lo que demanda una División a otra.

-No se especifica en detalles lo que se necesita;

-No se especifica el tiempo en que se quiere la respuesta;

-La incertidumbre de la respuesta está en función del tiempo disponible para dar dicha respuesta.

(b) No existen manuales de funciones en varias de las Divisiones del INDRHI.

(c) No existan normas de estudios de proyectos a diferentes niveles ni normas de diseño. Esto justamente genera en muchos casos que los pedidos de apoyo que se requieren no sean claros ni detallados y se deje a la buena interpretación de la otra parte.

(d) El INDRHI posee en varios campos, técnicos altamente capacitados, pero la mayor parte de ellos se encuentran en posiciones de jefatura que no les permite entrar al detalle en muchos de los problemas de planeamiento, diseño y operación.

(e) No existe una oficina encargada de planificar, coordinar y ejecutar la capacitación a varios niveles del personal del INDRHI.

(f) No existe un sistema o mecanismo de autocontrol del avance y actividades que el INDRHI realiza.

(g) Varias de las Divisiones del INDRHI no participan (salvo excepciones) o su participación es muy limitada en la supervisión de los trabajos (que a ellas les compete) que se dan a consultores nacionales o extranjeras. Esto genera que continúe una dependencia tecnológica y que la supervisión no se haga de manera eficiente.

(h) No existe un mecanismo de transferencia tecnológica para elevar el nivel del recurso humano del INDRHI que sea un mecanismo contínuo y permanente y que sirva para supervisar competitivamente los trabajos realizados por consultores.

(i) En muchos casos los trabajos que se realizan en algunas Divisiones son ineficientes debido a la falta de un plan de trabajo escrito, la carencia de manuales y de un sistema de autocontrol, la ineficiencia de algunos servicios como la biblioteca, la inexistencia de un servicio de imprenta, etc.

2.5 Análisis de Situación en la División de Hidrología del INDRHI.

La División de Hidrología tiene como funciones de medición, procesamiento, almacenamiento, publicación y análisis de los datos para fines de planeamiento, diseño y operación de los sistemas hidráulicos del país en especial de los manejados por el INDRHI.

Las siguientes son mis observaciones:

(a) Debido a la carencia de un plan nacional del ordenamiento de los recursos hidráulicos del país, la División tampoco tiene un plan en excepción a aquellos relacionados con un plan llamado PLANACAS. Por lo tanto, las actividades a largo plazo responden solamente al buen criterio de sus técnicos y, aquellas de corto plazo, provienen de los requerimientos de las otras Divisiones o secciones del INDRHI.

(b) Las funciones especificadas en el Reglamento Funcional de la División no reflejan en detalle tales funciones y se deja mucho a la interpretación del lector.

(c) Para cumplir eficientemente las funciones que le corresponde requiere de mayores recursos humanos y materiales.

(d) Debido a la falta de un canal de calibración de correntómetros en el país y debido a las demoras que generalmente ocurren cuando dichas calibraciones se hacen en el exterior, es de esperarse una mayor incertidumbre en la calidad de los datos hidrométricos. Es de esperarse que ésta situación se elimine cuando se construya el laboratorio de hidráulica del INDRHI.

(e) La División no publica los datos hidrométricos.

(f) La frecuencia de toma de datos climatológicos son diferentes a las de Meteorología.

(g) La División de Hidrología no tiene normas detalladas de mediciones, procesamiento, almacenamiento, publicación y análisis de los datos hidrológicos.

(h) Debido a que el Centro de Cómputos no posee cinta magnética, el almacenamiento de datos es actualmente ineficiente.

(i) La División no tiene manuales de los programas que está utilizando. El Centro de Cómputo, tampoco los tiene.

(j) Existe en la División de Hidrología, así como, en las otras divisiones, una gran inquietud por mejorar sus servicios y mejorar sus procedimientos de trabajo, eficiencia, etc.

3. Recomendaciones Finales.

(a) Que el INDRHI en coordinación con la Oficina Nacional de Planificación (ONAPLAN) tome la iniciativa para la elaboración de una propuesta y ejecución de un Plan Nacional del Desarrollo de los Recursos Hidráulicos de la República Dominicana. Esta se puede desarrollar en las siguientes etapas:

i. Propuesta para la financiación del plan;
ii. Elaboración de la metodología para el ejecución del plan;
iii. Ejecución del plan.

(b) Que la recopilación, procesamiento y publicación de la información climatológica actualmente llevada a cabo por la División de Hidrología del INDRHI pase al control y responsabilidad del Departamento de Meteorología de la Secretaría de Estado de Agricultura.

(c) Que la División de Hidrología del INDRHI continúe con la recopilación y procesamiento de la información hidrométrica del país incluyendo agua superficial (rios, lagunas y embalses) y aguas subterráneas tanto en cantidad como en calidad. Así mismo la División de Hidrología debe iniciar la publicación de la información hidrométrica antes mencionada.

(d) Que la función principal de la División de Hidrometeorología de la Secretaría de Agricultura se limite a estudiar los fenómenos e información de la precipitación, evaporación, humedad relativa, vientos, etc., sin incluir los fenómenos de escorrentías superficiales, flujo subterráneos, balances de agua, etc., con fines de planificación, diseño y operación del recurso hidráulico, funciones que más bien corresponden a la División de Hidrología del INDRHI.

(e) Que el INDRHI tome la iniciativa para establecer programas de cooperación (tal como lo ocurrido con la CDE) y de flujo de información (datos, estudios, usos de agua, demandas, operación, etc.) con otras instituciones nacionales e internacionales que tengan que ver con el desarrollo y control de los recursos hidráulicos del país.

(f) Que se termine de estructurar los manuales de funciones de todas las Divisiones del INDRHI y que estas se compatibilicen y coordinen para evitar duplicidad de funciones y actividades.

(g) Que se trate de mejorar la comunicación de las demandas de análisis hidrológicos que se hacen a la División de Hidrología. Sobre todo, debe especificarse el tiempo en que se necesite la información pues el método empleado para el análisis y la correspondiente confiabilidad de los resultados está en función del tiempo disponible para dar dicho resultado.

(h) Que se comience en un futuro cercano a elaborar normas de estudios preliminares para el ejecución de proyectos hidráulicos en la República Dominicana. Dichas normas deben basarse en los requerimientos que organizaciones financieras tienen, tales como el Banco Mundial, BID, etc. Así mismo, deben basarse como punto de partida en aquellas elaboradas por organismos como Naciones Unidas, OEA, etc.

(i) Así mismo, que se planee en un futuro cercano la elaboración de normas a nivel de diseño hidráulico.

(j) Que el INDRHI incentive para que los técnicos de diferentes niveles, sobre todo aquellos con experiencia, escriban notas técnicas, artículos relacionados con planificación, diseño, operación, artículos para presentar en conferencias nacionales o internacionales, etc. Esto permitirá el dinamizar el flujo de información y que la experiencia ganada sea transmitida a los técnicos y jóvenes.

(k) Que el INDRHI organice una oficina, o que amplie las funciones de la recien creada División de Evaluación y Coordinación de Programas para que coordine actividades de capacitación del personal del INDRHI. Eventualmente dicha oficina podría llamarse más apropiadamente División de Cooperación Técnica y Capacitación.

(l) Que el INDRHI en sus varios niveles tenga un mecanismo de autocontrol. Por ejemplo cada División podría periódicamente (cada 4 meses) hacer un auto-evaluo de: 1) lo programado, 2) lo avanzado, 3) medidas correctivas y anexando los recursos humanos y materiales correspondientes. Eventualmente se podría utilizar un control en forma computerizada.

(m) Que a medida que se adquiera y se capacite el personal se de una mayor participación y responsabilidad en la supervisión de los trabajos que se ejecuten fuera del INDRHI.

(n) Que el INDRHI trate de montar una imprenta a nivel de toda la institución y que los equipos actualmente bajo la responsabilidad de la División de Hidrología pasen bajo la responsabilidad de la oficina creada para tal función.

(o) Que el INDRHI trate de mejorar el sistema biblioteca-archivo técnico de manera que se organice, catalogue y se equipe de mayor material de consulta.

(p) Que las funciones de la División de Hidrología que aparecen en "Apuntes para la Preparación del Reglamento Funcional de la División de Hidrología" se modifiquen como sigue:

La División tiene como función principal el registro, transmisión, procesamiento, almacenamiento, publicación y análisis de datos hidrológicos para la planificación, diseño y operación de los sistemas de recursos hidráulicos del país, así como, para el control de avenidas y de sequías.

Los datos hidrológicos serán los climáticos -en caso de continuar con ellos- (hidrometeorológicos) así como, los hidrométricos, tanto en cantidad como en calidad que se presentan en ríos, lagunas, embalses, y otros medios de almacenamiento y conducción de agua superficial, así como de agua subterránea.

El análisis de los datos serán aquellos requeridos para la planificación, diseño y operación ya sea a nivel nacional, regional o localizado de los sistemas de recursos hidráulicos del país. Así mismo dicho análisis será conducente a la predicción, pronóstico, y evaluación de avenidas y sequías.

(q) Que la División de Hidrología prepare normas para todo el proceso que va del registro hasta la publicación de los datos hidrológicos.

(r) Que la División de Hidrología publique por lo menos internamente (biblioteca y técnicos del INDRHI) los manuales de los programas de cómputo que estan utilizando.

(s) Que la División de Hidrología comience con las investigaciones necesarias de análisis de información para que su respuesta sea más efectiva tanto en calidad como en tiempo de respuesta de los requerimientos de las otras Divisiones .

(t) Que la División de Hidrología inicie la publicación de los datos hidrométricos.

ANEXO A

Personal Entrevistado

1. INDRHI.

- Ing. Francisco Rodríguez, Director Ejecutivo
- Ing. Flavio Terrero, Encargado del Departamento de Planificación,
- Ing. Francisco González, Encargado de la División de Ordenamiento de Recursos Hidráulicos,
- Lic. Antonio Rodríguez, Encargado de la División de Evaluación y Coordinación de Programas,
- Ing. José Francisco Febrillet, Encargado de la División de Hidrología,
- Ing. Rudescindo A. Valenzuela, Encargado de la División de Factibilidad de Proyectos,
- Ing. Francisco Castro Catraín, Encargado de la División de Diseños,
- Ing. Emiliano Camarena, Encargado de la Sección de Presas,
- Ing. Juan Chalas M., Encargado del Departamento de Riego y Operación,
- Ing. Rubén Encarnación, Encargado de la División de Operaciones,
- Ing. Milagros de Jesús, Encargada de la División de Conservación y Mejoramiento,
- Ing. Báez, Encargado del Centro de Cómputos,
- Todos los Ingenieros Encargados de las Secciones de la División de Hidrología.

2. CDE.

- Ing. Marcelo Jorge Pérez
- Ing. Eldon García
- Ing. César González

3. Departamento de Meteorología de la Secretaría de Estado de Agricultura.

   . Ing. Fermín Estevez de la División de Climatología,
   . Met. Antonio Coco
   . Met. José Plácido de la División de Hidrometeorología
   . Met. Olmedo Racero de la Sección de Climatología
   . Ing. Luis Cepeda

4. IICA.

   . Dr. Manuel Paulet,

Referencias

1. Banco Mundial, 1978. Nizao Irrigation Project. Documento de Distribución Restringida sobre el Proyecto de Riego Nizao. Santo Domingo, R.D.

2. INDRHI. 1978. Plan Nacional de Investigación Aprovechamiento y Control de Aguas Subterráneas. Santo Domingo, R.D.

3. INDRHI. 1980. Apuntes para la Preparación del Reglamento Funcional de la División de Hidrología. 30 p. Santo Domingo, R.D.

4. PNUD. 1980. Fortalecimiento de las Actividades Agrometeorológicas e Hidrometeorológicas y Desarrollo de un Sistema Operativo de Previsión Hidrológica. Fase 1. Proyecto del Gobierno. 23 p. Santo Domingo, R.D.

5. SEA. 1973. Situación Presente del Dept. de Meteorología. Proyecto de Organización Meteorológica Mundial. Informe 1. DOM/71/520/A/01/16. 90 p. Santo Domingo, R.C.

6. SEA. 1980. Funciones de la División de Hidrometeorología. Dept. de Meteorología. Santo Domingo, R.D.

INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS

en cooperación con

INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS HIDRAULICOS

CONVENIO IICA/INDRHI

A/D - 34/80

Informe sobre Selección del Area para Proyecto Piloto de Administración de Aguas de Riego

Por:

Ing. Agustín Marea Canelo
Coordinador Comité de
Tierras y Aguas del IICA

Santo Domingo, D.N.
Agosto, 1980.

Agosto, 1980

Informe sobre selección de Area Piloto para fines de poner en práctica procedimientos y metodologías tendientes a optimizar la administración, operación y conservación de las áreas bajo riego de responsabilidad del INDRHI.

Rindente: Ing. Agustín Merea C.
Coordinador Comite Tierras y Aguas del IICA.

1. Antecedentes.

En primera instancia, el informe se relaciona con la meta 3.1.3 del "Programa de Cooperación entre el IICA y el INDRHI", anexo integrante del "Convenio entre el INDRHI y el IICA Sobre Fortalecimiento Institucional", suscrito el 11 de julio de 1980. Dicha meta es la siguiente:

"Conseguir la definición e inicio de la implementación de una política sostenida de administración y distribución de aguas de riego para satisfacer (optimizando las eficiencias de operación, conducción y aplicación conocidas) los requerimientos de agua de los cultivos según el clima, el suelo, el tipo de cultivo y la fase del ciclo vegetativo en que se encuentra, como política única o norma de la institución en relación con ésta problemática".

En segunda, se relaciona con la actividad 3.2.4 prevista en el Programa anexo citado, cuyos alcances son los siguientes:

"Colaborar en la definición criterios de información requerida para la selección de una área piloto y en la formulación de un proyecto para dicha área con la finalidad de organizar su administración para el riego dentro de los alcances de optimización de los sistemas de

operación y mantenimiento, según nuevo proyecto de Ley General de Aguas y recomendaciones particulares que aparecen en las referencias 2,3,4,5 y 6 (Meta 3.1.3)".

2. Objetivo Específico.

En relación con la meta y actividad identificadas en 1, el objetivo específico de la labor materia de informe fué la de, en acción coordinada con ejecutivos y funcionarios técnicos del INDRHI y con el Dr. Manuel Paulet, coordinador del Convenio IICA/INDRHI por parte del IICA, estudiar las ventajas comparativas, facilidades y limitaciones de diferentes áreas bajo riego (antiguas y nuevas) con la finalidad de proponer a la Dirección Ejecutiva del INDRHI la alternativa más favorable para la implantación del proyecto o área piloto donde se pondráin en práctica, con miras a institucionalizarlas, nuevas normas, procedimientos y metodologías tendientes a optimizar el proceso de administración, operación y conservación de las áreas bajo riego de la responsabilidad del organismo nacional mencionado.

3. Personal con el que se trabajó.

En el análisis de la información disponible, discusión y adopción de criterios y selección preliminar del área piloto:

3.1 Del INDRHI:

.Ing. Francis González, Encargado de la División de Ordenamiento de Recursos Hidráulicos y Coordinador del Convenio IICA/INDRHI.

.Ing. Rubén Encarnación S., Encargado de la División de Operación.

.Ing. Gilberto Reynoso, Encargado de la División de Riego y Drenaje.

.Ing. Vicente Gómez Nuñez, Encargado de Construcción del Proyecto Yaque del Norte.

.Ing. Victor Viñas Klang, Encargado de Desarrollo Agrícola del Proyecto de Riego del Yaque del Norte (PRYN).

.Ing. Silvio Carrasco, Encargado de Unidad de Riego y Drenaje del Proyecto Riego Yaque del Norte.

3.2 De ACRES INTERNATIONAL E ILACO:

.Ing. Peter Zondag, Director Proyecto Yaque del Norte.

3.3 Del IICA:

.Dr. Manuel Paulet, Especialista en Conservación y Manejo de Tierras y Aguas y Coordinador Convenio IICA/INDRHI.

.Dr. Ramón Fuentes, Consultor.

3.4 En adición a los funcionarios y técnicos identificados, se tuvo una reunión de trabajo con los Ingenieros Frank Rodríguez y Juan A. Chalas, Director Ejecutivo y Encargado de la División de Distritos de Riego del INDRHI, donde se adelantó información sobre la labor desarrollada y conclusión obtenida, exponiendo en detalle los criterios y consideraciones tenidas al efecto.

4. Areas consideradas para la selección del Area Piloto.

El grupo de trabajo IICA/INDRHI tomó en consideración las siguientes áreas bajo riego:

4.1 Areas Antiguas en Operación.

4.1.1 Distrito de Riego Yuna-Camu

4.1.1.1 Zona de Riego de la Vega

4.1.2 Distrito de Riego Yaque del Norte

4.1.2.1 Zona de Riego Mao-Valverde

4.1.2.2 Zona de Riego Villa Vásquez

4.1.2.3 Zona de Riego de Santiago

4.2 Area Nueva en Preparación.

4.2.1 Distrito de Riego Yuna-Camú

4.2.1.1 Zona de Riego de Nagua-Canal Boba

4.2.2 Distrito de Riego Ozama-Nizao

4.2.3 Distrito de Riego Yaque del Sur

4.2.3.1 Canal Yaque del Sur-Azua

4.2.4 Distrito de Riego Yaque del Norte

4.2.4.1 Canal Alto Yaque del Norte

4.2.4.2 Canal Bajo Yaque del Norte

5. Criterios tenidos para la selección del Area Piloto.

Después de una minuiciosa revisión de la información escrita y gráfica disponible en el INDRHI sobre las zonas de riego identificados en 4, complementadas con información verbal derivada del conocimiento y experiencia de campo de los funcionarios y técnicos de dicha institución y, en el caso del Canal Yaque del Norte (4.2.4.1), visita de campo, se convino, en primera instancia, que el proyecto o área de riego piloto a seleccionar debía satisfacer los requisitos fundamentales siguientes:

-Una infraestructura hidráulica de captación, conducción y distribución de aguas con características apropiadas para la mejor medición, control y evaluación del uso de las aguas de riego dentro del proyecto o zona.

-Una área agrícola servida o próximo a serlo con superficies comprendidas entre 1,500 y 5,000 hectáreas.

-Una tenencia de la tierra representada mayoritariamente por pequeños productores o beneficiarios de Reforma Agraria.

-Una cédula de cultivos diversificados en lo posible.

-Condiciones de clima y suelos que determinen una efectiva necesidad de riego para el éxito de la actividad agrícola.

-Cierto grado de motivación de los usuarios del área para: la adopción de nuevas tecnologías, nueva modalidad de manejo de la infraestructura del proyecto; permitir la implantación de nuevas tarifas de agua tendientes a la autosuficiencia económica de los servicios de operación, conservación y administración del proyecto, etc.

-Existencia de estudios confiables en aspectos tales como suelos, necesidades de drenaje, registro de usuarios con indicación de áreas netas bajo riego y calendarios de cultivos, indispensables para apoyar una correcta optimización del uso de los recursos de aguas y tierras disponibles en el proyecto.

El grupo coincidió en que los requisitos arriba señalados pudieran parecer excesivos y consiguientemente excluir de la posibilidad de ser escogidos como área piloto a la mayor parte de las áreas actualmente regadas en el país. Pese a esto, se creyó conveniente adoptarlos teniendo en cuenta:

-La conveniencia y urgencia de que el INDRHI inicie cuanto antes la aplicación de nuevas y adecuadas normas, procedimientos y metodologías para optimizar el uso conjunto de las tierras y aguas, con fines agrícolas, de las áreas bajo riego y entender que dicho objetivo sólo puede lograrse en el corto plazo adoptando como área piloto a lo que satisfaga en la mayor medida posible los requisitos puntualizados.

-Que de escogerse como proyecto piloto un área que no satisfaga en la medida deseable la mayor parte de los requisitos, se requerirá de recursos y tiempo para superar dichas deficiencias y por consiguiente, no podrán ponerse en aplicación en el corto plazo, las nuevas normas, procedimientos y metodologías que se pretenden introducir.

-Que la ventaja de obtener cuanto antes, a favor del proyecto o área piloto, conclusiones para la optimización mencionada estriba en el hecho de que el INDRHI podrá señalar como requisito indispensable para futuros nuevos proyectos la implantación de dichas conclusiones y, además, adoptar políticas y planes de trabajo que, en el mediano plazo, permitan extender a las áreas antiguas bajo riego dichas modernas modalidades de manejo.

6. Selección del Proyecto Piloto.

Con toda objetividad, a la luz de la confrontación de los proyectos o zonas de riego consideradas en 4 con los requisitos o criterios de selección reseñados en 5, el Proyecto Yaque del NOrte es el que acusa las mayores ventajas para convertirse en el proyecto o área piloto del interés del INDRHI.

Cabe señalar que, en adición a satisfacer con propiedad la mayor parte de los requisitos, puede destacarse que está expedito para entrar en servicio en corto plazo con un área de más o menos 1200 Has, susceptibles de incrementarse a 3000 en pocos meses mas. También, que la Escuela de Capacitación de Agricultura que funciona en el área del proyecto es un instrumento de apoyo valioso y que se cuenta con planteamientos y recomendaciones para el proceso de operación cuya validez se tratará de verificar y/o adecuar en el menor tiempo posible.

Como deficiencia del proyecto Yaque del Norte cabe señalar que en el recorrido del campo efectuado desde el origen del Canal principal hasta el Km.16, que beneficiará a las 3000 primeras hectáreas del proyecto, no se observó que se contará con estructuras o artificios específicos para medición de las aguas. Según información del representante de ACRES-ILACO, la corrección de dicha deficiencia está en estudio por la Sede Matriz de ACRES. Al respecto, se señala la conveniencia de que el INDRHI exiga su más pronta superación.

Como una segunda alternativa para el proyecto o área piloto se sugiere el Canal Yaque del Sur-Azua.

7. Acción Futura.

Tal cual lo manifestara el Ing. Frank Rodríguez en la reunión de trabajo a que se ha hecho mención, a mas tardar a fines de septiembre próximo se tendrá una decisión del INDRHI sobre el área piloto materia de Convenio IICA/INDRHI.

El IICA, en consonancia con su objetivo fundamental de cooperar tecnicamente con los países deja constancia de su mejor disposición para trabajar en el proyecto o área piloto que el INDRHI creyera más conveniente seleccionar, independientemente de ésta recomendación. Esto último, por reconocer que pueden primar consideraciones de otra índole que las tenidas en cuenta para la selección, eminentemente técnicas.

Partiendo de la base que al 30 de septiembre se contará con la decisión final del INDRHI sobre el proyecto piloto, el IICA formulará en el mes de noviembre el plan de trabajo, cronogramas de ejecución, requerimientos de recursos humanos y financieros y otros que aseguren la más pronta iniciación de los trabajos en dicho proyecto.

Agosto de 1980.

INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS

en cooperación con

INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS HIDRAULICOS

CONVENIO IICA/INDRHI

A/D - 35/80

Apreciación General de los Aspectos Hidráulicos con fines de Operación de los Proyectos de Irrigación de la República Dominicana

Informe Técnico de Visita

Por:

Dr. Ing. Ramón Fuentes
Laboratorio Nacional de
Hidráulica de Venezuela

Santo Domingo, D.N.
Septiembre, 1980

TABLA

1. Contenido.

La visita que se informa a continuación se realizó entre el 27/8/80 y el 6/9/80, siendo parte del contenido de un Convenio IICA/INDRHI. La idea motivadora fué la revisión de proyectos de riego ya ejecutadas o en ejecución en la República Dominicana, con especial énfasis en dar recomendaciones sobre estructuras de aforo. Así mismo, se pudo participar en discusiones y dar antecedentes y recomendaciones sobre un futuro Laboratorio Nacional de Hidráulica. Estos puntos se encuentran más extensamente expuestos en los términos de referencia.

2. Contactos.

El Dr. Paulet del IICA aseguró durante toda la visita su concurso para el éxito de la misma, preocupándose de todos los detalles. Se pudo, a través de discusiones con él, tomar conciencia de los problemas y centrarlos debidamente.

El Ing. Agustín Merea proporcionó asimismo diversas informaciones e ideas. El Director del IICA en Santo Domingo, Ing. Montoya dió asimismo algunas informaciones generales útiles. Algunas bases de funcionamiento pudieron aclararse gracias al Director Ejecutivo del INDRHI, Ing. Francisco Rodríguez, quien invitó gentilmente al informante a dar una conferencia dentro del marco de la semana conmemorativa del XV Aniversario de la Institución.

Los Ings. Encarnación, Reynoso y Recio, de la División de Operación del INDRHI prestaron amablemente su concurso para discutir diferentes aspectos con el informante, así como para llevarlo a visitar diversas obras.

Los Ings. Castro Catrain y Camarena dieron su valioso tiempo para dialogar sobre varios aspectos, especialmente aquellas relacionadas con el Laboratorio de Hidráulica, llevando asi mismo al informante a varios sitios de interés.

Durante una visita a Yaque del Norte, los Ings. Gómez, Viñas y Carrasco informaron extensamente a los visitantes sobre las obras en construcción sobre el Proyecto de riego en general.

Las informaciones y la discusión sobre el Proyecto Sabana Yegua fué asegurada en forma externa por el Ing. De León.

Asimismo, el Ing. Ramírez nos dió una exposición valiosa sobre el Proyecto Sabaneta.

Sobre el Proyecto Nizao, pudimos contactar un provecho al Ingeniero Velázquez. Aprovechamos aquí para agradecer a estos personeros (y a otros cuyos nombres se nos escapan) su colaboración y apoyo.

3. Algunas ideas y recomendaciones generales.

3.1 Introducción:

Dada la longitud de la visita, la cantidad y magnitud de los aspectos encontrados y asimismo la obvia dificultad para obtener en forma rápida toda la información requerida, los comentarios que siguen son necesariamente fragmentarios y pueden adolecer de una cierta dosis de subjetivismo, pero creemos que constituyen al menos una guía y una buena base de discución futura.

Una primera impresión, necesariamente superficial es que los Proyectos que se han discutido son adecuados y que el nivel de construcción es muy bueno.

3.2 Elementos relacionados con el diseño hidráulico.

Dada la magnitud de las obras, no es posible dar una lista de elementos que sea completa. Pero ya que se trata de riego por gravedad, pensemos recomendable que en los términos de Referencia de los Proyectos se tomen al menos los siguientes elementos en consideración, como puntos claves de exigencia en el diseño hidráulico:

- Curvas de gastos sólidos y líquidos del río en función de la altura, con énfasis en los aspectos de dinámica de los sedimentos.

- Operación de las obras de captación, tanto en lo que se refiere al control de los caudales líquidos como del funcionamiento de las obras de desfogue, con énfasis en normas operativas durante las crecientes.
- Correcto funcionamiento de los canales, en aspectos tales como velocidades, pendientes, bordes libres generales y locales, etc.
- Sistemas de control de niveles y/o de caudales: especificación clara de normas de operación para diversas fracciones del gasto máximo.
- Funcionamiento de obras disipadoras, cuando ellas se requieran.
- Diseño acabado y flexibilidad de las obras de distribución.
- Especificación de las diversos aparatos de aforo necesarios, tomando en cuenta su correcta ubicación, tanto desde el punto de vista de su función como de su correcto funcionamiento.

3.3 Estructuras de Aforo.

En los Proyectos que han podido verse, el estatus de la medición de caudales es muy variado, pero pueden recomendarse algunas bases de diseño que les sean comunes así como algunos métodos que podría recomendarse su discusión avanzada.

3.3.1. Bases de diseño.

Los aparatos debieran tomar en cuenta:

- Rango de caudales
- Facilidad y simpleza de las medidas, especificando en forma muy clara los métodos para realizarlos.
- Influencia posible de estructuras cercanas
- Previsión de pérdida de carga consumida en los aparatos.

- Facilidad de construcción y de operación
- Economía
- Eventual necesidad de calibración, ya sea en Laboratorio o in situ.

3.3.2 Métodos recomendables.

No es posible dar una lista de todos ellos y sólo se dará un enunciado muy corto de algunos como alternativas a discutir según los casos.

Para la medición de los caudales más elevados del sistema, pueden discutirse al menos las posibilidades:

- Método de pendiente - área.

El consiste en determinar la pendiente y el área entre dos secciones convenientemente distantes en un tramo de flujo casi uniforme y emplear la fórmula de Manning para el caudal, ayudándose de medidas de gasto con molinetes. El uso de este método es atractivo, pero debe tomar en cuenta que requiere de un tramo casi uniforme bastante largo y de realizar en casi todos los casos dos medidas en puntos alejados.

Aforadores de estrechamiento o de barrera.

En este caso se intercalaría en la corriente un aparato que produjese una depresión medible en la corriente. Para los caudales elevados de los sistemas de riego que se han visitado, habría que tomar en cuenta que:

- No existen calibraciones directas para caudales del orden de 20 (m^3/s) salvo en el caso de la canaleta Parshall.
- Para que las medidas sean precisas, el aparato tendría que tomar cargas que los bordes libres de los canales matrices podrían tolerar difícilmente. Por otra parte, esta elevación podría afectar las obras de toma.

Calibración directa de las compuertas de toma.

El método sería así: para una serie de aberturas de compuertas, niveles de aguas arriba y niveles de aguas abajo se mediría el caudal mediante integración de perfiles de velocidad obtenidas con molinetes. Estos valores medidos se introducirían en las ecuaciones de energía momentum y continuidad, permitiendo avaluar los valores reales de los coeficientes de caudal. Una vez averiguados estos las ecuaciones permitirían el cálculo del caudal mediante gráficas o calculadoras, usando como datos de entrada el nivel de aguas arriba, el de aguas abajo y las dimensiones de orificio de compuertas.

Este método puede resultar lento y fastidioso en la etapa de calibración, pero posteriormente sería simple de usar.

Para los cuales pequeños (hasta de algunas centenas de lps en este caso) se piensa serían apropiados, según los casos:

- Canal venturi (Ackers y Harrison-Wallingford)
- Aforador sin cuello
- Barreras en pared delgada, triangulares preferentemente.
- Aforador Flat-Vee (White-Wallingford).

Para una elección justa, se tendrían que tomar informaciones precisas sobre pérdida de carga disponible, así como sobre las dimensiones y rangos de los caudales y los canales.

3.4 Necesidad de una Hidrometría de Operación.

Discutiendo el manejo de los aforadores actuales o futuros, quedó en claro la conveniencia de implementar un equipo técnico sólido que realize las calibraciones necesarias y afore en forma permanente los caudales. No debe olvidarse que la información que una División de Operación requiere es necesitada de inmediato y no puede esperar mucho. Se sugiere que se acoja la idea de dotar a la División de Operación con recursos humanos y materiales que les permitan hacer sus propias medidas, si ello es compalible con la estructura del INDRHI.

4. Proyecto de Riego Yaque del Norte.

Este conjunto pudo visitarse y para la fecha de la visita la construcción se presentaba suficientemente avanzada como para esperar una parcial puesta en marcha en breve.

No se observaron dispositivas especiales de aforo en ninguna parte del sistema. Consultado al respecto el Ing. Zondag, quien es resisdente de la obra y ha participado en el diseño, el manifestó estar informado sobre el método de medición a nivel de los terciarios, el que se haría calibrando la combinación de compuerta circular y tubo que forma la obra de derivación. Dicha calibración se realizaría aparentemente contrastando niveles y aberturas con caudales obtenidos de una canaleta Parshall. No se tenía información acerca del aforo de los caudales en otros niveles del sistema, si es que estaban contempladas. En particular se desconocía el método de aforo del canal primario. Los tramos que se visitaron muestran pequeñas pendientes en los canales principales, lo que se traduce de inmediato en una dificultad para la operación de aforo cómodas en ellos, ya que no existiría quizás pérdida de carga disponible.

Empero, es posible tentar algunas posibilidades:

- Calibrar las compuertas existentes en los diferentes tramos. Esto es fastidioso pero posible.
- Si los bordes libres y el funcionamiento de las compuertas lo permite, podrían instalarse aparatos del tipo venturi flume.
- En el caso particular de la toma desde el río podría aprovecharse quizás la transición entre el tanque disipador de las compuertas y el canal trapecial como un aforador calibrable; esto sería económico, pero estaría supeditado a la calidad de la superficie libre en el plazo disipador para los caudales elevados.
- En los canales que conducen el agua a las unidades de riego se pudo observar pendientes importantes. En ese caso, podrían construirse tanques aquietadores que permitiesen intercalar en la corriente un aforador sin cuello o aún una hoja triangular, dado que a ese nivel los caudales no serían elevados.

Respecto al sistema de aforo propuesto para los terciarios, el es análogo a los aparatos ARMCO y USBR de amplio uso y pueden considerarse adecuados.

A la luz de la información recabada, no es posible ser más preciso, pero se recomienda fuertemente que los responsables proporcionen a la brevedad información detallada sobre los sistemas de aforo; si esta información no forma parte de contratos, el problema deberá ser estudiado a la brevedad teniendo a la vista los planos y bases de cálculo del diseño. Es una responsabilidad dura para los Ingenieros del INDRHI, pero sería de lamentar que un sistema de esta categoría no pudiese manejarse adecuadamente por falta de un sistema de aforo adecuado.

5. Proyecto de Riego Yaque del Sur-Azua.

Se pudo visitar estas obras gracias a los buenos oficios de los Ingenieros Encarnación, Reynoso y Recio, quienes mostraron un muy buen nivel profesional, así como una visión muy lúcida y concreta de los problemas existentes.

Obras de captación desde el río Yaque del Sur.

Normalmente, estas obras captan perpendicularmente a la dirección media de la corriente y desfogan paralelamente a ella. Aquí es a la inversa. Por las informaciones suministradas, la toma funciona adecuadamente. Sería de interés enfatizar que cuando sobrevengan creces, se abran las compuertas de desfogue hasta que la avenida pase, de modo de impedir la acumulación de sedimentos en la toma. Por otra parte, debe tenerse en cuenta que si se desease calibrar para fines de aforo el sistema de compuertas, es indispensable que la toma esté razonablemente exenta de sedimentos.

Posibilidades de aforo del canal principal.

La inspección de un primer tramo de este canal permitió visualizar tres posibilidades para la medición permanente:

- Calibrar las compuertas, como ya se explicó en el capítulo de generalidades.
- Diseñar, construir y calibrar un aparato venturi de garganta larga (long throated flume) del tipo del desarrollado por Ackers y Harrison en Wallingford. Como este aparato toma una cierta carga, debería verificarse que ella es compatible con revanchas dadas por los Proyectistas. Asimismo, debería verificarse que la carga del aforador no afectase la posibilidad de captar el gasto máximo.
- Dado que al final del tramo en cuestión hay una caída libre, puede calibrarse sencillamente la altura en las cercanías de esta caída en función del caudal y poner una regla calibrada directamente en unidades de gasto, calculando una escala deformada. Para que este sistema funcione bien, debe verificarse que la pendiente del canal sea suave para todos los caudales y que la caída no se ahogue significativamente. Este sistema se considera normalmente algo impreciso, pero aparece como el más sencillo en este caso, con las salvedades anotadas.

Aforo de los canales secundarios.

En estos canales se han previsto y están ya construídos aforadores del tipo Parshall. Pudo constatarse, como ya había advertido el Ing. Encarnación, que ellos no funcionan, no mostrando desnivel sensible entre las tomas instaladas muy cerca de un ensanche, estando las lecturas a merced del oleaje y los remolinos asociados a la expansión. Es posible que para los caudales relativamente pequeños que se observaron el desnivel no sea medible, pero sí lo sea para los caudales elevados; dicho de otro modo, quizás el aparato se eligió pensando en el aforo del caudal máximo y sin verificar otros valores.

Como alternativas de aforo se pueden visualizar:

- La calibración del sistema de compuerta-tubo que constituye la obra de derivación en este uso. Esto sería engorroso, pero es siempre posible.
- Recalcular el aparato Parshall y eventualmente, modificarlo.
- Diseñar un aparato ad hoc de tipo Venturi, como se explicó ya anteriormente.

  Obviamente no es posible aquí dar una recomendación definitiva.

Aforo de los terciarios.

Para ellos se han considerado y se encuentran instalados aparatos del tipo de orificio de carga constante de doble compuerta, probablemente análogos al Constant-Head Turnout del Bureau of Reclamation. Los aparatos parecen apropiados tanto para medida como para control y sólo debe enfatizarse el que se obtengan (y si no las hay se realicen) curvas de calibración y normas de manejo detalladas a la brevedad.

6. Proyecto Area de Influencia de la Presa de Sabana Yegua.

Sobre este proyecto fuimos informados extensamente por el Ing. De León.

Se informó que el proyecto de ingeniería de diseño no están contemplados todavía por ser en el momento actual de detalle repecto al tamaño total. No existen aún hoy criterios unánimes sobre el alcance. Se teme que la demanda de riego de las tierras exceda la cantidad de agua que la presa deje disponible. El proyecto llegaría hasta el nivel de parcelas.

No existen aún bases de referencia para los diseños de ingeniería, en particular para los mecanismos de aforo y control de caudales.

Obviamente, no es posible señalar en este momento recomendaciones sobre las estructuras de aforo mismas; pero se recomienda que el INDRHI, en base a lo que él espera del proyecto de a los consultores términos de referencia extensos y precisos sobre las hidráulica del sistema, poniendo énfasis en las obras de captación, de conducción, de diversificación, de control y de aforo.

Una colaboración del IICA en este aspecto sería la revisión y la emisión de sugerencias sobre estos documentos de ingeniería desde el momento que estas existiesen.

7. Proyecto de Riego de Sabaneta.

Sobre este proyecto informó en forma muy documentada el Ing. Ramírez, quien mostró estar muy consciente e informado sobre los problemas potenciales.

Para la medición de los caudales entre secundario y terciario se han contemplado dispositivos del tipo orificio de carga constante con doble compuerta. Estos aparatos son perfectamente adecuados; podrían requerirse alguna calibración.

Hacia las parcelas se han propuesto vertederos rectangulares a la salida de los ductos y compuertas de control; también a este mismo nivel se observan en el proyecto combinaciones vertederos compuertas análogos al módulo Neyrpic. Los dispositivos en cuestión son adecuados en sí, pero su ubicación resulta dudosa, estando algo cerca de singularidades fuertes; aparecería como más prudente alejarlos algo más de estas singularidades .

No se ha decidido aún el método de aforo que se empleará para el canal matriz y los secundarios. El Ing. Ramírez piensa en una primera aproximación en el uso de canaletas Parshall; esto aparece razonable, ya que el aparato Parshall es uno de los pocos que tiene curvas de calibración ya hechas para caudales de varios (m^3/s). Pero debe tomarse en cuenta que las estructuras que se requerirían tendrían anchos muy grandes, por una parte y algunas complicaciones constructivas por otro lado.

Para un proyecto de este tamaño, podría pensarse en otras alternativas tales como:

- Calibrar las compuertas, midiendo las alturas aguas arriba y abajo, así como la abertura y realizando simultáneamente aforos con molinete.
- Aprovechar transiciones o caídas existentes para calibrar una curva altura-caudal.
- Diseñar un aparato del tipo Venturi-Flume, tal como el desarrollado por Ackers y Harrison en Wallingford.

8. Proyecto de Riego Nizao.

Sobre él nos atendió dando todos los antecedentes disponibles el Ing. L. Velázquez.

El Proyecto contempla mejorar canales existentes y crear conducciones nuevas.

No se han contemplado en forma detallada obras de medición y control. Empero, pudo verse que existen canaletas Parshall para el canal matriz y para los dos secundarios principales (Marcos Cabral y Nizao-Najayo).

Para los laterales a éstos últimos que son pocos comparados con las salidas ya existentes) se han proyectado aparatos de carga constante con doble compuerta.

Respecto a los aparatos Parshall, es de hacer notar que están en una zona de pendiente moderada y es de temer que funcionen fuertemente sumergidos. Es un punto que es muy recomendable verificar.

Respecto a los aparatos de doble compuerta son del tipo USBR ampliamente usados y son confiables requeririendo quizás alguna calibración.

No hay aparentemente un manual de operación de los aparatos y él debiera solicitarse.

En todo caso, resulta claro que las obras de medición proyectadas son insuficientes, ya que las laterales proyectadas son 13 y el canal tiene ahora 160 tomas. Por otra parte, debería hacerse un estudio de ingeniería detallada de la medición y distribución más allá de estos laterales. Al respecto se nos informó que en un contrato con el Banco Mundial se ha previsto un item a este respecto. Sería deseable seguir de cerca este punto. Como un punto muy positivo, se pudo constatar una muy clara comprensión y conocimiento de los problemas existentes por parte del Ingeniero Velázquez.

9. Proyecto Laboratorio Nacional de Hidráulica.

Gracias a los Ings. Castro, Duarte y Camarena, se pudo visitar el sitio destinado a la operación de un futuro Laboratorio Nacional de Hidráulica. Asimismo, pudo visitarse posteriormente el Laboratorio docente de Hidráulica de la Universidad Autónoma de Santo Domingo. El Laboratorio se instalaría en un terreno del Distrito de Riego Ozama-Nizao. El terreno disponible tiene 6,500 m^2. Un canal adyacente permitiría captar un caudal de hasta 1 (m^3/s) y la topografía del terreno aseguraría una caída de hasta 10 (m).

La idea básica es realizar a la brevedad un modelo de las obras de evacuación de la Presa Monción sobre el Río Mao. El prototipo debitaría por el aliviadero caudales comprendidos entre 1,500 y 6,000 (m^3/s) y la caída a modelar depasaría 100 (m).

En términos generales puede enfatizarse el elevado interés de que este Laboratorio se construya. Resulta clara la fuerte vocación hidráulica de la Rep. Dominicana y no cabe duda que un programa ambicioso de desarrollo de recursos hidráulicos requerirá de un Laboratorio como apoyo del diseño avanzado.

Más en detalle, la elección del sitio aparece como muy ingeniosa, en lo que se refiere a las disponibilidades inmediatas de caudal y carga: en efecto, se han obviado directamente costos de bombeo, de tanques subterráneos y de tanques elevados.

Algunos inconvenientes pueden surgir del hecho de que el Laboratorio quede relativamente alejado de Santo Domingo: dificultades asociadas con la logística y los recursos humanos, por ejemplo. No es un punto crucial, pero debe tenerse en cuenta desde ya.

Algunas Líneas Generales.

La creación y puesta en marcha de un Laboratorio de este tipo es un fenómeno complejo cada punto debe estudiarse en detalle. Como una cooperación a este estudio, se darán aquí algunas ideas que pueden ser útiles. Los temas que se tocarán a continuación son para un laboratorio ya establecido y no significa en modo alguno que este no pueda partir sin contar con todos ellos: en el hecho, los laboratorios existentes casi invariablemente han partido simplemente aglutinando esfuerzos alrededor de una idea o proyecto concreto de realización impostergable.

Recursos Humanos.

Dejando de lado los aspectos administrativos y de logística, se requieren:

- Ingenieros investigadores, quienes diseñarán los proyectos de investigación, realizarán parte de las medidas y las interpretarán.
- Técnicos de medición, que pueden ser topógrafos especialmente entrenadas; ellos realizarán las mediciones y cálculos de rutina.
- Maquetistas, que pueden formarse a partir de ebanistas, o torneros, quienes realizarán las obras de los modelos para las topografías obviamente se requerirán topógrafos.
- Personal de construcción, capaz de ejecutar las obras y montar las estructuras.

Planta Física.

Se debe contemplar:

- Area de modelos, cuidando la ubicación de los mismos de modo de evitar interferencias.
- Talleres para el adecuado trabajo de las maquetas.
- Almacén que asegure el control y aforo de materiales y equipos.

- Biblioteca: se tendrá aquí un archivo y fichero de publicaciones, además de textos y revistas.
- Oficinas de los investigadores.

Equipos e Instrumentos.

No es posible dar aquí una lista ni lejanamente completa, pues resultaría interminable; pero se pueden listar algunos elementos que probablemente se hagan indispensables desde pronto:

- Limnímetros
- Tableros de piezómetros y elementos de conexión
- Tubos de Pitot
- Equipo fotográfico
- Correntímetros
- Micromanómetros
- Termómetro

Tipos de funciones del Laboratorio.

- Investigación básica
- Investigación aplicada (*)
- Docencia
- Extensión
- Servicios

Normalmente un laboratorio de este tipo cuando comienza lo hace con la actividad marcada con un asterisco (*). Pero debe ir cubriendo posteriormente las otras.

Laboratorio de Hidráulica de la Universidad Autónoma de Santo Domingo.

Pese a que la visita que se realizó fué muy breve, se pudo observar con claridad que es un laboratorio docente para apoyar enseñanza básica de Mecánica de Fluidos y no contiene experiencias de hidráulica útiles especialmente para ingenieros civiles. Un canal de pendiente variable y con re-circulación, aunque fuese pequeño, permitiría paliar esta deficiencia.

10. Aspectos Institucionales.

El fortalecimiento institucional del INDRHI requerirá de un plan de acciones concretas muy decididas. Respecto a los aspectos técnicos de Ingeniería, creemos útil hacer las observaciones que siguen:

- Como antecedente positivo muy favorable, hemos podido constatar en muchos de los Ingenieros contactados un muy buen nivel de preparación, así como conocimiento y conciencia clara de los problemas con que se están enfrentando. Nos parece asimismo que una parte significativa de esta capacidad está subempleada.

Acciones futuras debieran contemplar:

- Mayor participación del INDRHI en la parte técnica de Ingeniería, ya sea directamente o bien a nivel de redacción de especificaciones y revisión acuciosa del desarrollo de proyectos realizados por consultores.
- Intensificar los aspectos de diseño y de planificación dentro del INDRHI.

Creemos que para que este fortalecimiento pueda tener lugar, una estrategia posible es centrar los esfuerzos sobre unos puntos concretos y elegidos con gran cuidado y conciencia, tales como:

- Crear un área piloto en el área de Irrigación, de modo de poder allí concentrar esfuerzos técnicos y de planificación. Dicha concentración asegurará la marcha impecable del área, produciendo un fuerte poder multiplicador tanto en el espacio como en el tiempo.

- Desarrollar el Proyecto de un Laboratorio Nacional de Hidráulica, el que podrá desempeñar, además de su función puramente técnica como herramienta de diseño avanzado, otra quizás más importante: Promover discusiones y seminarios que aglutinen esfuerzos técnicos dentro y alrededor del INDRHI.

- Planificar, en forma muy medida, cursillos, charlas y conferencias sobre temas de interés para el desarrollo profesional de los Ingenieros del INDRHI, que guarden un fuerte contenido en Ingeniería de Diseño y Operación y que guarden una relación muy directa con Proyectos y Planes del INDRHI.

Por último, el Consultor que suscribe estaría muy agradecido de participar en estos aspectos, ya sea colaborando personalmente en forma directa, ya sea buscando y contactando otro personal idóneo, ya sea proporcionando documentos que se consideren necesarios.

11. Recomendaciones Finales.

11.1 Incluir en los Términos de Referencia de los Proyectos indicaciones explícitas y taxativas sobre la necesidad de aparatos de medición y control, insistiendo asimismo sobre el deber de proporcionar manuales de operación técnicos completos.

11.2 Desarrollar en la División de Operación la capacidad de hacer aforos y calibraciones de modo que ellos puedan mejorar y controlar en buena forma la operación.

11.3 Calibrar y verificar las estructuras de medición existentes, en los casos en que hayan dudas y/o no funcionen debidamente.

11.4 Reforzar los aspectos técnicos de diseño dentro del INDRHI, de modo que este personal pueda participar en forma efectiva y eficiente en la creación de Términos de Referencia y en el control técnico del desarrollo de los Proyectos en todas sus fases.

11.5 Desarrollar un Laboratorio Nacional de Hidráulica que sirva como apoyo al diseño avanzado, no sólo en el INDRHI, sino hacia otros organismos; en especial, cuidar que en los Términos de Referencia se incluya la ejecución de modelos en este Laboratorio, siempre que ellos sean necesarios y el Laboratorio pueda afrontar el esfuerzo.