REPUBLICA DOMINICANA
PROYECTO: DESARROLLO AGRICOLA SOSTENIBLE EN SAN JUAN DE LA MAGUANA

VOLUMEN IV

COMPONENTE: COMPLEMENTACION DE LA INFRAESTRUCTURA ESENCIAL

Subproyecto: Complementación de la Presa Sabaneta
Subproyecto. Complementación de la Red de Riego y Drenaje en la Margen Izquierda
Subproyecto: Recuperación de Suelos en la Margen Derecha del Río San Juan

INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS HIDRAULICOS (INDRHI)
BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO (BID)
INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA (IICA)

REPUBLICA DOMINICANA
PROYECTO: DESARROLLO AGRICOLA SOSTENIBLE
EN SAN JUAN DE LA MAGUANA
VOLUMEN IV

Subproyecto: Complementación de la Presa Sabaneta
Subproyecto: Complementación de la Red de Riego y Drenaje en la Margen Izquierda
Subproyecto: Recuperación de Suelos en la Margen Derecha del Río San Juan

Convenio IICA-INDRHI

PROYECTO DE DESARROLLO AGRICOLA SOSTENIBLE
EN SAN JUAN DE LA MAGUANA
(PRODAS)

REPUBLICA DOMINICANA

ESTUDIOS Y DISEÑOS COMPLEMENTARIOS DE LA PRESA DE SABANETA

INFORME FINAL

Santo Domingo, R. D.
19 de marzo de 1992

PARTICIPANTES

ING. JULIAN CRUZ HERASME

Supervisor Técnico y Coordinador General del INDRHI

ING. JOSE BETANCES ROEDAN

Coordinador

ING. WERNER ENKE

Topografía y Diseño de Obras Viales

ING. LUIS E. TOYOS

Obras Hidráulicas

ING. TEOFILO PACHECO

Obras Hidromecánicas

ING. RICARDO RODRIGUEZ

Obras Civiles

ING. WILLIAM PEREZ

Costos

ING JOSE G. POLANCO

Colaborador (INDRHI), Aspectos Constructivos y Costos

INDICE

ANEXO 1 SELECCION DE PLANOS DEL DISEÑO ORIGINAL

ANEXO 2 PRESUPUESTO DETALLADO

ANEXO 3 MEMORIAS DE CALCULO DE COSTOS

ANEXO 4 INFORMES Y HOJAS DE VIDA DE CONSULTORES EXTERNOS

A. Relación de Informes de Consultores Externos.

B. Informe "Sabaneta Project, Remedial Measures" del Panel de Consultores del INDRHI del 8 de marzo de 1991.

C. "Informe No. 8 Sobre el Tratamiento con Inyecciones en los Túneles de la Margen Derecha" del Ing. Carl-Anders Andersson del 25/1/92.

D. Hojas de Vida de los tres miembros del Panel de Consultores del INDRHI.

E. Informe de diciembre de 1981 del Panel de Consultores de la Supervisora "Construction Consultant Memorandum No. 11-S" y la versión al español del mismo.

F. Sección de 'Conclusiones y Recomendaciones' del "Informe de la Inspeccion Final de la Construcción" de marzo de 1982 de Hanson-Rodriguez S.A.

RESUMEN EJECUTIVO

I. INTRODUCCION

La Presa de Sabaneta, cuya construcción realizó la empresa española OCISA a partir de 1975, fué inaugurada en junio de 1981 cuando aún no habían sido terminados algunos importantes trabajos. Hanson-Rodriguez S. A. supervisó la construcción desde el inicio hasta diciembre de 1979 y posteriormente realizó una inspección, la cual describe en un informe fechado marzo de 1982, donde señala además los trabajos faltantes. La administración de todo lo relativo a la construcción estuvo a cargo de la Corporación de Sabaneta, creada por el Gobierno Dominicano para tales fines.

En enero de 1986 una irrupción de unos 300 l/seg de agua en uno de los túneles, a través de roturas en el revestimiento, provocó gran preocupación a las autoridades determinando que se bajara el embalse. Los años siguientes, se limitó el nivel máximo de operación del embalse, mientras se ejecutaban trabajos correctivos de inyecciones y de hormigonado en los túneles. Estos extensos trabajos, ejecutados en la actualidad por el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI), están en fase final y se espera que concluyan en los próximos meses.

II. MARCO DE REFERENCIA

A. Introducción.

Desde la época en que se comenzó a explotar la Presa de Sabaneta, ya se habían identificado trabajos imprescindibles para que la misma pudiera operar adecuadamente y con los niveles de seguridad exigidos para este tipo de obra. Entre estos trabajos destacan los requeridos en los vertederos y en la presa misma, puesto que la integridad y el funcionamiento adecuado de los mismos es esencial para garantizar la seguridad de muchos moradores de la zona aguas abajo de la obra. En general, la mayor parte de las deficiencias o necesidades señaladas en el pasado, tienen que ver principalmente y en mayor o menor medida con la seguridad de la obra.

B. Vertederos.

La obra cuenta con un vertedero de servicio y otro de emergencia. El de servicio es un vertedero de pozo, ubicado en el estribo derecho, conducción a través de un túnel de 9 metros con revestimiento de hormigón armado y estanque amortiguador. El de emergencia. ubicado en el estribo izquierdo, consiste esencialmente en una excavación, con sección de control revestida de hormigón armado anclado en la roca. Sobre esta sección de control se proyectó colocar un dique fusible.

Se requiere eliminar las irregularidades existentes en la superficie de hormigón, para evitar que las descargas del vertedero de servicio (con velocidades de hasta 28 m/seg), destruyan el revestimiento y la roca subyacente, debido al fenómeno de la cavitación.

Para asegurar la presencia de aire hasta el codo en los niveles bajos del flujo (lo cual mitiga los efectos de la cavitación), la supervisora diseñó, con confirmaciones en el modelo hidráulico, un anillo de ventilación colocado aguas arriba de dicho codo. Sin embargo, el Panel de Consultores de INDRHI ha recomendado en fecha reciente, se considere añadir otros anillos de ventilación para garantizar la seguridad del vertedero de servicio.

Por otra parte, hay evidencias de que el estanque disipador tiene materiales depositados por debajo de la superficie del agua. Es importante que se remueva todo material duro, pues el mismo podría ocasionar deterioros en la superficie del hormigón cuando funcione el vertedero. Además, la limpieza

total del estanque, incluyendo los materiales finos (sedimentos, etc.), permitiría inspeccionar toda la superficie de la estructura, incluyendo los dientes, lo cual no pudo realizar la Consultora en 1982.

La zona del río aguas abajo del estanque disipador y de la central, alcanzando hasta un poco aguas abajo del dique derivador, necesita obras de protección y trabajos de adecuación indicados en los diseños originales, los cuales no han sido realizados. Será necesario además, remover un badén construido aguas abajo del dique derivador, debido a que reduce la capacidad de descarga del dique.

La sección de control del vertedero de emergencia se utilizó como parte de la vía de acceso que conduce a la corona de la presa y no se construyó el dique fusible. La falta de este dique implica que este vertedero operaría durante la ocurrencia de crecidas de períodos de retorno mucho menores que lo proyectado, provocando daños y reparaciones en esta parte de la obra con mayor frecuencia que lo concebido en el diseño original.

Otro aspecto de importancia relativo a un funcionamiento adecuado del vertedero de emergencia, es la canalización o adecuación del valle desde el encuentro de éste con la cañada donde descarga dicho vertedero hasta el río. Estos trabajos fueron indicados en el diseño original, con la finalidad de restituir las aguas que descargue este vertedero a su curso natural en el valle, pero no se llegaron a realizar. En la actualidad, además, caminos de construcción y depósitos de materiales obstaculizan la salida de las aguas empeorando la situación.

Por otra parte, numerosas viviendas han sido emplazadas en el valle en las proximidades de lo que debe ser el curso de las aguas descargadas por el vertedero de emergencia. Estas viviendas están expuestas a ser alcanzadas eventualmente por las aguas, pero las condiciones actuales descritas arriba, con seguridad aumentan la peligrosidad y la probabilidad de ser afectadas.

En otro orden de ideas, los taludes en las zonas donde se realizaron los cortes en el vertedero de emergencia y en general en todas las areas del proyecto donde se alteraron las superficies, muestran deterioros . Además, no se construyeron los enrocamientos indicados en el diseño original para protejer algunas zonas, donde fluirán las aguas de descargas. Esto es, en el canal de entrada y hasta cierta distancia aguas abajo de la sección de control.

C. Vías de Acceso en la Obra.

La construcción del dique fusible interrumpirá el acceso principal a la presa disponible en este momento desde la margen izquierda. Por otra parte, deberá removerse el badén que actualmente conecta la margen derecha con el valle a unos metros aguas abajo del dique derivador del canal J. J. Puello y además, antiguos caminos de construcción en el valle (inmediatamente aguas abajo de la presa), serán afectados por los trabajos de canalización o adecuación del valle para el manejo de las descargas del vertedero de emergencia. Las vías de acceso en el área de la obra deben pues reformularse de conformidad con los trabajos de complementación de la presa que se contempla realizar.

D. Cortina.

El enrocamiento colocado en el parámetro aguas arriba de la cortina, en la parte superior de ésta, fué construido con piezas pequeñas de peso insuficiente para resistir el oleaje que se ha estimado podría producirse. Es de vital importancia contar con un enrocamiento adecuado en las presas de tierra, como la de Sabaneta, para evitar que el oleaje desplace este elemento de protección y socave entonces los materiales más finos de que están compuestos las otras zonas de terraplén. La

seguridad misma de este componente tan importante, cuyo fallo tendría consecuencias catastróficas, podría depender del enrocamiento cuando se presentasen huracanes.

E. Instrumentación.

Algunos de los dispositivos instalados con el fin de auscultar la obra están dañados y otros han sido afectados. Es importante que se procure rehabilitar los instrumentos que sea posible y que se instalen otros, con el fin de contar con un sistema capaz de detectar a tiempo anormalidades en el funcionamiento de los componentes principales de la obra, lo cual permitiría tomar oportunamente las medidas correctivas de lugar.

F. Desagüe Auxiliar en la Central Hidroeléctrica.

La capacidad de desagüe de la obra es en la actualidad inferior a lo que fué proyectado, debido a que se anuló un desagüe de fondo existente durante los trabajos de hormigonado e inyecciones de 1986. La capacidad remanente, según se reveló en el pasado reciente, es insuficiente para desalojar con la rapidez que pudiera ser requerida en una ocasión futura, por lo que ha sido propuesto en el pasado, instalar en la central hidroeléctrica un desagüe auxiliar similar al que fué eliminado.

G. Control Remoto para la Válvula de Cabecera de la Tubería de Presión.

El Panel de Consultores ha recomendado que se provea de un control remoto a la válvula mariposa que está ubicada en la cámara del túnel de desvío, en el extremo aguas arriba de la tubería de presión, para tener capacidad de cerrar desde niveles por encima del lago, en caso de que se produjera una rotura de la tubería de presión. Para el caso de una rotura como la indicada, ha recomendado además la instalación de una puerta de seguridad y el cierre de varias aberturas en esta cámara del túnel de desvío. Estos cierres, por otra parte, harán necesaria la instalación de sistemas de ventilación para la remoción de gases peligrosos y el empleo de un sistema diferente para registrar las elevaciones del embalse.

H. Obra de Toma de la Hidroeléctrica.

En ocasiones, con el embalse a niveles muy bajos, algunos pedazos de madera logran evadir las rejillas verticales de la obra de toma y llegan hasta la turbina provocando interrupciones.

I. Acceso y Reconstrucción del Tramo Final del Conducto del Antiguo Desague de fondo.

El acceso original al conducto del antiguo desagüe de fondo, quedó inhabilitado con los trabajos de hormigonado de 1986, por lo cual ha sido recomendado dar condición de estructura permanente a un acceso provisional construido en el pasado reciente. Es necesario, además, reforzar o reconstruir un tramo de este conducto, contiguo a este acceso provisional, el cual evidencia deficiencias notorias en algunas zonas.

J. Obras de Control de Erosión y Protección de Taludes.

En el lado derecho del estanque disipador del vertedero de servicio, no se construyeron medios para amortiguar la energía de las aguas de una cañada que descarga en esta zona, ni se canalizaron estas aguas detrás de la pared derecha del disipador. Tampoco se colocó el relleno detrás del muro en toda la extensión del mismo, hasta la altura que fué proyectado. Es necesario contar con estos elementos para evitar el deterioro progresivo de esta área y para que el muro derecho cuente con la resistencia requerida. Es importante además, hacer reparaciones en algunas zonas protegidas con gunita o con gaviones que están deterioradas, para poder conservar a largo plazo las superficies que

recubren y para proteger las obras contiguas a estas superficies. Además,conviene tomar medidas para estabilizar las superficies de los taludes que actualmente están desprotegidas en muchas áreas de la obra.

III. LAS ACCIONES PROPUESTAS

A. Estrategia y Dimensionamiento.

Los diseños contemplados en la elaboración de este proyecto, se han realizado respetando los criterios del diseño original sobre los grados de seguridad para los cuales se debían dimensionar los diferentes componentes de la obra, tomando en cuenta la probabilidad de los eventos, los niveles de deterioro que podrían producirse y los riegos o consecuencias inherentes

B. Objetivos y Metas.

Algunos de los trabajos de complementación de la Presa de Sabaneta que se proponen son extremadamente importantes, pues se requieren para dar a la obra condiciones que garanticen su seguridad. Otros trabajos son necesarios para evitar el deterioro progresivo de la obra o para asegurar una operación eficiente, lo cual permitiría una explotación adecuada, sin interrupciones o limitaciones que produzcan, como en el pasado, pérdidas económicas significativas.

C. Beneficiarios.

Al llevar la obra a condiciones adecuadas de seguridad, los moradores de la zona aguas abajo de la presa se beneficiarían al restituírsele un grado de seguridad existente antes de la construcción de la obra. Por otra parte, al evitarse posibles interrupciones en la explotación de la obra, se beneficia directamente a todos los productores del área de riego dependiente y a los usuarios de la energía eléctrica generada allí y a la región en general. Por último, se benefician los contribuyentes al garantizarse la permanencia de esta obra y por ende las grandes inversiones realizadas en la presa y en el sistema de riego.

D. Descripción

1. Vertedero de Servicio.

Para rehabilitar la superficie de la solera en el túnel y en la rápida a la salida de éste, se adoptó la solución de colocar sobre la solera, una sobrecapa de hormigón de 20 de cm de espesor anclada al hormigón existente con bastones. Las areas restantes serán tratadas conforme a las recomendaciones del Panel de Consultores para mejoramiento de las superficies. Se indica, además, la construcción de los anillos de aireación recomendados por el Panel para garantizar que en el futuro este vertedero opere sin inconvenientes. Precisiones adicionales requeridas serán realizadas por INDRHI antes de la licitación.

Se precisa, por otra parte, desaguar el estanque disipador para remover el material depositado e inspeccionar la condición del piso, paredes y dientes de dicho estanque y proceder con los trabajos correctivos requeridos. También se deberán construir las obras de protección indicadas en el proyecto original para la zona comprendida entre la salida del disipador y el dique derivador.

2. Vertedero de Emergencia.

Se propone la construcción del dique fusible de conformidad con lo indicado en los planos del proyecto original, mientras que en referencia a la canalización o adecuación del valle para la conducción apropiada de las descargas del vertedero de emergencia, ha sido necesario realizar modificaciones a la geometría presentada en dichos planos. En ellos se contemplaba la colocación de una cantidad importante de rellenos en la zona inmediatamente aguas abajo de la cortina, pero en la actualidad, cuando no habrá material de bote producto de las excavaciones en cantidades tan grandes, resultaría sumamente costoso conservar en esta área la solución original sin variar.

Las viviendas que están ubicadas en las proximidades de la zona en el valle donde impactarán las aguas de las descargas del vertedero de emergencia corren riesgos de ser afectadas, sobre todo con la rotura del dique fusible. Se recomienda la reubicación de estas viviendas fuera del área inmediata a la obra y trabajos adicionales de excavaciones en esta área. Con antelación a la construcción se deberá realizar el planeamiento y la definición de estas operaciones.

Por último, se presentan con ligeras modificaciones las protecciones de los cortes del canal de entrada y de la sección de control y areas contiguas y se recomiendan acciones para protejer el resto de las superficies de los cortes.

3. Vías de Acceso en la Obra.

Se propone construir un tramo de camino de unos 800 m en la margen derecha con el cual se compensará la pérdida del badén que hay que remover aguas abajo del dique derivador. Este tramo de camino permitirá cruzar el río aún cuando ocurran descargas por el vertedero de servicio. Se propone además restituir el acceso a través de la sección de control, interrumpido con la construcción del dique fusible, construyendo un relleno sobre dicha sección de control, aguas arriba del dique fusible hasta la elevación 645.80. Esta solución, proveería tantas garantías para el paso vehicular, como la solución que se ha tenido hasta el presente.

4. Cortina.

Acogiendo las recomendaciones del Panel de Consultores que asesoró a la Supervisora en 1981, y del consultor del INDRHI Ing. Carl Andersson, quién examinó recientemente este tema, se plantea la construcción del enrocamiento en el paramento aguas arriba de la cortina, desde la corona hasta la elevación 640. Se ha hecho unos estimación preliminar de costos la cual deberá ser revisada posteriormente, cuando se cuente con los estudios geológicos y de prospección que INDRHI contempla realizar antes de la licitación.

5. Instrumentación.

INDRHI ejecuta un programa de rehabilitación de instrumentos que deberá concluir proximamente. Además ha instalado recientemente piezómetros en el estribo derecho y está en vias de instalar otros en la cortina. En adición a lo anterior, el Ing. Carl Andersson, consultor del INDRHI, quien también examinó este tema recientemente, ha recomendado adicionar piezómetros en los estribos y en el espaldón aguas abajo de la presa y la instalación de un aforador para medir el caudal total de filtraciones en el antiguo conducto del desague de fondo.

6. Desagüe Auxiliar en la Central Hidroeléctrica.

Se ha confirmado con los planos de la Central Hidroeléctrica y con levantamientos en la obra de dimensiones disponibles, la factibilidad de instalar un desagüe auxiliar adicional en dicha Central. Además, el fabricante de las válvulas y turbinas instaladas ha confirmado, por otra parte, que la instalación de un segundo desagúe auxiliar no presenta inconveniente para los equipos e instalaciones existentes. Se recomienda confirmar factibilidad de instalación de válvula de mayor diámetro disponible en obra.

7. Obra de Toma de la Hidroeléctrica.

La instalación de rejillas de acero adicionales en el trípode de hormigón construido sobre la obra de toma, dificultaría sensiblemente las eventuales operaciones de buzos en esta estructura. Se propone una regla de operación sencilla, con la cual se entiende se puede evitar el problema del ocasional paso indeseado de trozos de madera a la turbina sin construir estas rejillas y se sugiere una formula para verificar la validez de lo recomendado. Se recomienda que el personal en obra haga en estos momentos (con el lago bien bajo) correcciones menores a las rejillas existentes y eliminar completamente de las partidas de licitacion las correspondientes a la obra de toma.

8. Acceso y Reconstrucción del Tramo Final del Conducto del Antiguo del Desague de Fondo.

Se propone construir una estructura de hormigón armado con escaleras metálicas, para proveer acceso al conducto del antiguo desague de fondo. En cuanto al tramo final que muestra inestabilidad en el techo, se verificó que las deficiencias se extienden más allá de lo identificado originalmente. Se entiende que se debe considerar una alternativa a la solución concebida preliminarmente, la cual no ha podido ser evaluada en el tiempo disponible. Para esta porción se incluyen los costos estimados preliminarmente.

9. Obras de Control de Erosión y Protección de Taludes.

En el lado derecho del estanque disipador se propone construir los rellenos detrás del muro conforme al diseño original y las obras de amortiguamiento y canalización de las aguas requeridas para llevarlas finalmente hasta el río. En cuanto a la protección de taludes se ha contemplado la reparación de las zonas con fallas de la gunita, el reforzamiento de los gaviones parcialmente abiertos pero en buen estado general y la sustitución de algunos que están ya en mal estado. En las otras areas se construirán cunetas en las bermas, en la coronación y en las bases de algunos cortes, y se recubrirá la superficie con la vegetación natural de la zona.

E. Costo.

El cálculo de los costos de los trabajos propuestos, incluyendo los estudios y diseños, ingeniería y supervisión, pero sin incluir administración, imprevistos y escalamientos, arrojó un valor total de RD$ 94,419,425. Este monto, a la tasa actual de cambio de 12.5 RD$ por 1 US$ equivale a US$7,553,554.

F. Estudios y Diseños.

Se recomienda presentar al Panel de Consultores del INDRHI el proyecto propuesto y consultar otros especialistas para precisar algunos de los trabajos indicados antes de la licitación. Los ajustes requeridos al proyecto serán realizados por el INDRHI.

IV. ORGANIZACION INSTITUCIONAL

INDRHI es la institución llamada a administrar todo lo relativo a la ejecución de los trabajos propuestos para la complementación la Presa de Sabaneta y sus obras auxiliares.

V. EJECUCION.

Para la ejecución de los trabajos se contratará a una empresa constructora seleccionada por medio de licitación pública internacional. Igual procedimiento se seguirá para la selección de la firma consultora que realice la supervisión de la construcción.

I. INTRODUCCION

A. Antecedentes

En junio de 1971, el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI), firmó un contrato con la firma de Ingenieros Consultores Hanson-Rodríguez S. A, para realizar los estudios y diseños con fines de construcción de la Presa de Sabaneta en la provincia de San Juan de la Maguana. Estos estudios y diseños definitivos, los cuales incluían los planos y especificaciones para la construcción, fueron entregados al INDRHI en octubre de 1973.

Posteriormente, el Gobierno Dominicano creó la Corporación de Sabaneta con la finalidad de que administrara todo lo relativo a la construcción de esta obra. La firma que realizó los diseños, Hanson-Rodríguez S. A, fué contratada para supervisar los trabajos de construcción en enero de 1975 y la firma española Obras y Construcciones Industriales S. A, (OCISA), contratada para construir la obra en noviembre de 1974, dió inicio oficialmente a sus trabajos en febrero de 1975.

La firma supervisora participó en la obra solamente hasta diciembre de 1979, a pesar de que la construcción prosiguió, siendo inaugurada la obra en junio de 1981, aunque algunos importantes trabajos no habían sido terminados.

A finales de 1981, la firma consultora Hanson-Rodríguez S. A. participa de nuevo por un corto período y elabora un informe, de fecha marzo de 1982, titulado "Informe de la Inspección Final de la Construcción", donde se describen los trabajos faltantes requeridos para llevar la obra a condiciones adecuadas para su operación y para garantizar su seguridad.

De la lista de trabajos indicados en el informe citado en el párrafo precedente, muy poca cosa había sido realizada antes de enero de 1986. En esa fecha, en uno de los túneles se produjo una irrupción de agua del orden de 300 l/seg, a través de roturas y grietas en el revestimiento y con arrastre de material del estribo, lo cual provocó gran preocupación a las autoridades. Este incidente determinó que se bajara el embalse, perdiéndose en esa ocasión unos 50 millones de m^3 de agua almacenados, justamente cuando su valor era máximo, debido al inicio del período de estiaje.

El túnel afectado alojaba originalmente la tubería de presión, pero esta fue dañada en casi toda su extensión por las aguas de la crecida que produjo el Huracán David a finales del mes de agosto de 1979. Esta tubería fue removida y este proceso de extracción deterioró en muchos sitios el hormigón simple que revestía este blindaje de acero y las cintas impermeabilizantes de PVC. Como no se restituyó esta tubería, elemento estructural e impermeabilizante, a través de las grietas comenzó a infiltrarse agua desde el estribo, ampliándose al cabo de esos cinco años de operación del embalse hasta producir el incidente referido.

Con motivo del problema de filtraciones señalado, el Gobierno Dominicano ordenó, inicialmente a través de la Corporación Dominicana de Electricidad (CDE), la ejecución de trabajos de inyecciones y otros para corregir estas filtraciones y poder operar el embalse de nuevo. Una primera fase de estos trabajos fué concluida en noviembre de 1986, restaurándose la operación del embalse.

En los años siguientes se operó con limitaciones impuestas al nivel máximo de operación, a la vez que se continuaba con trabajos de inyecciones desde los túneles del vertedero y de desvío. Durante la ejecución de esos trabajos se evidenciaron algunas otras deficiencias no detectadas con anterioridad, lo que generó otros trabajos, principalmente de reforzamiento de las estructuras del túnel de desvío. Actualmente, estos trabajos son ejecutados directamente por el INDRHI y están en fase final de ejecución, esperándose que concluyan en unos pocos meses.

B. Propósitos de la Consultoría

El objetivo de la consultoría presente es elaborar un proyecto para la complementación de la Presa de Sabaneta, que incluya planos y especificaciones que permitan hacer un llamado a licitación y determinar los costos de estos trabajos.

Estos estudios y diseños de trabajos faltantes, se realizarán siguiendo las recomendaciones del Panel de Consultores del INDRHI contenidas en los informes correspondientes a sus visitas a la obra en el pasado y respetando los criterios del diseño original; expresados en los planos, especificaciones e informes de 1973 y en los planos modificados preparados también por Hanson-Rodriguez S. A. durante el período de construcción. Se dará especial consideración además, a los señalamientos y recomendaciones contenidas en el "Informe de la Inspección Final de la Construcción", elaborado por dicha Consultora con fecha marzo de 1982 y se procurará incluir los planos y especificaciones del diseño original, en los casos en que no haya que hacer adaptaciones debido a variaciones obligadas por la situación actual.

C. Organización y Cronograma

Para realizar los estudios, diseños y presupuestos de los trabajos contemplados dentro de esta consultoría, se organizó un equipo que laboró bajo la supervisión técnica y coordinación general del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI). Este equipo, en adición al supervisor técnico y coordinador general del INDRHI, estuvo compuesto por cinco especialistas y un coordinador, distribuyéndose los componentes de la obra según las especialidades.

El equipo estuvo compuesto por:

1) Ing. Supervisor Técnico y Coordinador General del INDRHI
2) Ing. Coordinador
3) Ing. de Topografía y Diseño de Obras Viales.
4) Ing. de Obras Hidráulicas.
5) Ing. de Obras Hidromecánicas.
6) Ing. de Obras Civiles
7) Ing. de Costos.

A continuación se presenta la tabla donde se describen los trabajos y se indica el especialista que se ocupó de los mismos. Después de esta se incluye la lámina que contiene el Cronograma de Actividades.

LISTA DE TRABAJOS A COORDINAR

No.	DESCRIPCION DEL TRABAJO	CONSULTOR RESPONSABLE
1	CAMINO DE ACCESO A LA PRESA Y NIVELACION DE LA CORONA.	TOPOGRAFIA Y OBRAS VIALES
2	CANALIZACION PARA LAS AGUAS DEL VERTEDERO DE EMERGENCIA.	OBRAS HIDRAULICAS/TOPOGRAFIA
3	HORMIGONADO DE LA SUPERFICIE DEL VERTEDERO DE SERVICIO, INCLUYENDO CORRECCION DEL ANILLO.	OBRAS HIDRAULICAS
4	REPARACION DEL DISIPADOR INCLUYENDO LOS DIENTES Y LA ADECUACION DEL CANAL DE SALIDA.	OBRAS HIDRAULICAS
5	CONSTRUCCION DEL DIQUE FUSIBLE EN EL VERTEDERO DE EMERGENCIA.	OBRAS HIDRAULICAS
6	ENROCAMIENTO DE AGUA ABAJO DE LA SECCION DE CONTROL DEL VERTEDERO DE EMERGENCIA.	OBRAS HIDRAULICAS
7	INSTALACION CONTROL REMOTO PARA VALVULA MARIPOSA Y REUBICACION DE TUBERIA DE TOMA PARA EL LIMNIGRAFO.	OBRAS HIDROMECANICAS

8	INSTALACION DE REJILLAS ADICIONALES EN LA OBRA DE TOMA DE LA HIDROELECTRICA EN LA ZONA DEL TRIPODE SUPERIOR.	OBRAS HIDROMECANICAS
9	CONSTRUCCION DE ACCESO MEDIANTE POZO VERTICAL, PARA CONECTAR EL CONDUCTO DE DESAGÜE DE FONDO, A LA TERRAZA EXTERIOR.	OBRAS HIDROMECANICAS
10	INSTALACION DE LA VALVULA DE CHORRO DIVERGENTE (HOWELL BUNGER), Y MARIPOSA EN LA CENTRAL.	OBRAS HIDROMECÁNICAS
11	DRENAJES DE CONTROL DE EROSION EN LA LADERA DERECHA DEL DISIPADOR.	OBRAS CIVILES
12	RECONSTRUCCION DE TECHO DEL TRAMO FINAL DEL CONDUCTO DE DESAGÜE DE FONDO.	OBRAS CIVILES
13	INSTALACION DE LA INSTRUMENTACION PARA EL CONTROL DE LA PRESA.	OBRAS CIVILES
14	REPARACION DE LA CORAZA DE PROTECCION (GAVIONES) EN CORTES DE LA ZONA DE LA OBRA DE TOMA.	OBRAS CIVILES
15	GUNITADO DE LOS CORTES (TALUDES) EN AREAS DEL PORTAL DEL TUNEL VERTEDERO.	OBRAS CIVILES

D. Relación con el PRODAS

Esta consultoría esta enmarcada dentro del equipo conformado para "Complementación de Infraestructura Esencial", el cual está compuesto por:

a) Complementación de la Presa de Sabaneta.

b) Complementación de riego y drenaje en margen izquierda.

c) Recuperación de suelos en margen derecha.

II. MARCO DE REFERENCIA

A Introducción

Como se ha señalado en los Antecedentes en el Capítulo I, desde la época en que se comenzó a explotar la Presa de Sabaneta, ya se había identificado una serie de trabajos que debían ejecutarse para asegurar que esta obra pudiera operar adecuadamente y con niveles de seguridad tales como los exigidos para este tipo de obra. Posteriormente, en visitas realizadas por el Panel de Consultores de INDRHI con motivo de los trabajos de inyecciones y hormigonado en los túneles, los cuales se han ejecutado en el pasado reciente, otras recomendaciones o precisiones fueron añadidas.

Entre los trabajos faltantes destacan los requeridos en los vertederos y en la presa misma, puesto que la integridad y el funcionamiento adecuado de los mismos es esencial para garantizar la seguridad de muchos moradores de la zona aguas abajo de la obra. Ante todo hay que garantizar la integridad de la presa frente a cualquier evento al cual pudiera estar sometida la obra, pues el colapso de la misma acarrearía consecuencias sumamente trágicas, en adición a las grandes pérdidas económicas que se producirían tanto en la obra misma, como en la zona aguas abajo de ella y en su área de influencia. El funcionamiento satisfactorio de los vertederos, por otra parte, está íntimamente asociado a la seguridad de la presa, pues, como se sabe, los mismos son concebidos y dimensionados para que desalojen los excedentes de las crecidas no ordinarias que eventualmente entrarán al embalse, asegurando que los niveles de las aguas en el lago no suban por encima de la corona de la presa.

Auscultar la presa con regularidad es práctica importante, pues permite conocer como se están comportando los componentes vitales de la obra. De esta manera se puede detectar oportunamente cualquier anormalidad, permitiendo que se tomen a tiempo las medidas correctivas de lugar. Por tanto, adecuar el sistema de instrumentación, es otro de los trabajos señalados que está también ligado al interés de garantizar la seguridad. Otros trabajos tales como los requeridos para aumentar la capacidad de descarga de la obra mediante la instalación de un desagüe auxiliar en la Central Hidroeléctrica, están también asociados a la seguridad de la obra. Al contar con este desagüe auxiliar, se recuperaría capacidad para hacer descender el nivel del embalse más rápidamente, en caso de que se detecte algún funcionamiento anormal.

Como se podra apreciar, la mayor parte de las deficiencias o necesidades que se han identificado y señalado en el pasado, tienen que ver principalmente y en mayor o menor medida con la seguridad de la obra. Sin embargo, el fallo parcial o total en algunas de las áreas señaladas induciría, además, interrupciones y/o limitaciones que produzcan, como en el pasado, ineficiencias y pérdidas económicas significativas. A continuación, en las secciones siguientes, se presentan diagnósticos por separado de cada uno de los componentes que se entiende hay que intervenir.

B. Vertederos

1. Generalidades

La obra cuenta con dos vertederos para evacuar los excedentes de las crecidas que lleguen al embalse. Uno es un vertedero de pozo, ubicado en el estribo derecho, con obra de entrada circular en planta del tipo denominado "Morning Glory", conducción a través de un túnel de 9 metros con revestimiento de hormigón armado y estanque amortiguador. A través de este vertedero se desaguarán las crecidas ordinarias, entendiéndose que sus componentes deben manejarlas sin que se produzcan daños y se le denomina "vertedero de servicio". La curva de descarga de este vertedero se muestra en la Lámina No. 1, la cual ha sido tomada del Informe

de la Inspección Final de la Construcción, de marzo de 1982, preparado por Hanson-Rodriguez S. A.

El otro vertedero está ubicado en el estribo izquierdo y consiste esencialmente en una excavación, con sección de control de 130 m de longitud revestida de hormigón armado anclado en la roca. Sobre esta sección de control se proyectó colocar un dique fusible. Este es llamado vertedero de emergencia, y está diseñado para operar cuando ocurran crecidas que produzcan descargas mayores que 800 m^3/seg. Su funcionamiento, a diferencia del vertedero de servicio, producirá erosiones sobre todo en la cañada aguas abajo de la sección de control y provocará la pérdida del dique fusible. La curva de descarga de este vertedero se presenta en la Lámina No. 2 la cual también se ha tomado del informe citado en el párrafo precedente.

La función del dique fusible es impedir que el vertedero de emergencia opere con mucha frecuencia. Este elemento permite que las aguas en el embalse asciendan en alguna medida sin que se descargue por este vertedero; pero está diseñado para ser destruido y arrastrado por las aguas en caso de eventos de gran magnitud, asegurando así una gran capacidad de desagüe que garantice que las aguas no alcancen la corona de la presa.

2. Vertedero de Servicio

Las aguas que se descarguen por este vertedero podrían alcanzar velocidades de hasta 28 m/seg, por lo cual se requiere que la superficie de hormigón esté libre de irregularidades, para evitar que se produzca el fenómeno de cavitación, el cual podría destruir no sólo el revestimiento de hormigón, sino además la roca subyacente. En este tipo de obra, se especifican tolerancias estrictas en la terminación del hormigón e inclusive un pulido de la superficie. Además, las prácticas normales de mantenimiento, reclaman la remoción de materiales que se depositen en la superficie (tales como carbonato cálcico u otros) y el pulimento, por lo menos una vez al año, antes de la época en que haya mayor probabilidad de vertidos.

En toda la longitud del vertedero de servicio se aprecian irregularidades: daños a la superficie del hormigón del piso (aparentemente erosión durante el Huracán David); elementos proyectando por encima de la superficie (tales como tuberías, escaleras, barras, depósitos de carbonato cálcico); desviaciones y defectos constructivos y otros.

Por otra parte, según ha sido comprobado, la inclusión de aire en el flujo mitiga los efectos de cavitación del agua. El modelo hidráulico a escala reducida del vertedero de servicio de la Presa de Sabaneta, mostró que las descargas se producen con bastante aire incluido mientras la obra de entrada no funcione ahogada; esta condición de ahogamiento de la entrada se produce cuando las aguas del embalse sobrepasan 3.5 m el nivel de la cresta del vertedero (ver Lámina No.1). Sin embargo, para que sea efectivo, es esencial que el aire se encuentre a niveles bajos en el flujo - en contacto con la superficie de hormigón -, lo cual es difícil de mantener a lo largo del trayecto del flujo, por la tendencia permanente del aire a ascender hasta la superficie y escapar.

Para asegurar la presencia de aire hasta el codo en los niveles bajos del flujo, la supervisora diseñó, durante la construcción y con confirmaciones en el modelo hidráulico, un anillo de ventilación colocado aguas arriba de dicho codo. Un deflector construido en la superficie inferior del túnel, inmediatamente aguas arriba de este anillo, asegura que las aguas salten sobre la ranura de aireación y extraigan de ella aire y lo incorporen al flujo.

Las modificaciones al diseño original realizadas por la Consultora al vertedero de servicio, las cuales fueron verificadas en el modelo hidráulico, incorporen el conocimiento que hasta la

fecha se tenía del funcionamiento de este tipo de estructuras. Sin embargo, con el paso de los años, experiencias adicionales en obras de otros países arrojan nueva información, la cual seguramente induce al Panel de Consultores de INDRHI, a recomendar se considere añadir otros anillos de ventilación al vertedero de Sabaneta (ver informe del Panel de Consultores del 8 de marzo de 1991, pág. 11).

Como se aprecia en las consideraciones indicadas arriba, se entiende que es necesario rehabilitar la superficie del Vertedero de Servicio y construir en el túnel algunos anillos de ventilación adicionales para que este vertedero opere con seguridad.

Por otra parte, hay evidencias de que el estanque disipador tiene materiales depositados por debajo de la superficie del agua. Es importante que se remueva todo material duro, pues la presencia de rocas, cantos rodados o escombros, podría ocasionar deterioros en la superficie del hormigón cuando funcione el vertedero. Esta estructura produce el llamado 'salto hidráulico' para disipar la energía de las aguas descargadas y en esta condición las rocas, escombros, etc., pueden quedar circulando en un plano vertical (paralelo al eje del disipador) sin escapar, convirtiéndose así en una especie de molino que erosiona la superficie de hormigón.

La limpieza total del estanque, incluyendo los materiales finos (sedimentos, etc.), permitiría además inspeccionar toda la superficie de la estructura, incluyendo los dientes, lo cual no pudo realizar la Consultora en 1981/1982.

La zona del río aguas abajo del estanque disipador y de la central, alcanzando hasta un poco aguas abajo del dique derivador, necesita obras de protección y trabajos de adecuación indicados en los diseños originales, los cuales no han sido realizados. Estos trabajos son necesarios para asegurar que no se desborden las aguas en esta zona cuando opere el vertedero de servicio y para proteger la margen izquierda hasta el dique, evitando la socavación y pérdida de los taludes.

El dique derivador fué considerado como sección de control en el río y el funcionamiento hidráulico del disipador ha sido proyectado con base en este punto, así que la conservación del canal del río y sus márgenes, además del dique, son importantes para que el estanque amortiguador funcione como fué concebido. Con el mismo propósito, será necesario remover un badén construido aguas abajo del dique derivador, debido a que los aproches de este y el mismo, reducen la capacidad de descarga del dique.

3. Vertedero de Emergencia

El dique fusible concebido en el diseño original no fué construido, con lo cual se permitió que la superficie del hormigón sobre la cual descansaría, fuese utilizada como parte de la vía de acceso que conduce a la corona de la presa.

La falta del dique fusible implica que el vertedero de emergencia operaría durante la ocurrencia de crecidas de períodos de retorno mucho menores que lo proyectado por la Consultora. El diseño original dimensionó el dique fusible para que este fuera roto únicamente por crecidas que produzcan descargas superiores a 800 m^3/seg. Sin el dique fusible, descargas tan sólo mayores de 300 m^3/seg provocarían el desagüe a través del vertedero de emergencia lo cual, como se señaló antes, produciría erosiones en la cañada aguas abajo de la sección de control y en el valle. Esto implicaría admitir daños y reparaciones en esta parte de la obra con mayor frecuencia que lo concebido en el diseño original.

Hasta la fecha el vertedero de emergencia no ha funcionado, a pesar de que la obra se ha estado operando por algo más de 10 años sin contar con el dique fusible, pero en este hecho afortunado puede haber influido mucho el hecho de que el embalse ha sido operado una parte de esos 10 años, con restricciones en cuanto al nivel máximo de operación del embalse.

Otro aspecto de importancia relativo a los trabajos faltantes asociados a un funcionamiento adecuado del vertedero de emergencia, es la canalización o adecuación del valle desde el encuentro de este con la cañada hasta el río. Estos trabajos fueron indicados en el diseño original, con la finalidad de restituir las aguas que descargue este vertedero a su curso natural en el valle.

En la actualidad la topografía del área es muy diferente a la existente en el momento en que la consultora realizó sus diseños. Existen caminos de construcción y depósitos de materiales que obstaculizan la salida de las aguas y en otras zonas existen depresiones en el terreno, producto de excavaciones efectuadas en areas que, aparentemente, fueron aprovechadas como minas de préstamo.

Por otra parte, numerosas viviendas han sido emplazadas en el valle en las proximidades de lo que debe ser el curso de las aguas descargadas por el vertedero de emergencia. Estas viviendas están expuestas a ser alcanzadas eventualmente por las aguas, pero las condiciones actuales descritas arriba, con seguridad aumentan la peligrosidad y la probabilidad de ser afectadas.

En otro orden, conviene mencionar que en general la condición de los taludes en las zonas donde se realizaron los cortes en el vertedero de emergencia, muestran deterioros producidos por el escurrimiento de las aguas de lluvia sobre superficies desprotegidas. En adición a la desnudez que se aprecia en los cortes de esta zona (y en general en todas las áreas del proyecto cuyas superficies fueron alteradas por trabajos), es llamativo el hecho de que no se construyeron los enrocamientos indicados en el diseño original. Estos enrocamientos fueron concebidos para protejer algunas zonas -donde fluirán las aguas de descargas-, cuya conservación se consideró importante. Esto es, en el canal de entrada y hasta cierta distancia aguas abajo de la sección de control.

Por último, queremos referirnos a unas instalaciones que fueron construidas sobre el canal excavado inmediatamente aguas abajo de la sección de control del vertedero de emergencia. Estas instalaciones fueron construidas en el entendido de que tienen caracter provisional, según se nos ha informado y se contempla reubicarlas próximamente. Al estar ubicadas en una zona donde fluirán las descargas del vertedero de emergencia, estas instalaciones están expuestas a ser barridas. Aunque la frecuencia con que operaría el vertedero de emergencia se reduce con la construcción del dique fusible, la severidad del impacto de las aguas aumenta, debido a que la rotura del mismo provocaría la descarga súbita de un volumen mucho mayor de agua. Por tal razón se recomienda realizar esta reubicación tan pronto como sea posible.

C. Vías de Acceso en la Obra

La construcción del dique fusible referido en las secciones II.B.1 y II.B.3, interrumpirá el acceso principal a la presa disponible en este momento desde la margen izquierda. Por otra parte, deberá removerse el badén (ver sección II.B.2) que actualmente conecta la margen derecha con el valle a unos metros aguas abajo del dique derivador del canal José Joaquín Puello y además, antiguos caminos de construcción en el valle (inmediatamente aguas abajo de la presa), muy utilizados por los moradores de las comunidades vecinas, serán afectados por los trabajos de canalización o adecuación del valle para el manejo de las descargas del vertedero de emergencia (ver sección II.B.3).

Como puede apreciarse, debe examinarse el tema de las vías de acceso en el área de la obra y reformularse de conformidad con los trabajos de complementación de la presa que se contempla realizar.

D. Cortina.

El enrocamiento colocado en el paramento aguas arriba de la cortina, en la parte superior de ésta, fué construido con piezas pequeñas de peso insuficiente para resistir el oleaje que se ha estimado podría producirse y batir sobre la superficie de la presa. La especificaciones reclamaban piezas de mayor tamaño, pero el material colocado no cumple con las mismas.

Es de vital importancia contar con un enrocamiento adecuado en las presas de tierra, como la de Sabaneta, para evitar que el oleaje desplace este elemento de protección y socave entonces los materiales más finos de que están compuestos las otras zonas de terraplén. La seguridad de un componente tan importante como es la cortina, cuyo fallo tendría consecuencias catastróficas, podría depender del enrocamiento, en caso de que se produjeran fuertes vientos al tiempo que las aguas en el embalse estuvieran altas. Estas condiciones podrían presentarse con el paso de huracanes.

Este tema fué excluido de la lista original de trabajos a ser cubiertos dentro de la consultoría del Proyecto PRODAS, a pesar de haber sido recomendado por el Panel de Consultores de alto nivel que asesoró a la Consultora en 1981/1982, al entender el INDRHI que era materialmente imposible realizar los estudios geológicos y de prospección, así como las pruebas de laboratorio requeridas para identificar las minas para el enrocamiento, dentro del corto plazo contemplado para esta consultoría. Sin embargo, debido a la importancia para la seguridad de la obra y de las vidas humanas aguas abajo, queremos resaltar la necesidad de que se provea a la obra de un enrocamiento adecuado, para lo cual debe hacerse una provisión de fondos, fundamentada en la mejor estimación de costos que pueda hacerse en estos momentos.

E. Instrumentación.

Información proveniente del período final de la construcción y el informe de la Supervisora de marzo de 1982, hacen referencia a la erraticidad de las lecturas de algunos de los dispositivos instalados con el fin de auscultar la obra. Se entendía desde entonces que algunos de estos instrumentos estaban dañados. Con el paso del tiempo, debido al abandono durante varios años de las lecturas y como consecuencia además de la pérdida de los cabezales de protección, otros instrumentos han sido afectados.

Es importante que mediante un programa de trabajos se procure rehabilitar los instrumentos que sea posible y que se instalen otros, con el fin de contar con un sistema capaz de detectar a tiempo anormalidades en el funcionamiento de los componentes principales de la obra, lo cual permitiría tomar oportunamente las medidas correctivas de lugar.

Por otra parte, es oportuno mencionar que para el control de los trabajos de inyecciones que el INDRHI ha realizado en los últimos años, se instalaron y se leen regularmente, algunos instrumentos que serán de utilidad en el futuro y deberán formar parte del conjunto total de instrumentación.

F. Desagüe Auxiliar en la Central Hidroeléctrica

Durante la ejecución de la primera fase de los trabajos para el control de las filtraciones, que se realizaron en el segundo semestre del año de 1986, se hormigonó una porción del túnel a través del cual debían desalojarse las aguas de las descargas de un desagüe de fondo auxiliar existente.

La decisión de anular este desagüe fue adoptada por las autoridades en aquella ocasión, después de considerar las recomendaciones del Panel de Consultores. El Panel Consultores hizo referencia

además, a la posibilidad de instalar las válvulas de este desagüe en la Central Hidroeléctrica, si estas fueran rescatadas.

Los trabajos de rescate de las válvulas fueron exitosos, recuperándose no sólo la válvula de regulación de chorro divergente (Howell-Bunger), sino además la válvula mariposa de guarda. Esta última no está disponible, sin embargo, pues fué prontamente utilizada por la CDE para atender una necesidad urgente en una de sus plantas.

La capacidad de desagüe de esta obra es en la actualidad inferior a lo que fué proyectado y esta deficiencia, que puede demostrarse con un examen de los registros históricos de las aportaciones disponibles, se hizo notoriamente evidente en octubre de 1987 cuando por segunda vez se quiso hacer descender el nivel del lago con celeridad.

En la Central Hidroeléctrica existe un espacio disponible para la instalación de una segunda unidad turbogeneradora. Este esquema para dos unidades, adoptado por la Corporación de Sabaneta, fué sugerido a la misma por el Contratista, modificando así la concepción original de la firma diseñadora. La instalación de esta segunda unidad ha sido considerada en diferentes épocas, por otra parte, pero los estudios respectivos efectuados en esas ocasiones por CDE, INDRHI o la Consultora, han arrojado siempre la conclusión de que no era recomendable hacerlo.

En vista de las consideraciones antes señaladas, se ha sugerido la instalación de estos componentes en el espacio disponible en la central, para añadir capacidad de desagüe a la obra, lo cual podría ser muy importante en alguna ocasión.

G. Control Remoto para la Válvula de Cabecera de la Tubería de Presión

Al describir los antecedentes en la sección I.A, se hizo mención de la pérdida de prácticamente la totalidad de la tubería de presión, (la cual estaba alojada en un túnel que se desarrollaba a una cota por debajo de los túneles de desvío y del vertedero), durante la ocurrencia del Huracán David. La solución adoptada con posterioridad a este fallo, fué de alojar el primer tramo horizontal de la nueva tubería, en una cámara que se formó en el interior del que originalmente funcionó como túnel de desvío. En su segundo tramo, la tubería discurre embebida en el revestimiento de un nuevo túnel que se construyó paralelo al túnel del vertedero, a unos metros a la izquierda de éste. El tramo final hasta la Central se desarrolla embebido en hormigón, por debajo del relleno colocado a la izquierda del estanque disipador y en las proximidades de la Central.

El Panel de Consultores ha recomendado en más de una ocasión, que se provea de un control remoto a la válvula mariposa que está ubicada en la cámara del túnel de desvío, en el extremo aguas arriba de la tubería de presión. Este control remoto, señalan, deberá ser ubicado en el tope de la galería de acceso a esta cámara y deberá permitir el cierre de esta válvula, interrumpiendo el flujo, en caso de que se produjera una rotura de la tubería de presión, la cual, debido a las modificaciones requeridas, se encuentra ahora descubierta dentro de la cámara del túnel de desvío. Como se puede apreciar, una rotura de la tubería de presión en el tramo citado, inundaría la cámara, haciendo imposible llegar a los controles de la válvula, los cuales se encuentran actualmente a este nivel.

En adición a este control remoto y por razones de seguridad en el caso de una rotura como la indicada, el Panel de Consultores ha recomendado la instalación de una puerta de seguridad y el cierre de varias aberturas en esta cámara del túnel de desvío.

Otros trabajos indicados en esta área también por razones de seguridad, consisten en la instalación de sistemas de ventilación para la remoción de gases peligrosos y el taponamiento de las tuberías

que alimentan actualmente al limnímetro. El abandono de estas tuberías, implicará el empleo de un sistema diferente para registrar las elevaciones del embalse.

H. Obra de Toma de la Hidroeléctrica

Durante la operación del grupo turbogenerador de la Central de Sabaneta, cuando los niveles del embalse se encuentran muy bajos, ha ocurrido, en algunas ocasiones, que algunos pedazos de madera logran evadir las rejillas verticales de la obra de toma y llegan hasta la turbina, afectando el funcionamiento de la misma. Este inconveniente, aunque no parece ser grave, provoca el pero de la turbinación y todos los trabajos de desagüe del desfogue y remoción del elemento que ha quedado obstruido. Se ha recomendado estudiar el problema y procurar corregirlo.

I. Acceso y Reconstrucción del Tramo Final del Conducto del Antiguo Desague de fondo.

Para permitir el acceso al conducto del antiguo desagüe de fondo, durante la ejecución de los trabajos de hormigonado y de conducción y control de filtraciones que se realizaron a partir de 1987 en dicho conducto, se creó una vía de acceso con entrada desde la superficie exterior, a la izquierda del disipador y a corta distancia de la Central Hidroeléctrica. Para producir este acceso se removió parte del relleno existente hasta llegar al techo de dicho conducto, donde se abrió una abertura. A través de este acceso, circularon a partir de entonces los obreros y se introdujeron formaletas, equipos, etc.

El acceso original, ubicado en la cámara del túnel de desvío en la proximidades de su extremo de aguas arriba, había quedado inhabilitado al hormigonar una porción del conducto del antiguo desagüe de fondo (ver sección II.F). Para llegar al interior de este conducto, sólo se utilizaba entonces un paso muy incómodo, creado a través de una tubería de riego provisional (de 70 cm de diámetro) ya en desuso. Este último paso deberá ser cerrado, conforme a las recomendaciones del Panel de Consultores (esta es una de las aberturas a cerrarse señaladas en la sección II.G), por lo cual ha sido recomendado dar condición de estructura permanente al acceso provisional existente.

Por otra parte, en su tramo final, el conducto del antiguo desagüe de fondo no ha sido reforzado, como se ha hecho con las porciones ubicadas más aguas arriba, durante los trabajos reali-zados recientemente. Una porción de éste tramo final, contigua al acceso provisional existente, evidencia deficiencias notorias en algunas zonas.

En primer lugar, es llamativa una sección donde la superficie inferior del techo del conducto se proyecta hacia abajo. Al parecer, durante el vaciado del hormigón de este sección cedieron los puntales que sostenían las formaletas (construidas a base de planchas "Bernold"). Este hormigón debía demolerse prontamente y construirse de nuevo pero se dejó en su sitio.

Estos elementos estructurales, sobre los cuales descansa un relleno de varios metros, al parecer dieron muestras de su debilidad cuando en la proximidades circularon camiones llevando los agregados y el cemento para los trabajos de construcción realizados últimamente. En esa ocasión se reportó la aparición de grietas; lo cual provocó que se despertaran temores sobre la seguridad de los obreros y técnicos que por allá circulaban y determinó que se apuntalara con perfiles metálicos la porción que se consideró más crítica.

En adición a las deficiencias antes indicadas, en visitas recientes se ha apreciado la socavación de los muros laterales, en la zona que está en contacto con el agua. Además, se ha reportado que no fué construido el piso de este conducto y que en esta zona fluye abundantemente agua de filtraciones del estribo.

Es importante, entendemos, que se refuerce este tramo del conducto del antiguo desagüe de fondo a fin de garantizar su integridad estructural. Existen varias razones para considerar importante esta conducto. En primer lugar, sobre un tramo de él cruza la tubería de presión que alimenta la Central Hidroeléctrica, la cual es ahora la única vía que permite la extracción controlada de caudales del embalse. Además, este conducto actúa ahora como galería de drenaje a través de la cual se descargan las aguas de las filtraciones y por otra parte, es a través de este tramo cuya seguridad estructural se cuestiona, por donde se contempla proveer acceso a las salidas de las aguas de las filtraciones, para inspección y medida regular de los caudales individuales de las mismas.

J. Obras de Control de Erosión y Protección de Taludes

En el lado derecho del estanque disipador del vertedero de servicio se alteró el curso natural de una cañada, con los cortes que se realizaron para poder emplazar esta estructura en el lugar proyectado, pero no se construyeron medios para amortiguar la energía de las aguas de este cañada, que ahora caen desde cierta altura, ni tampoco se canalizaron estas aguas detrás de la pared derecha del disipador.

Para evitar el progresivo deterioro en esta zona es necesario construir estos elementos y además se aprecia que detrás del muro derecho no se ha colocado el relleno en toda la extensión del mismo, hasta la altura que fué proyectado en el diseño original. Esto último es importante, pues los muros se diseñaron para contar con la resistencia pasiva de estos rellenos, cuando sean sometidos al empuje de las aguas desde la otra cara del muro. Esta condición se presentará cuando funcione el estanque disipador, debido a la descarga a través del vertedero de servicio de las aguas de las grandes crecidas.

Por otra parte, en muchas áreas de la obra hay signos de deterioro de la superficie de los taludes cortados e inclusive en zonas donde se cuenta con elementos de protección tales como gunitado con malla o gaviones, estos mismos elementos revelan deficiencias en algunas áreas. Será importante pues, para poder conservar a largo plazo estas superficies y proteger las obras contiguas que se han construido, que se hagan las reparaciones en los lugares que proceda, y que se tomen además las medidas para estabilizar las superficies de los taludes que actualmente están desprotegidas.

III. LAS ACCIONES PROPUESTAS

A. Estrategia y Dimensionamiento

El diseño original se fundamentó en criterios definidos sobre los grados de seguridad para los cuales se debían dimensionar los diferentes componentes de la obra, tomando en cuenta la probabilidad de los eventos, los niveles de deterioro que podrían producirse y los risegos o consecuencias inherentes a estos deterioros o fallos . En algunos casos se exije seguridad total aún para el evento mayor estimado, como es el caso de la cortina, mientras que en otros se admite que durante la ocurrencia de eventos de cierta magnitud o período de recurrencia, se puedan producir determinados niveles de daños. Estos criterios están presentados en el "Informe Técnico No. 3, Diseños Hidráulicos" de fecha marzo de 1973, preparado por la Consultora.

Los diseños contemplados dentro de esta consultoría se han realizado respetando completamente estos criterios.

B. Objetivos y Metas

Los trabajos de complementación de la Presa de Sabaneta contemplados, tienen evidentemente diferentes grados de importancia. Algunos, como se ha explicado en el Capítulo II, tienen extrema importancia, pues se necesitan para dar a la obra condiciones adecuadas de seguridad y otros son importantes para asegurar una operación eficiente o evitar el deterioro progresivo de la obra.

El fallo de algún componente vital de una obra de envergadura como esta, podría llegar al extremo de provocar una catástrofe, por una parte, mientras que el mal funcionamiento de otros podría generar ineficiencias o pérdidas económicas de importancia. La presente propuesta está orientada con la específica finalidad, de que se lleve esta importante obra a condiciones que garanticen su seguridad y que permitan a la vez una explotación adecuada, sin interrupciones o limitaciones que produzcan, como en el pasado, pérdidas económicas significativas.

Los trabajos recomendados, los cuales son detallados en la sección D de este capítulo, se pueden agrupar de la manera siguiente:

a) Complementación y adecuación de los vertederos.

b) Construcción de porción del enrocamiento de la cortina .

c) Complementación de la instrumentación.

d) Complementación de las vías de acceso en la obra.

e) Instalación de desagüe auxiliar en la Hidroeléctrica.

f) Trabajos para reforzar y/o garantizar la durabilidad de otros componentes de la obra.

g) Instalaciones en algunos componentes de la obra por razones de seguridad y otros trabajos menores.

C. Beneficiarios

En el caso de que ocurriese el fallo de un componente esencial de la obra, que pudiera generar consecuencias trágicas para las vidas humanas y sus animales y daños a sus propiedades en la zona

aguas abajo de la presa. se estarían generando pérdidas en una medida que no se habría tenido de no existir esta obra. Por tanto, el beneficio actual en este caso, lo sería el restituir a los moradores de la zona citada, un grado de seguridad existente antes de la construcción de la obra.

Por otra parte, los trabajos cuya ejecución evitaría posibles interrupciones en la explotación de la obra, beneficiaría directamente a todos los productores del área de riego dependiente de esta presa y a los usuarios de la energía eléctrica generada allí. Indirectamente beneficiaria además a toda la región, por la influencia en el incremento de la producción en el área de influencia de esta importante obra.

Por último, garantizar la seguridad y permanencia de esta obra, tiene un gran valor al protejer también las grandes inversiones realizadas, no sólo en la construcción de la presa, sino en todo el sistema de riego dependiente. Los contribuyentes del país serían por ende justamente beneficiados.

D. Descripción

1. Vertedero de Servicio

En la Sección II.B.2 se hizo referencia a tres aspectos principales a ser considerados en relación a la adecuación del Vertedero de Servicio, los cuales indicamos a continuación.

a) Rehabilitación y acondicionamiento de la superficie del hormigón sobre la cual transitarán las descargas de las crecidas y posibilidad de adicionar anillos de ventilación al túnel de descarga.

b) Limpieza y eventual reparación del estanque disipador

c) Construcción de obras de protección y adecuación de la zona aguas abajo del disipador entre este y el dique derivador.

En la última visita que hiciera el Panel de Consultores de INDRHI a la obra en marzo de 1991, hizo referencia al tema referido en a), haciendo los siguientes comentarios y recomendaciones:

"La superficie de la solera del túnel del vertedero, tanto en el codo aguas abajo de la ranura de aireación del pozo y en el tramo horizontal hasta el estanque disipador, es muy áspera e irregular y nunca ha sido limpiada de escombros de construcción y de salpicaduras de hormigón."

"Las descargas de los vertidos en la base del codo y a lo largo del tramo horizontal estarán a velocidades que producen cavitación. Será necesario, ya sea mejorar grandemente la suavidad y regularidad de la superficie de la solera, o prevenir presiones negativas que producen cavitación mediante la construcción de ranuras de aireación. Es nuestro entendimiento, que si se va a confiar en la suavidad de la superficie de la solera, será necesario colocar una sobrecapa de hormigón en toda la longitud del túnel del vertedero, para obtener la calidad de superficie deseada. Tal sobrecapa sería de alrededor de 20 cm de espesor, anclada al hormigón existente con bastones de acero y debe ser reforzada. Aún con una terminación superior, la cavitación puede ocurrir."

"El Panel considera que una combinación de ranuras de aireación y el mejoramiento de la superficie de hormigón existente sería la solución remedial más económica y satisfactoria. El anillo de aireación en el pozo proveería la aireación inicial. Dos ranuras de aireación adicionales parecen apropiadas para el túnel horizontal; la primera localizada justamente aguas abajo de

la cortina de inyecciones y la segunda a mitad del camino entre la primera ranura y el estanque disipador. Las ranuras de aireación se encontrarían, por lo tanto, separadas alrededor de 75 m."

"Después de repicar y pulir las proyecciones por encima de la superficie de la solera, deben tratarse las imperfecciones del hormigón. Las cavidades de rocas o huecos en la solera deben ser repicados o cortados con una sierra de diamante hasta una profundidad de alrededor de 5 a 7 cms y rellenarse con mortero epoxídico. Areas más grandes de imperfecciones pueden requerir la remoción del hormigón hasta por debajo de la camada de acero. Con la provisión de ranuras de aireación se pueden aceptar ondulaciones suaves en la superficie de hormigón de la solera. Las desviaciones abruptas deben ser suavizadas. Generalmente, una relación de cambio o desviación de alrededor de 7 grados pueda ser aceptada."

"Ranuras de aireación de sección terminada cuadrada de alrededor de 70 x 70 cm serían excavadas dentro del piso y hacia arriba en los lados del túnel hasta por encima de la superficie máxima del agua. El recrecimiento debido a la aireación debe ser considerado. Una rampa de alrededor de 15 cm de altura debe ser construida de hormigón de alta calidad a lo largo del labio aguas arriba de la ranura. Detalles de ranuras de aireación exitosas e información sobre la demanda de aire están contenidas en la literatura. Puede ser bueno que se verifiquen detalles y que se consulte al Profesor Nelson L. De S. Pinto de Curitiba, Brazil. quien es uno de los individuos más conocedores de este tema."

En atención a las recomendaciones del Panel de Consultores se procuró inicialmente adoptar la solución que indican en su informe como la más satisfactoria y económica. Esto es, mejorar la superficie de hormigón admitiendo ciertas tolerancias relativamente holgadas y construir dos ranuras de aireación. Sin embargo, luego de examinar en detalle las superficies, se consideró que debido a la abundancia y proximidad de las areas a tratar en la solera, los trabajos de reparación con miras al mejoramiento de las superficies de hormigón en la misma serían tan extensos y contiguos que prácticamente equivaldrían a rehabilitarla totalmente. Por tal razón se adoptó la solución de colocar sobre la solera, en el túnel y en la rápida a la salida de éste, una sobrecapa de hormigón de 20 de cm de espesor anclada al hormigón existente con bastones. Las areas restantes serán tratadas conforme a las recomendaciones para mejoramiento de las superficies. Por otra parte, se conserva la recomendación de construir los anillos de aireación, en consideración a la importancia de garantizar que en el futuro este vertedero opere sin inconvenientes.

Existen aspectos sobre la solución adoptada, sin embargo, que requieren precisiones antes de considerar la solución presentada como definitiva y terminada, tales como la consulta con el Profesor Nelson De S. Pinto sugerida por el Panel de Consultores y/o el Ing. William Wagner, consultor que asesoró a la diseñadora en lo relativo a los modelos hidráulicos de los vertederos de la Presa de Sabaneta. Estas consultas no estás contempladas dentro de la consultoría presente y de las mismas podrían derivarse conclusiones o precisiones en alguna medida diferentes a lo señalado arriba y determinarse, además, la necesidad de ejecutar algunas pruebas en modelos hidráulicos a escala reducida para verificar algunas dimensiones de los anillos de aireación.

Otro factor, a nuestro juicio, que se debe indicar en las precisiones finales, es la posible necesidad de realizar la construcción de los anillos con celeridad y con el embalse a niveles bajos. Esto requeriría una programación precisa del Contratista y quizás imponer ciertas restricciones por corto plazo a la operación del embalse. Entendemos, además, que la demolición de las paredes del revestimiento del túnel del vertedero para construir estos anillos de aireación, es una tarea delicada que debe ser ejecutada con cuidado, para evitar la

irrupción descontrolada de agua con posible arrastre de materiales del estribo. Para estos fines y en adición a lo referido arriba, se han indicado inyecciones en las ubicaciones precisas de los anillos, las cuales deben ejecutarse con antelación a los trabajos de demolición,

A nuestro juicio, todas las precisiones y definiciones señaladas en los párrafos precedentes, pueden ser completadas antes del inicio de la construcción y el INDRHI procurará estas definiciones en breve plazo.

En relación al tema mencionado en b) arriba, se precisa la construcción de una ataguía en el extremo aguas abajo del estanque disipador, para permitir desaguar el mismo mediante el uso de bombas. Al retirar las aguas se procederá a la remoción del material depositado en el estanque y a inspeccionar la condición del piso, paredes y dientes de dicho estanque. Con esta inspección el Ingeniero Supervisor determinará, si existen, la magnitud y extensión de los deterioros de la estructura y ordenará los trabajos correctivos, si fueren necesarios. Además, deberá verificar, mediante un examen cuidadoso de la estructura y de los dientes, juntas de construcción, etc., que los mismos fueron construidos conforme a las indicaciones de los planos modificados (para construcción) de la Diseñadora.

Por último, en cuanto a las obras de protección indicadas en el proyecto original para la zona comprendida entre la salida del disipador y el dique derivador, entendemos que lo indicado en los planos del diseño original es aplicable casi en su totalidad a las condiciones prevalecientes en la actualidad. En la zona comprendida entre la presa y la salida de la cañada donde descarga el vertedero de emergencia, sin embargo, los planos del diseño original indican un relleno de una magnitud apreciable. Como en los trabajos actuales no se contempla realizar excavaciones de gran magnitud, contrario a lo que estimamos debería esperarse durante la construcción de la presa, se han indicado rellenos en esta zona solamente hasta alcanzar el volumen producto de las excavaciones que se están especificando.

2. Vertedero de Emergencia

En la Sección II.B.3 se mencionaron cuatro aspectos de importancia relativos a los trabajos faltantes en el vertedero de emergencia, los cuales se señalan a continuación:

a) Construcción del dique fusible.

b) Canalización o adecuación del valle desde el encuentro de este con la cañada hasta el río, para la conducción apropiada de las aguas de las descargas del vertedero de emergencia.

c) Seguridad de las viviendas emplazadas en el valle en las proximidades de la vía de desague de las aguas del vertedero de emergencia.

d) Protección de los taludes de las areas cortadas, con atención especial a las zonas que estarán sometidas a la acción erosiva de los flujos en el canal de entrada y en la sección de control y areas contiguas.

En relación a la construción del dique fusible indicada en a) arriba, entendemos que lo indicado en los planos del proyecto original es aplicable. Las inspecciones de la obra no evidenciaron condiciones diferentes a las que requiere este elemento conforme a como fué proyectado, con excepción de la ausencia de la ranura en el hormigón de la sección de control. En esta ranura debe encajar el núcleo de material impermeable del dique y al parecer una porción de ella parece haber sido construida, pero rellenada posteriormente con hormigón. En esta porción

deberá demolerse con cuidado el relleno de hormigón y en las zonas donde no se construyó, habrá que remover el hormigón existente y construir secciones nuevas, enlazadas a las antiguas, que incluyan esta ranura.

Por otra parte, en referencia al tema indicado en b) arriba, se observa que los planos del diseño original contemplaban la colocación de una cantidad importante de rellenos en la zona inmediatamente aguas abajo de la cortina. Se elevaba con estos rellenos una superficie extensa del terreno, llegando hasta un poco aguas arriba de la vía de descarga de las aguas del vertedero de emergencia.

Con la solución del diseño original antes indicada, la cual se verificó en el modelo hidráulico, se aseguraba que el flujo de las descargas se desplazaría a bastante distancia del cuerpo de la presa y, por otra parte, que la superficie superior de esta plataforma no requiriera tratamiento especial para manejar los escurrimientos superficiales de su zona. Sin embargo, con los trabajos complementarios que se proyectan en la actualidad, no habrá material producto de las excavaciones en cantidades tan grandes, por lo que resultaría sumamente costoso adoptar en esta área la solución original sin modificaciones.

En atención a lo indicado en los párrafos precedentes, se ha propuesto sobreelevar únicamente las superíSwies limitantes del flujo en el extremo aguas abajo del área antes referida y rellenar la zona aguas arriba solamente hasta el volumen producto de las excavaciones proyectadas. Como algunas partes de la plataforma quedan entonces a niveles relativamente bajos con relación a las áreas sobreelevadas, se requieren por tanto algunos detalles adicionales para dar solución al tema del drenaje superficial del área.

También se ha propuesto modificar la geometría del diseño original en la zona del valle inmediatamente aguas abajo de la plataforma arriba mencionada. En esta zona, como se refirió en la sección II.B.3, la topografía del terreno ha sufrido muchos cambios y resultaría también muy costoso aplicar el diseño original sin modificaciones. Se ha adoptado una solución que conserva las áreas excavadas en el pasado y que procura ampliar esta zona baja realizando el mínimo de cortes adicionales, creando con los mismos las condiciones para permitir la salida de las aguas de las descargas del vertedero de emergencia. En el plano de unión de esta área baja con el cauce del río, se ha dejado la superficie a una elevación más alta, para evitar que descargas del vertedero de servicio de menor magnitud invadan el área baja antes descrita. En condiciones normales, esta superficie alta permitá a los moradores de la zona desplazarse a través de ella.

Otro aspecto de mucha importancia, indicado en c) arriba, lo es el relativo al riesgo que enfrentan las viviendas que están ubicadas en las proximidades de la zona en el valle donde impactarán las aguas de las descargas del vertedero de emergencia. Algunas de estas viviendas, las ubicadas a las elevaciones más bajas, podrían haber sido afectadas ya antes de que funcione el vertedero de emergencia. Otras ubicadas más altas, podrían no haber sido tocadas por las descargas del vertedero de servicio justamente antes de que se inicie la rotura del dique fisible. De ser ese el caso, sin embargo, el incremento de los caudales al producirse esta rotura, podría ser sorpresivamente peligroso para estas familias asentadas demasiado cerca de zonas potencialmente peligrosas. Se recomienda la reubicación de estas viviendas fuera del área inmediata a la obra. Trabajos adicionales de excavaciones recomendados en esta área, podrían ejecutarse una vez que concluyan las movilizaciones.

El censo, levantamientos topográficos y la solución detallada de la reubicación de los moradores de estas viviendas no estaban contemplados dentro del alcance de estos trabajos de consultoría. Se ha preparado y se incluye, sin embargo, una estimación preliminar de los

costos de estas movilizaciones y de los cortes adicionales recomendados. El planeamiento y la definición completa de estas operaciones puede realizarse durante el período previo a la construcción y las movilizaciones realizarse paralelamente con los trabajos de construcción o antes, de ser posible. De todas maneras, estimamos que el volumen adicional de corte que se ejecutaría en la zona de las viviendas es pequeño en proporción con el gran volumen de movimiento de tierra que se ha definido por completo con estos diseños. Los trabajos cubiertos en estos diseños, por otra parte, pueden ejecutarse totalmente sin interferir con las operaciones de movilización mencionadas.

Por otra parte, se propone la protección de los cortes del canal de entrada y de la sección de control y areas contiguas, con los enrocamientos indicados en el diseño original con pequeñas variantes, a excepción del tramo final de la sección de control. Allí, las velocidades calculadas son muy elevadas, por lo que se ha preferido proteger esta zona con gaviones. Por otra parte, habrá que realizar trabajos de protección adicionales a estos, para protejer las superficies de los cortes por encima de las elevaciones de estos enrocamientos.

Por último, en relación a las instalaciones provisionales existentes en el canal de salida, aguas abajo de la sección de control - las cuales no deben permanecer en esta zona -, en este Subproyecto sólo se han incluido los costos de la demolición y la remoción de los remanentes de dichas instalaciones una vez que se les dé una ubicación permanente. Los costos de la reubicación están contemplados en el Componente de Desarrollo Institucional (Capacitación).

3. Vías de Acceso en la Obra

La remoción del badén referido en las secciones II.B.2 y II.C eliminará un paso a través del río que es utilizado actualmente. Esta pérdida quedará compensada con la construcción de un tramo de camino de unos 800 m de longitud en la margen derecha, el cual proponemos construir entre la obra de toma del dique derivador y y el camino que desciende desde la corona de la presa.

Se consideraron dos trazados posibles tratando de aprovechar en ambos casos parte de caminos de construcción abandonados, eligiéndose la vía más alta, la cual intercepta el camino que baja desde la corona de la presa en la curva próxima a esta.

La construcción de este tramo de camino permite cruzar el rio aún cuando estén ocurriendo descargas por el vertedero de servicio. Sin embargo, los caminos de acceso que actualmente conducen a la obra desde San Juan de la Maguana, tanto por la margen derecha como por la izquierda, no garantizan llegar a ella aún cuando ocurren pequeñas crecidas en los rios y arroyos que hay que cruzar. Las estructuras existentes (puentes, alcantarillas, badenes), son sobrepasadas por las aguas con relativa frecuencia con lo cual se interrumpe el paso. Por la margen derecha, además, hay cursos de agua que no tienen estructura alguna para cruzarlos.

El camino de acceso en la obra está diseñado con una superficie de hormigón asfáltico y con radios mínimos de 15 m en las curvas horizontales y de 500 m en las curvas verticales. En las curvas horizontales el peralte máximo obtenido fue de 12% y el sobreancho máximo en una vía fue de 1.35 m. Con los parámetros antes señalados, se obtiene una velocidad máxima para las curvas de 15 km/h. En los tramos rectos se puede admitir un valor máximo de 20 km/h.

Por otra parte, la construcción del dique fusible, como se ha señalado antes, interrumpirá el acceso principal a la presa disponible en este momento. Para restituir este acceso a la corona desde la margen izquierda, las soluciones que aseguren el paso durante las descargas del vertedero de emergencia tendrían necesariamente costos muy elevados. Tomando en cuenta

las consideraciones señaladas en el párrafo anterior, no nos parece justificable hacer grandes inversiónes para obtener garantías adicionales de acceso durante cortos períodos y durante la ocurrencia de eventos de baja probabilidad de ocurrencia, pues de todas maneras, conforme a las condiciones actuales, el paso se interrumpiría durante esos eventos en muchos otros lugares del trayecto.

Recomendamos una solución de mucho menor costo que restituya el acceso a través de la sección de control del vertedero de emergencia, con la construcción de un relleno sobre dicha sección de control, aguas arriba del dique fusible hasta la elevación 645.80. Esta solución, proveería tantas garantías para el paso vehicular, como la solución que se ha tenido hasta el presente cruzando directamente sobre la sección de control de hormigón.

Finalmente, queremos señalar que nos parece razonable esperar que con los años y el desarrollo de la zona, los caminos de acceso desde San Juan y sus estructuras serán mejoradas; tanto los que conectan por la margen derecha como por la izquierda. De ocurrir esto, y ya contando con el tramo de camino propuesto arriba para la margen derecha, se tendría eventualmente más garantías de acceso por este lado que por la margen izquierda, cuando estén ocurriendo descargas por los vertederos.

4. Cortina

En la sección II.D se destacó la importancia de mejorar el enrocamiento del paramento aguas arriba en la parte superior de la cortina.

En el Informe No. 11S del Panel de Consultores que asesoró a la Supervisora en 1981 (ver Anexo 2), el cual fué incluido en el Informe de la Inspección Final de la Construcción de marzo de 1982 de Hanson- Rodríguez S. A., se trató este tema. En este Informe, el Panel recomienda remover la mitad del espesor de los cantos rodados (colocados en lugar del enrocamiento) y agregar un espesor de un metro de piedras como las especificadas originalmente, desde la elevación 640 hasta la corona de la presa.

Recientemente, el Ing. Carl-Anders Andersson, Consultor del INDRHI, examinó también este tema y presentó en forma detallada sus opiniones y recomendaciones en un informe de fecha 25 de enero de 1992 (ver Anexo 2). En este informe, el Ing. Andersson reitera lo indicado por el Panel de Consultores sobre la importancia y necesidad de mejorar el enrocamiento por encima de la elevación 640., incluyendo además observaciones sobre la especificaciones del enrocamiento.

Las recomendaciones del Ing. Andersson sobre las especificaciones para el enrocamiento fueron adoptadas y a partir de ellas se procedió a hacer una estimación preliminar de costos, a la cual se le ha añadieron imprevistos específicos de 20%, debido a la indefinición de la ubicación de las fuentes de donde se extraerá la roca. Estos costos deberán ser revisados posteriormente, cuando se cuente con los estudios geológicos y de prospección, los cuales deberán sustentar un estudio técnico económico detallado. Estos estudios y pruebas pueden ejecutarse antes del inicio de la construcción y el INDRHI contempla realizar estos estudios al concluir esta consultoría.

5. Instrumentación

El tema de la rehabilitación y complementación de la instrumentación disponible en la Presa de Sabaneta, fué también tratado con profundidad por el Ing. Carl-Anders Andersson en su informe del 25 de enero de 1992 (ver Anexo 2).

En cuanto a la rehabilitación de instrumentación existente, el personal que participa en los trabajos que actualmente ejecuta INDRHI en la obra, ha conseguido poner en operación de nuevo algunos piezómetros que estaban obstruidos y prosigue con intentos para tratar de recuperar otros que aún estan inhabilitados. En adición a estos esfuerzos del INDRHI, no existe recomendación adicional en ese sentido.

Por otra parte, INDRHI también está en vias de instalar algunos piezómetros cortos indicados por el Ing. Andersson para ubicarse en el paramento aguas abajo de la cortina en las proximidades de la berma de la elevación 607. En adición a estos piezómetros cortos, en el informe se recomienda adicionar piezómetros en los estribos y en el espaldón aguas abajo de la presa. Además, se ha recomendado instalar un aforador para medir el caudal total de filtraciones en el antiguo conducto del desague de fondo, con lecturas desde la Central Hidroeléctrica.

6. Desagüe Auxiliar en la Central Hidroeléctrica

El estudio de los planos de la Central Hidroeléctrica y la verificación en la obra de dimensiones disponibles y disposición de los elementos estructurales, ha permitido confirmar la factibilidad técnica de instalar un desagüe auxiliar adicional en dicha Central, en el espacio que se había reservado para una eventual segunda unidad turbogeneradora. Este nuevo desagüe contaría, al igual que el existente, con una válvula mariposa de guarda y una válvula de chorro divergente (Howell-Bunger).

El fabricante de las válvulas y turbinas instaladas ha confirmado, por otra parte, que la instalación de un segundo desagüe auxiliar no presenta inconveniente para los equipos y las instalaciones existentes. Sin embargo, ha recomendado que la válvula de chorro divergente que se instale tenga 0.80 m de diámetro. De estas dimensiones es la que lleva adosada la turbina actualmente instalada, por lo cual se podría instalar sin necesidad de modificar la estructura de desfogue existente.

La solución recomendada por el fabricante de los equipos originales es la que se ha presentado en los planos y especificaciones. Sin embargo, sería deseable contar con la mayor capacidad de desagüe posible, por lo cual entendemos se debería profundizar, más allá de esta consultoría, en las discusiones con el fabricante para confirmar o descartar definitivamente esta alternativa. Después de estudiar las condiciones actuales, arribamos a la opinión de que es factible realizar modificaciones a la estructura de desfogue existente para que maneje las descargas de una válvula de regulación de chorro divergente de igual tamaño que la del desagüe existente (de 1.20 m de diámetro). El tiempo disponible y la distancia, sin embargo, han impedido el intercambio completo y efectivo de opiniones con el fabricante.

Como se conserva en la obra la válvula de chorro divergente de 1.20 m de diámetro que estuvo instalada en el antiguo desagüe de fondo, se produciría seguramente una economía en caso de que se adoptara finalmente una de esas dimensiones. Por esta razón, recomendamos que se realize un diagnóstico detallado de las condiciones de la válvula existente y sus accesorios, con el fin de que se puedan especificar los trabajos de adecuación requeridos y precisar los costos correspondientes.

Por otra parte, creemos conveniente señalar además, que la válvula de chorro divergente del desagüe existente en la Central, sólo es operada con una abertura máxima de 7/10. Esta limitación ha sido impuesta, según se nos indicó, porque se producían vibraciones muy fuertes para algunas condiciones de la operación con aberturas mayores. Esta deficiencia podría originarse en falta de empotramiento o en algún problema mecánico, lo cual podría ser

identificado y corregido durante la construcción. En vista de la importancia señalada con anterioridad en este informe, de contar con mayor capacidad de desagüe, recomendamos que se tomen las medidas para que este desagüe puede operar a máxima capacidad.

7. Obra de Toma de la Hidroeléctrica

Para controlar la entrada indeseada de pedazos de madera de mediano tamaño a través de la obra de toma de la hidroeléctrica, se había sugerido construir unas rejillas en el trípode superior de esta estructura. Sin embargo, hay que tener presente que se debe contar con acceso al interior del trípode, para permitir las eventuales operaciones de buzos, cuando se intente utilizar la porción horizontal superior de hormigón de esta estructura como compuerta de cierre en la boca de entrada de la conducción.

Si se adoptara esta solución de cerrar completamente con rejillas la zona del trípode, habría que dejar previsto secciones que pudieran remover los buzos para luego penetrar a través de ellas. Sin embargo, aún con estas previsiones, las operaciones de los buzos serían complicadas y dilatadas, por lo que entendemos que una solución de este tipo sólo se debería realizar en un caso de extrema necesidad.

La inspección de la obra de toma y la revisión de los planos de esta estructura, reveló que los trozos de madera que evaden las rejillas podrían penetrar a través de dos lugares. Uno de ellos, por donde existen aberturas amplias, es entre la tapa movible de hormigón y la viga anular superior. Para este caso es que las rejillas en el trípode serían necesarias. Sin embargo, no pensamos que con el nivel de las aguas por encima de estas aberturas se pueda succionar material flotante.

Los cálculos realizados indican que pedazos de madera que floten por encima del nivel mínimo de operación de la turbina (Elev. 612), no son succionados y desplazados a través de la conducción. Por tal razón y en consideración a lo señalado anteriormente sobre el interés de no obstaculizar la eventual operación de los buzos, recomendamos no construir las rejillas en el trípode superior, por lo cual no estamos incluyendo estos trabajos en las partidas de licitación. Esta solución requiere, sin embargo, que se indique en las reglas de operación que inmediatamente baje el embalse por debajo del nivel inferior de las patas del trípode, se inspeccione el área contenida dentro de ellas y se remuevan los trozos de madera que pudieran estar atrapados en esta área, antes de permitir que descienda más el lago. Por otra parte, creemos que con facilidad se podría confirmar en el sitio, cuando las elevaciónes del embalse lo permitan, las afirmaciones señaladas anteriormente sobre la imposibilidad de succionar material flotante por encima de ciertas elevaciones. Esta prueba podría efectuarse con pedazos pequeños de madera (que pudieran ser desalojados sin problemas a través de la turbina), elegidos de árboles de la zona con madera de diferentes pesos específicos.

Por otra parte, las rejillas fueron construidas un poco cortas y están en algunos casos muy separadas en su porción superior del hormigón contiguo, quedando en esos casos espacios abiertos del orden de 10 cm. A través de estos espacios pueden entrar piezas mayores que el paso de rejillas (el cual oscila entre 3 y 4.5 cm). Para corregir esta deficiencia bastaría con trabajos menores, los cuales se pueden ejecutar con facilidad cuando el lago se encuentre a niveles muy bajos (como en estos momentos). Sin embargo, es muy probable que cuando el Contratista esté en la obra, el lago se encuentre a niveles altos imposibilitando su participación. Por estas razones, recomendamos que estos trabajos sean ejecutados en estos momentos por el personal residente en la obra y excluidos también del proyecto que se vá a licitar. Las posibles soluciones que hemos concebido para este caso ya fueron transmitidas a la obra.

8. **Acceso y Reconstrucción del Tramo Final del Conducto del Antiguo del Desague de Fondo.**

Como estructura permanente para proveer acceso al conducto del antiguo desague de fondo, se ha concebido construir en hormigón armado un pozo rectangular en planta, cimentado en la roca en los niveles inferiores del conducto citado. Las escaleras de acceso se desarrollarán a un lado del interior de este pozo, quedando en el otro lado un hueco libre de dimensiones suficientes para permitir el ingreso eventual de equipos al conducto. En el exterior, sobre el nivel superior de esta estructura de hormigón, descansará una caseta construida en hormigón y bloques. Esta caseta cubrirá únicamente la porción correspondiente a las escaleras de acceso, mientras que la otra parte será protegida con una rejilla de acero.

En cuanto al tramo final que muestra inestabilidad en el techo, se propuso inicialmente construir una estructura de hormigón que se desarrolle dentro de los muros y techo existentes. Está es una sección cerrada de hormigón armado que deberá cimentarse en la roca en los niveles inferiores del conducto actual. Sin embargo, como se indicó en el Capítulo II, Sección I, las deficiencias en esta zona son más extensas que lo que se pensaba y entendemos se debe dar consideración a otra alternativa que no ha podido ser evaluada con toda la profundidad requerida en el limitado tiempo disponible. En el presupuesto se han incluido los costos finales de la obra de acceso, pero para la reconstrucción del conducto se ha indicado una estimación de costo preliminar.

9. **Obras de Control de Erosión y Protección de Taludes**

En relación con los trabajos faltantes en el lado derecho del estanque disipador referidos en la sección II.J, se propone construir los rellenos detrás del muro conforme al diseño original y las obras de amortiguamiento y canalización de las aguas requeridas para llevarlas finalmente hasta el río.

En cuanto a la protección de taludes se ha contemplado la reparación de las zonas con fallas de la gunita, el reforzamiento de los gaviones parcialmente abiertos pero en buen estado general y la sustitución de algunos que están ya en mal estado. En las otras areas se construirán cunetas en las bermas, en la coronación y en las bases de algunos cortes, y se recubrirá la superficie con la vegetación natural de la zona.

E. Costo

En las páginas siguientes se presentan las tablas conteniendo el resumen de los costos calculados de los trabajos complementarios propuestos para la Presa de Sabaneta, incluyendo los correspondientes a Ingeniería y Supervisión. Los costos de la Admimistración (unidades ejecutoras, incluyendo sus vehículos), están incluidos en el Componente de Desarrollo Institucional. En el Anexo 2 se muestra el presupuesto detallado y en el Anexo 3 se presentan las memorias de cálculo del mismo.

La cantidades de obra señaladas en el presupuesto fueron determinadas a partir de varias fuentes. Los movimientos de tierra se determinaron a partir de secciones transversales, obtenidas por medio de levantamientos de topografía clásica realizados como parte de los trabajos de esta consultoría. Para la estimación de costo realizada para el enrocamiento, se utilizó un plano de planta de la cortina de la época de la construcción. Otros planos de la época de la construcción, del Contratista y del Supervisor, fueron también utilizados para la determinación de cantidades de obra. Se hicieron además mediciones directas en la Central obteniéndose dimensiones según se construyó, con lo cual se determinaron con precisión los volumenes de demoliciones y hormigonado propuestos.

Inspecciones a otros componentes de la obra fueron necesarias para verificar o determinar la extensión o magnitud de algunos trabajos.

En cuanto a los costos de operación y mantenimiento, la Corporación Dominicana de Electricidad (CDE), presupuestó para 1992 la suma anual de 5,842,692 RD$, la cual a la tasa actual de cambio de 1 USD/12.5 RD$ equivale aproximadamente a 467,000 USD. De este monto, 298,000 USD corresponden a materiales repuestos y herramientas y es un valor que estiman requieren algunas necesidades acumuladas. Una vez satisfechas las mismas, un valor anual de unos 64,000 USD sería suficiente por este concepto, según nos indican, lo cual arrojaría un valor total anual de 233,000 USD.

La participación de CDE en operación y mantenimiento de la obra, por otra parte, se limita a lo relacionado con la Central Hidroeléctrica y todos los equipos e instalaciones mecánicas y eléctricas. Existen otros trabajos de operación y mantenimiento necesarios, los cuales parcialmente ha estado realizando el personal de INDRHI que ha estado realizando los trabajos de corrección de filtraciones. Estos trabajos adicionales tienen un costo estimado en 38,000 USD por año. Al añadir este valor a los indicados por CDE, tendríamos un total de 505,000 USD para el primer año y 271,000 USD para los años siguientes.

El año pasado se erogaron sumas mucho menores que las indicadas arriba por concepto de operación y mantenimiento, aunque el Estado continuó haciendo gastos muy importantes en los trabajos de inyecciones en los túneles. Por concepto de O y M, CDE gastó aproximadamente 112,000 USD y el INDRHI unos 10,000 USD, lo cual arroja un total anual para 1991 de 122,000 USD.

TRABAJOS PARA LA TERMINACION DE LA PRESA DE SABANETA
RESUMEN DE COSTOS

NO	DESCRIPCION DEL TRABAJO	MONTO EN MILES DE RD$
1	VIAS DE ACCESO EN LA OBRA.	4,011
2	ADECUACION Y CANALIZACION PARA VERTEDERO DE EMERGENCIA.	24,459
3	ADECUACION DE SUPERFICIE DEL TUNEL Y RAPIDA DEL VERTEDERO DE SERVICIO, INCLUYENDO CONSTRUCCION ANILLOS DE VENTILACION.	7,872
4	LIMPIEZA Y REPARACION DISIPADOR Y ADECUACION CANAL DE SALIDA.	4,208
5	CONSTRUCCION DEL DIQUE FUSIBLE Y ADECUACION SECCION DE CONTROL.	1,800
6	OBRAS DE PROTECCION EN EL VERTEDERO DE EMERGENCIA.	2,043
7	INSTALACION SISTEMA VENTILACION, CONTROL REMOTO PARA VALVULA MARIPOSA, COMPUERTA DE SEGURIDAD Y CIERRE DE ABERTURAS EN LA CAMARA DEL TUNEL DE DESVIO.	965
8	CANALETAS CONTROL EROSION EN ESTRIBO IZQUIERDO.	214
9	CONSTRUCCION ACCESO AL CONDUCTO DEL ANTIGUO DESAGÜE DE FONDO.	204
10	DESAGUE AUXILIAR EN LA CENTRAL HIDROELECTRICA.	5,859
11	CONSTRUCCION DE RELLENO Y OBRAS DE CANALIZACION Y CONTROL DE EROSION, EN EL LADO DERECHO DEL DISIPADOR.	304
12	RECONSTRUCCION TRAMO DEL CONDUCTO DEL ANTIGUO DESAGÜE DE FONDO.	2,100
13	INSTALACION DE INSTRUMENTACION PARA AUSCULTACION DE LA PRESA.	794
14	REPARACION DE GAVIONES EN CORTES DE ZONA DE LA OBRA DE TOMA.	108
15	REPARACION CON GUNITA EN PORTAL DEL TUNEL DEL VERTEDERO.	43
16	ENROCAMIENTO EN EL PARAMENTO AGUAS ARRIBA DE LA PRESA.	12,335
17	LIMPIEZA FINAL Y ACONDICIONAMIENTO DEL AREA DE LA OBRA INCLUYENDO CERCAS DE PROTECCION.	375
18	PARTIDAS GENERALES	1,700

	SUB-TOTAL	69,392
19	GASTOS INDIRECTOS	12,890
	TOTAL A CONTRATAR RD$	82,282

F. Planos y Especificaciones

Se han elaborado planos y especificaciones para permitir la licitación del proyecto propuesto. No obstante, algunos componentes requieren precisiones o ajustes, los cuales, según se explica en la Sección III.G, serán realizados por el INDRHI antes del proceso de licitación.

Las especificaciones se prepararon tomando como base las especificaciones del proyecto original. Algunas adiciones o ajustes fueron realizados para adecuarlas a las necesidades de el proyecto presente y para incluir recomendaciones recientes de los Consultores externos. Se utilizaron en algunos casos referencias de manuales de instituciones reconocidas y también información proveniente de fabricantes de instrumentos o equipos.

G. Estudios y Diseños

El proyecto propuesto para la Complementación de la Presa de Sabaneta debe ser sometido, a nuestro juicio, al Panel de Consultores del INDRHI, para que emita sus observaciones y recomendaciones generales sobre el mismo antes de que se someta a licitación. Algunos aspectos particulares de este proyecto, a los cuales se ha hecho referencia en las secciones correspondientes del Capítulo III, requieren consultas específicas con los miembros del Panel o con otros especialistas. A continuación enumeramos estos temas.

1. Consulta con el Profesor Nelson De S. Pinto y/o el Ing. William Wagner, sobre los anillos de ventilación en el vertedero de servicio. Verificación de la necesidad o no de realizar pruebas en un modelo hidráulico a escala reducida.

2. Confirmación, con el Panel de Consultores, del programa de inyecciones especificado para ejecutarse con antelación a las demoliciones, en las ubicaciones específicas de los anillos de ventilación. Discusión sobre la posible necesidad de realizar la construcción de los anillos con celeridad y con el embalse a niveles bajos.

3. Si se consiguiera desaguar el agua y remover el material depositado en el estanque disipador antes de la licitación, inspección del mismo y precisión de la definición de los trabajos especificados.

4. Censo y estudios de reubicación de las viviendas en el área de salida de las descargas del vertedero de emergencia.

5. Estudios geológicos y de prospección para identificar las minas de préstamo para la obtención del material para el enrocamiento de la cortina. Pruebas de explotación con explosivos y estudio técnico-económico.

6. Diagnóstico de las condiciones actuales de la válvula de chorro divergente de 1.20 m y de sus accesorios, los cuales se encuentran almacenados en la Central Hidroeléctrica de Sabaneta, o de las de 1.30 m disponibles en Valdesia. Ajustes requeridos del proyecto si es elegida esta variante mas económica y de mayor capacidad.

7. Definición de las especificaciones de los componentes electromecánicos del control remoto de la válvula de cabecera de la tubería de presión y análisis de la posibilidad de concluir la

instalación del mecanismo existente para el cierre automático de esta válvula al producirse sobrevelocidades en la conducción.

8. Definición de la compuerta de seguridad y cierre de aberturas en la cámara del túnel de desvío; y de los sistemas de ventilación en los túneles.

La coordinación y los contactos con el Panel de Consultores y los otros especialistas que se mencionan arriba será realizada por personal técnico del INDRHI, al igual que los ajustes o precisiones que haya que realizar al proyecto como resultado de estas y otras consultas. Igualmente, personal técnico del INDRHI realizará los contactos con especialistas nacionales para que realicen los experticios señalados en los puntos 5, 6, 7 y 8 y dirigirá la ejecución de lo señalado en los puntos 3 y 4. En caso de que se requiera realizar pruebas en un modelo hidráulico, se contrataría la realización del mismo con una firma especializada en el exterior.

IV. ORGANIZACION INSTITUCIONAL

El Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI), es la Institución llamada a administrar todo lo relativo a la ejecución de los trabajos propuestos para terminar la Presa de Sabaneta y sus obras auxiliares. En la actualidad esta Institución está administrando proyectos mucho mayores que el resultante de los trabajos propuestos.

La administración ha sido concebida con una Unidad en la Obra y una representación en la Unidad Ejecutora. Se requiere la asignación de un vehículo asignado al 100 % del tiempo para la Gerencia del Proyecto en Obra y otro en iguales condiciones para la Representación en la Unidad Ejecutora. Estos vehículos serán utilizados en la operación y mantenimiento de las obras, luego de que concluya la construcción. Los costos de los mismos están incluidos en el Componente Desarrollo Institucional a cargo de la Unidad Ejecutora.

V. EJECUCION

Para la ejecución de los trabajos propuestos se recomienda la contratación de una empresa constructora seleccionada por medio de licitación pública internacional. Igual procedimiento se recomienda seguir para la selección de la firma consultora que habrá de realizar la supervisión de la construcción y los diseños detallados para construcción.

Los comentarios sobre la ejecución de los estudios y diseños, han sido incluidos en la Sección F del Capítulo III.

ANEXO 1

Selección de Planos
del
Diseño Original

ANEXO 2

Presupuesto Detallado

CONVENIO IICA-INDRHI	PRESUPUESTO DE OBRAS	HOJA No. 1 DE 11
	PROYECTO COMPLEMENTACION	CALCULO W F S
PRODAS	DE LA PRESA DE SABANETA	FECHA 19/03/91

	CONCEPTO	UNIDAD O MEDIDA	CANTIDAD ESTIMADA	PRECIO UNITARIO	VALOR RD$	SUB-TOTAL RD$
.00	**VIAS DE ACCESO EN LA OBRA**					
.01	LIMPIEZA Y DESMONTE	HA	1.93	3,763.70	7,244.64	
.02	EXTRACCION DE CAPA VEGETAL	M3	1,542.00	12.50	19,275.00	
.03	EXCAVACION EN CUALQUIER MATERIAL EXCEPTO ROCA	M3	24,228.00	38.61	935,443.08	
.04	EXCAVACION EN ROCA METEORIZADA	M3	80.00	63.58	5,086.40	
.05	EXCAVACION EN ROCA SANA	M3	120.00	600.00	72,000.00	
.06	COLOCACION Y COMPACTACION DE MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACIONES	M3	6,144.00	28.82	177,070.08	
.07	COLOCACION Y COMPACTACION DE MATERIAL PRODUCTO DE PRESTAMO PARA LA FORMACION DE SUB-BASE	M3	2,735.00	88.33	241,582.55	
.08	COLOCACION Y COMPACTACION DE MATERIAL SELECCIONADO PARA LA FORMACION DE BASE	M3	2,188.00	292.94	640,952.72	
1.09	ASFALTO PARA RIEGO DE IMPREGNACION	M3	7,368.00	12.28	90,479.04	
1.10	FABRICACION Y COLOCACION DE CARPETA DE HORMIGON ASFALTICO COMPACTADO DE 5.08 CM DE ESPESOR	M2	7,174.00	120.00	860,880.00	
1.11	FORMACION DE CUNETAS EN MAMPOSTERIA	M3	1,015.00	376.88	382,533.20	
1.12	OBRAS DE PROTECCION CON GAVIONES	M3	834.00	389.73	325,034.82	
1.13	CONSTRUCCION DE ALCANTARILLAS	ML	87.00	2,914.28	253,542.36	**4,011,123.89**
2.00	**ADECUACION Y CANALIZACION EN EL VALLE PARA LAS DESCARGAS DEL VERTEDERO DE EMERGENCIA**					
2.01	LIMPIEZA Y DESMONTE	HA	9.00	3,763.70	33,783.30	
2.02	EXTRACCION DE CAPA VEGETAL	M3	6,277.50	12.50	78,468.75	

CONVENIO IICA-INDRHI	PRESUPUESTO DE OBRAS	HOJA No. 2 DE 11
	PROYECTO COMPLEMENTACION	CALCULO . W. P. S.
PRODAS	DE LA PRESA DE SABANETA	FECHA . 19/03/92

	CONCEPTO	UNIDAD O MEDIDA	CANTIDAD ESTIMADA	PRECIO UNITARIO	VALOR RD$	SUB-TOTAL RD$
2.03	EXCAVACION EN CUALQUIER MATERIAL EXCEPTO ROCA	M3	253,900.00	37.68	9,566,952.00	
2.04	EXCAVACION EN ROCA METEORIZADA	M3	80.00	63.58	5,086.40	
2.05	EXCAVACION EN ROCA SANA	M3	240.00	600.00	144,000.00	
2.06	RELLENO SEMICOMPACTADO CON MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACIONES	M3	17,100.00	11.17	191,007.00	
2.07	FORMACION DE TERRAPLEN CON MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACIONES	M3	146,000.00	25.75	3,759,500.00	
2.08	TRABAJOS PARA LA REUBICACION DE VIVIENDAS AFECTADAS AGUAS ABAJO DEL VERTEDERO DE EMERGENCIA					
2.08.1	VIVIENDAS CAMPESINAS	U	100.00	80,000.00	8,000,000.00	
2.08.2	CALLES	GLOBAL		P.A	800,000.00	
2.08.3	ACUEDUCTO	GLOBAL		P.A	980,000.00	
2.08.4	ELECTRIFICACION RURAL	GLOBAL		P.A	300,000.00	
2.08.5	ESCUELA	GLOBAL		P.A	600,000.00	**24,458,797.45**
1.00	**ADECUACION SUPERFICIE TUNEL Y RAPIDA DEL VERTEDERO DE SERVICIO INCLUYENDO CONSTRUCCION ANILLOS AIREACION**					
.01	LIMPIEZA	GLOBAL		PA	15,000.00	
02	ADECUACION DE SUPERFICIE CON MORTERO EPOXICO					
02.1	ENTRE OBRA DE ENTRADA Y CODO INFERIOR (ZONA 1)	GLOBAL		PA	205,000.00	
02.2	INSTALACION Y DESMONTAJE EN ZONA 1 DE ANDAMIAJE EXISTENTE	GLOBAL		PA	75,000.00	

CONVENIO IICA-INDRHI	PRESUPUESTO DE OBRAS	HOJA NO. 3 DE 11
	PROYECTO COMPLEMENTACION	CALCULO : W. P. S.
PRODAS	DE LA PRESA DE SABANETA	FECHA 19/03/92

	CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD ESTIMADA	PRECIO UNITARIO	VALOR RD$	SUB-TOTAL RD$
2 3	EN EL TUNEL (ZONA 2)	GLOBAL		PA	631,000.00	
2.4	INSTALACION Y DESMONTAJE EN ZONA 2 DE PLATAFORMA RODANTE EXISTENTE	GLOBAL		PA	30,000.00	
3	CONSTRUCCION SOBRECAPA DE HORMIGON EN SOLERA TUNEL Y RAPIDA					
3.1	FABRICACION Y COLOCACION DE HORMIGON	M3	654.00	2,298.62	1,503,297.48	
3 2	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO	QQ	1,015.00	349.57	354,813.55	
3.4	SUMINISTRO Y COLOCACION DE BARRAS DE ANCLAJE 3/4" INCLUYENDO PERFORACIONES	ML	1,944.00	238.14	462,944.16	
4	CONSTRUCCION DE ANILLOS DE AIREACION					
4.1	DEMOLICION DE HORMIGON	M3	160.22	2,500.00	400,550.00	
4.2	EXCAVACION EN ROCA SANA	M3	86.00	1,200.00	103,200.00	
4 3	FABRICACION Y COLOCACION DE HORMIGON EN ANILLOS DE AIREACION	M3	186.20	2,519.30	469,093.66	
4.4	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO EN ANILLOS DE AIREACION	QQ	158.27	349.57	55,326.44	
4.5	SUMINISTRO Y COLOCACION DE BARRAS ANCLAJE EN LA ROCA INCLUYENDO PERFORACIONES	ML	160.00	350.00	56,000.00	
4 6	INYECCIONES	GLOBAL		P.A	3,185,000.00	
5	PULIMIENTO Y LIMPIEZA FINAL SUPERFICIE HORMIGON	M2	6,080.00	70.00	425,600.00	7,871,825.2
.00	**LIMPIEZA Y REPARACION DEL DISIPADOR Y ADECUACION DEL CANAL DE SALIDA**					
1	MANEJO DE AGUA	GLOBAL		P.A	73,000.00	

CONVENIO IICA-INDRHI	PRESUPUESTO DE OBRAS	HOJA No. 4 DE 11
	PROYECTO COMPLEMENTACION	CALCULO . W. P. S.
PRODAS	DE LA PRESA DE SABANETA	FECHA : 19/03/92

	CONCEPTO	UNIDAD O MEDIDA	CANTIDAD ESTIMADA	PRECIO UNITARIO	VALOR RD$	SUB-TOTA RD$
4.02	EXTRACCION DE SEDIMENTOS Y ESCOMBROS EN ESTANQUE DISIPADOR	M3	5,000.00	65.00	325,000.00	
4.03	EXTRACCION DE SEDIMENTOS A LA SALIDA DEL DISIPADOR	M3	50.00	52.00	2,600.00	
4.04	REPARACION DEL DISIPADOR					
4.04.1	DEMOLICIONES EN EL PISO DEL DISIPADOR	M3	50.00	1,800.00	90,000.00	
4.04.2	FABRICACION Y COLOCACION DE HORMIGON INCLUYENDO REPARACION DE DENTELLONES	M3	250.00	2,400.00	600,000.00	
4.04.3	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO	QQ	400.00	349.57	139,828.00	
4.04.4	SUMINISTRO Y COLOCACION DE BARRAS DE ANCLAJE 3/4" INCLUYENDO PERFORACIONES	ML	700.00	238.14	166,698.00	
4.05	ADECUACION DEL CANAL DE SALIDA					
4.05.1	EXCAVACION EN CUALQUIER MATERIAL EXCEPTO ROCA PARA ALOJAR GAVIONES	M3	13,420.00	36.39	488,353.80	
4.05.2	RELLENO COMPACTADO EN RESPALDO DE MURO DE GAVIONES CON MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACIONES	M3	2,493.00	36.39	90,720.27	
4.05.3	RELLENO SEMICOMPACTADO CON MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACIONES	M3	82,681.00	11.17	923,546.77	
4.05.4	PROTECCION CON GAVIONES EN MARGEN IZQUIERDA	M3	2,860.00	389.73	1,114,627.80	
4.05.5	COLCHONETAS EN LA FUNDACION DE GAVIONES	M3	50.00	420.00	21,000.00	
4.05.6	FORMACION DE FILTRO DE GRAVA Y FILTRO DE ARENA EN RESPALDO GAVIONES	M3	254.00	300.00	76,200.00	
4.05.7	PROTECCION CON GAVIONES EN MARGEN DERECHA	M3	100.00	389.73	38,973.00	

CONVENIO IICA-INDRHI	PRESUPUESTO DE OBRAS	HOJA No 5 DE 11
	PROYECTO COMPLEMENTACION	CALCULO W. P. S.
PRODAS	DE LA PRESA DE SABANETA	FECHA 19/03/92

	CONCEPTO	UNIDAD O MEDIDA	CANTIDAD ESTIMADA	PRECIO UNITARIO	VALOR RD$	SUB-TOTAL RD$
4.05.8	FABRICACION Y COLOCACION DE HORMIGON ARMADO EN CASETA DIQUE DERIVADOR	M3	3.00	1,500.00	4,500.00	
4.05.9	DEMOLICION Y REMOCION DE BADEN AGUAS ABAJO DEL DIQUE DERIVADOR	M3	129.00	411.03	53,022.87	**4,208,070.51**
5.00	**CONSTRUCCION DIQUE FUSIBLE Y ADECUACION SECCION DE CONTROL**					
5.01	DEMOLICION DE HORMIGON SIMPLE	M3	24.00	612.55	14,701.20	
5.02	DEMOLICION DE HORMIGON ARMADO	M3	30.00	1,200.00	36,000.00	
5.03	EXCAVACION EN ROCA SANA	M3	30.00	300.00	9,000.00	
5.04	FABRICACION Y COLOCACION DE HORMIGON ARMADO	M3	42.00	3,000.00	126,000.00	
5.05	SUMINISTRO Y COLOCACION DE BARRAS DE ANCLAJE EN LA ROCA INCLUYENDO PERFORACIONES	ML	79.00	350.00	27,650.00	
5.06	FORMACION DEL NUCLEO IMPERMEABLE CON MATERIAL PRODUCTO DE BANCO DE PRESTAMO	M3	460.00	63.43	29,177.80	
5.07	FORMACION DE ZONA PERMEABLE CON MATERIAL COMPRENDIDO ENTRE LAS MALLAS 4.77 MM Y 9.52 MM (3/8")	M3	1,680.00	475.14	798,235.20	
5.08	FORMACION DE FILTRO DE ARENA	M3	1,024.00	475.14	486,543.36	
5.09	FORMACION DE ZONAS PERMEABLES CON MATERIAL COMPRENDIDO ENTRE LAS MALLAS DE 3/4" Y 1 1/2"	M3	567.00	455.14	258,064.38	
5.10	FORMACION DE CANAL PILOTO	GLOBAL		P.A	15,000.00	**1,800,371.94**
6.00	**OBRAS DE PROTECCION EN EL VERTEDERO DE EMERGENCIA**					
6.01	LIMPIEZA Y DESMONTE EN AREA DE CONSTRUCCION	HA	0.40	3,753.70	1,501.48	
6.02	EXCAVACION EN CUALQUIER MATERIAL EXCEPTO ROCA	M3	1,950.00	38.00	74,100.00	

CONVENIO IICA-INDRHI	PRESUPUESTO DE OBRAS	HOJA No. 6 DE 11
	PROYECTO COMPLEMENTACION	CALCULO : W. P. S
PRODAS	DE LA PRESA DE SABANETA	FECHA . 19/03/92

	CONCEPTO	UNIDAD O MEDIDA	CANTIDAD ESTIMADA	PRECIO UNITARIO	VALOR RD$	SUB-TOTA RD$
6.03	FORMACION DE ENROCAMIENTO EN LOS TALUDES	M3	4,529 00	260.00	1,177,540.00	
6.04	PROTECCION CON COLCHONETAS DE GAVIONES EN LOS TALUDES	M3	184.21	420.00	77,368.20	
6.05	PROTECCION CON GAVIONES A LA SALIDA DE LA SECCION DE CONTROL	M3	1,950.00	350.00	682,500 00	
6.06	DEMOLICION Y REMOCION DE REMANENTES INSTALACIONES PROVISIONALES EN CANAL DE SALIDA	GLOBAL		P.A	30,000.00	2,043,089.0
7.00	**INSTALACION SISTEMA VENTILACION, CONTROL REMOTO VALVULA MARIPOSA, COMPUERTA Y CIERRE ABERTURAS EN TUNEL DE DESVIO**					
7.01	CONTROL REMOTO	GLOBAL		P.A	325,000.00	
7.02	SISTEMA DE VENTILACION	GLOBAL		P.A	410,000.00	
7.03	CIERRE DE ABERTURAS	GLOBAL		P.A	230,000.00	965,000.0
8.00	**CANALETAS DE CONTROL EROSION EN ESTRIBO IZQUIERDO INCLUYENDO VERTEDERO EMERGENCIA**					
8.01	EXCAVACION EN CUALQUIER MATERIAL EXCEPTO ROCA	M3	708.00	45.00	31,860.00	
8.02	FABRICACION Y COLOCACION HORMIGON SIMPLE EN SOLERA	M3	31.00	1,084.64	33,623.84	
8.03	FABRICACION DE ENCACHE	M3	393.00	376.88	148,113.84	213,597.0
9.00	**CONSTRUCCION DE ACCESO AL CONDUCTO DEL ANTIGUO DESAGUE DE FONDO**					
9.01	DEMOLICIONES EN GENERAL Y DESMANTELAMIENTO DE ESCALERA EXISTENTE	GLOBAL		P.A	4,000.00	
9.02	EXCAVACION EN CUALQUIER MATERIAL EXCEPTO ROCA	M3	40.00	45.00	1,800.00	

CONVENIO IICA-INDRHI	PRESUPUESTO DE OBRAS	HOJA No. 7 DE 11
	PROYECTO COMPLEMENTACION	CALCULO W. P. S
PRODAS	DE LA PRESA DE SABANETA	FECHA 19/03/91

	CONCEPTO	UNIDAD O MEDIDA	CANTIDAD ESTIMADA	PRECIO UNITARIO	VALOR RD$	SUB-TOTAL RD$
	FABRICACION Y COLOCACION DE HORMIGON	M3	51.00	2,241.30	114,306.30	
	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO	QQ	106.74	337.97	36,074.92	
	MURO DE BLOQUES DE 0.20 M	M2	18.51	200.00	3,702.00	
	BLOQUES CALADOS TIPO VENTANA	U	40.00	22.75	910.00	
	PAÑETE PULIDO	M2	65.00	55.00	3,575.00	
	SUMINISTRO Y COLOCACION PUERTA METALICA	U	1.00	2,500.00	2,500.00	
	SUMINISTRO E INSTALACION DE ESCALERA METALICA CON BARANDA GALVANIZADA	GLOBAL		P.A	30,000.00	
	INSTALACION ELECTRICA	GLOBAL		P.A	1,500.00	
	SUMINISTRO E INSTALACION DE PARRILLAS	U	2.00	2,900.00	5,800.00	204,168.22
00	DESAGUE AUXILIAR EN LA CENTRAL HIDROELECTRICA					
01	DEMOLICION DE HORMIGON ARMADO	M3	1.00	3,000.00	3,000.00	
02	FABRICACION Y COLOCACION DE HORMIGON	M3	52.00	2,200.00	114,400.00	
03	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO	QQ	36.15	349.57	12,636.96	
04	ANILLOS DE RIGIDEZ Y OTROS ELEMENTOS DE ACERO	KG	470.00	50.00	23,500.00	
15	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE PRESION INCLUYENDO REDUCCION BRIDAS Y PASO DE HOMBRE	KG	3,241.00	60.00	194,460.00	
16	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE VENTILACION	KG	1,300.00	55.00	71,500.00	
17	SUMINISTRO E INSTALACION DE VALVULA MARIPOSA DE 1.5 M DE DIAMETRO CON SUS ACCESORIOS	U	1.00	3,810,000.00	3,810,000.00	

CONVENIO IICA-INDRHI	PRESUPUESTO DE OBRAS	HOJA NO. [illegible] DE [illegible]
	PROYECTO COMPLEMENTACION	CALCULO [illegible]
PRODAS	DE LA PRESA DE SABANETA	FECHA [illegible]

	CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD ESTIMADA	PRECIO UNITARIO RD$	VALOR RD$	SUB-TOTAL RD$
[illegible]	SUMINISTRO E INSTALACION DE VALVULA DISCO DIFERENTE DE 1 [illegible] DE DIAMETRO CON SUS ACCESORIOS	U	[illegible]	[illegible]	[illegible]	5,859,496.[illegible]
11.00	CONSTRUCCION DE RELLENO Y OBRAS DE CANALIZACION Y CONTROL DE EROSION EN LADO DERECHO DEL DISIPADOR					
[illegible]	LIMPIEZA Y DESMONTE INCLUYENDO DESTRONQUE	GLOBAL		[illegible]	50,000.00	
[illegible]	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACIONES	M3	322.00	28.82	9,282.40	
[illegible]	CONSTRUCCION CANALETA DE DRENAJE					
[illegible]	EXCAVACION EN CUALQUIER MATERIAL EXCEPTO ROCA	M3	227.00	33.61	7,764.47	
[illegible]	REVESTIMIENTO DE HORMIGON SIMPLE	M3	46.00	[illegible]	[illegible]	
[illegible]	JUNTAS DE CONTRACCION CON SELLO DE MATERIAL BITUMINOSO	ML	115.00	14.97	[illegible]	
[illegible]	OBRAS DE CONTROL DE EROSION					
[illegible]	PROTECCION CON COLCHONETAS DE GAVIONES	M3	55.00	430.00	24,150.00	
[illegible]	PROTECCION CON GAVIONES	M3	379.00	389.73	146,538.48	303,765.82
12.00	RECONSTRUCCION TRAMO DEL CONDUCTO DEL ANTIGUO DESAGUE DE FONDO	GLOBAL		P.A.	[illegible]	2,100,000.00
13.00	INSTALACION DE INSTRUMENTACION PARA AUSCULTACION DE LA PRESA					
[illegible]	SUMINISTRO E INSTALACION PIEZOMETROS TIPO CASAGRANDE INCLUYENDO PERFORACIONES	U	17.00	[illegible]	[illegible]	
[illegible]	SUMINISTRO E INSTALACION PIEZOMETROS ELECTRICOS	U	[illegible]	[illegible]	[illegible]	

CONVENIO IICA-INDRHI	PRESUPUESTO DE OBRAS	HOJA No. 9 DE 11
	PROYECTO COMPLEMENTACION	CALCULO : W. P. S.
PRODAS	DE LA PRESA DE SABANETA	FECHA : 19/03/92

	CONCEPTO	UNIDAD O MEDIDA	CANTIDAD ESTIMADA	PRECIO UNITARIO	VALOR RD$	SUB-TOTAL RD$
	UNIDAD LECTORA	U	2.00	19,405.00	38,810.00	
	ESTACION MEDICION DE CAUDALES EN GALERIA DE DRENAJE	GLOBAL		P.A	6,700.00	
	SUMINISTRO E INSTALACION LIMNIMETRO EN GALERIA DE DRENAJE					
1	SENSOR TRANSDUCTOR DE PRESIONES	U	1.00	25,600.00	25,600.00	
2	REGISTRADOR CON TRANSMISOR	U	1.00	68,750.00	68,750.00	
3	PANEL SOLAR	U	1.00	5,300.00	5,300.00	
4	INDICADOR	U	1.00	8,750.00	8,750.00	
5	CABLES CONDUCTORES	ML	10.00	125.00	1,250.00	
6	CABLES TELEFONICOS	ML	300.00	4.92	1,476.00	
7	TUBOS CONDUIT	ML	150.00	16.39	2,458.50	
8	INSTALACION Y MANO DE OBRA	GLOBAL		P.A	35,000.00	
	SUMINISTRO E INSTALACION LIMNIMETRO PARA EMBALSE					
1	SENSOR TRANSDUCTOR DE PRESIONES	U	1.00	25,600.00	25,600.00	
2	AMPLIFICADOR	U	1.00	8,750.00	8,750.00	
3	REGISTRADOR CON TRANSMISOR	U	1.00	68,750.00	68,750.00	
4	PANEL SOLAR	U	1.00	5,300.00	5,300.00	
5	INDICADOR	U	2.00	8,750.00	17,500.00	
6	TUBERIA DE HIERRO GALVANIZADO DE 4"	ML	120.00	125.00	15,000.00	
7	CONTRUCCION DE SOPORTES DE HORMIGON ARMADO	M3	2.40	2,000.00	4,800.00	

CONVENIO IICA-INDRHI	PRESUPUESTO DE OBRAS	HOJA No. 10 DE 11
	PROYECTO COMPLEMENTACION	CALCULO W. P. S
PRODAS	DE LA PRESA DE SABANETA	FECHA 19/03/92

	CONCEPTO	UNIDAD O MEDIDA	CANTIDAD ESTIMADA	PRECIO UNITARIO	VALOR RD$	SUB-TOTAL RD$
3.06.9	CABLES CONDUCTORES	ML	120.00	125.00	15,000.00	
3.06.9	CABLES TELEFONICOS	ML	1,300.00	4.92	6,396.00	
3.06.10	TUBO CONDUIT	ML	550.00	16.39	10,563.50	
3.06.11	INSTALACION Y MANO DE OBRA	GLOBAL		P.A	45,000.00	794,144.00
4.00	REPARACION DE GAVIONES EN CORTES DE ZONA DE LA OBRA DE TOMA					
4.01	REPARACION CON MALLA DE GAVIONES	M3	1,460.00	56.09	81,891.40	
4.02	REEMPLAZO DE COLCHONETAS DE GAVIONES	M3	72.00	330.15	23,770.80	105,662.20
15.00	REPARACION CON GUNITA EN PORTAL DEL TUNEL	GLOBAL		P.A	42,500.00	42,500.00
16.00	ENROCAMIENTO EN EL PARAMENTO AGUAS ARRIBA DE LA PRESA					
6.01	FORMACION DE ENROCAMIENTO CON ROCAS DE TAMAÑO MAXIMO DE 0.25 M	M3	11,200.00	312.00	3,494,400.00	
6.02	FORMACION DE ENROCAMIENTO CON ROCAS DE TAMAÑO ENTRE 0.25 Y 0.70 M.	M3	26,100.00	336.72	8,840,592.00	12,334,992.00
17.00	LIMPIEZA FINAL Y ACONDICIONAMIENTO DEL AREA DE LA OBRA INCLUYENDO CERCAS DE PROTECCION	GLOBAL		P.A	375,000.00	375,000.00

CONVENIO IICA-INDRHI	PRESUPUESTO DE OBRAS	HOJA No. 11 DE 11
	PROYECTO COMPLEMENTACION	CALCULO . W P S.
PRODAS	DE LA PRESA DE SABANETA	FECHA . 19/03/92

	CONCEPTO	UNIDAD O MEDIDA	CANTIDAD ESTIMADA	PRECIO UNITARIO	VALOR RD$	SUB-TOTAL RD$
0	PARTIDAS GENERALES					
	CAMPAMENTOS	GLOBAL		P.A	1,000,000.00	
	TOPOGRAFIA	GLOBAL		P.A	700,000.00	1,700,000.00
	SUB-TOTAL					69,391,525.64
	GASTOS INDIRECTOS					
	10% BENEFICIOS				6,939,152.56	
	4% ADMINISTRACION				2,775,661.03	
	4% SEGUROS Y FIANZAS				2,775,661.03	
	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION				400,000.00	12,890,474.61
	TOTAL A CONTRATAR RD$					82,282,000.25

ANEXO 3

Memorias de Cálculo
de
Costos

ANEXO 4

Informes y Hojas de Vida
de
Consultores Externos

RELACION DE INFORMES DE CONSULTORES EXTERNOS

Durante el período de construcción en que la firma Supervisora Hanson-Rodriguez S. A. estuvo presente, su Panel de Consultores Externos le presentó diez informes, los cuales fueron llamados "CONSTRUCTION CONSULTANT MEMORANDA Nos. 1-S al 10-S". Posteriormente, en diciembre de 1981, durante la preparación de su "INFORME DE LA INSPECCION FINAL DE LA CONSTRUCCION" de fecha marzo de 1982, la Supervisora recibió otro informe (No. 11-S) de su Panel de Consultores. En adición a lo anterior, el Dr. Andrew H. Merritt preparó para la Supervisora varios informes individuales, durante la construcción, los cuales fueron designados "TECHNICAL LETTER DM-10".

En enero de 1986, pocos días después de que se produjera el incidente en el conducto del antiguo desague de fondo descrito en la Sección I.A, el Panel de Consultores que asesoraba a la Dirección de Desarrollo Hidroeléctrico (en esa época bajo la dependencia de la Corporación de Electricidad), visitó la Presa de Sabaneta con el fin de examinar el problema y dar recomendaciones. Este Panel, compuesto por el Dr. Don U. Deere, el Dr. Jack W. Hilf y el Ing. James W. Libby, efectuó cinco visitas adicionales. Las observaciones y recomendaciones de estas visitas estan contenidas en informes titulados "SABANETA PROJECT LEAKAGE, Memoranda Nos. 1 al 6", fechados 21/1/86, 10/2/86, 4/6/86, 7/10/86, 5/5/87 y 12/10/87. En adición a estos informes. el Ing. Libby preparó una carta-reporte de fecha 12/11/88, en ocasión de una consulta adicional que se le hiciera fuera del país.

Paralelamente a las visitas del Panel de Consultores referidas en el párrafo anterior, El Ing. Carl-Anders Andersson, consultor especialista en inyecciones, realizó ocho visitas a la obra. Sus "INFORMES Nos. 1 al 8, SOBRE EL TRATAMIENTO CON INYECCIONES EN LOS TUNELES DE LA MARGEN DERECHA", fueron elaborados en las fechas siguientes: 10/7/86, 19/11/86, 29/7/87, 22/10/88, 21/10/90, 11/3/91, 5/7/91, 25/1/92.

Por otra parte, el Dr. Andrew H. Merritt, quién estuvo involucrado en la obra en los periodos iniciales de la construcción, fué consultado por el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI) en noviembre de 1987. Después de visitar la obra, el Dr. Merritt presentó sus opiniones al INDRHI en dos comunicaciones, las cuales están fechadas 18/11/87 y 20/11/87.

En fecha más reciente, INDRHI promovió la formación de un Panel de Consultores para el Proyecto de Sabaneta, el cual quedó constituido por el Ing. James W. Libby, miembro del Panel previo, el Dr. Andrew H. Merritt y el Ing. Carl-Anders Andersson. Este nuevo Panel realizó una visita a la obra en marzo de 1991 y presentó el informe correspondiente con fecha 8/3/91 y referido como "SABANETA PROJECT, REMEDIAL MEASURES".

En este anexo, se presenta el informe del 8/3/91 del nuevo Panel de Consultores y el último informe individual del Ing. Andersson (No. 8) de fecha 25/1/92, así como las hojas de vida de los tres miembros de este nuevo Panel. También se incluye aquí el original en inglés y la versión al español del informe No. 11-S, de diciembre de 1981, del Panel de Consultores de la Supervisora.

Sección 2.10

Conclusiones y Recomendaciones

del

INFORME DE LA INSPECCION FINAL DE LA CONSTRUCCION

de

HANSON RODRIGUEZ S. A.

marzo de 1982

Carl-Anders Andersson
Cabello 3150 - 4°A
1425 Buenos Aires
541 802 8292

James W. Libby
15187 McVay Lane
Brookings, OR 97415
503 469 2670

Andrew H. Merritt
7726 S.W. 36th Ave
Gainesville, FL 32608
904 372 6153

8 March 1991

INDRHI
Att: Ing. C. Augusto Rodríguez Gallart
Executive Director
Santo Domingo
República Dominicana

RE: Sabaneta Project, Remedial Measures

Dear Ing. Rodríguez

The newly formed Board of Consultants for the Sabaneta Project met in the Dominican Republic 5-8 March 1991, for the purpose of reviewing the status of the remedial works and to recommend any additional measures considered appropriate to mantain the project in a safe condition.

Each of the Board members has been involved, individually or as part of other consulting groups, for a considerable period of time. Mr Merritt was involved in the early days of construction and later made a brief visit in November 1987. Mr. Andersson was originally retained as a grouting consultant in 1986 and has visited the project on 5 occasions. Mr. Libby began as a member of a CDE consulting board who visited the project 6 times between January 1986 and October 1987 and a seventh time as an individual consultant to INDRHI in November 1988.

The present Board visited the project on 6 March 1991 and inspected the works and reviewed some of the grouting and monitoring records. Our thanks are expressed to Ing. Betances, Pimentel and Polanco for their organizing the field visit and detailed discussions of the remedial work.

TABLE OF CONTENTS

1. STATUS

Much of the remedial work recommended by previous advisers, including members of this Board, has been carried out by CDE and later, INDRHI.

It is our judgement, after viewing project conditions and discussing details of work completed, that the Sabaneta Project is now in a safe condition and normal project operation can be resumed. As detailed in the following sections some work items remain to be completed to raise the status of the project to the quality usually accepted for such an important dam and ancilliary structures.

Structural invert concrete, upstream plug concrete, watertightness of all openings through the upstream plug, relocation of valve operating equipment, etc., has been completed in the "diversion tunnel" upstream of the main dam curtain closure plug. Only some invert grouting, crown check grouting and closure of main plug openings remain. The general quality of work done appears good.

All planned work in the low level outlet tunnel, including concrete backfilling and leakage control through pipes and valves has been completed.

In the spillway tunnel, the triple line grout curtain which overlaps with the dam curtain at the diversion tunnel plug area, is essentially complete. Drilling and grouting of left side radial fans upstream of the plug is in progress.

To properly upgrade the morning glory spillway tunnel so future damage will be minimized remains the major item of work still to be done. Work to repair and smooth the invert of the

horizontal portion of the tunnel and air slots to prevent cavitation is recommended, as detailed below.

2 DIVERSION TUNNEL

2.1 General

All major remedial work in the diversion tunnel upstream of the main concrete plug at the spillway tunnel junction has now been completed. Such work was required to eliminate the risk of tunnel lining failure and catastrophic flooding with release of the reservoir.

An extended upstream concrete plug has been placed, the low level valve space and outlet tunnel filled, a major structural concrete reinforcement of the tunnel floor, etc, has been accomplished. We consider that safety against catastrophic failure has now been achived. Minor work remains to be done before all remedial work is accomplished.

2.2 Grouting

Presently water is flowing freely from several pipes in the invert of the diversion tunnel. The main flow, about 10 l/s, comes through the pipe used to conduct water seeping from the ground below the slab replacing the deficient floor portion in the tunnel. This pipe below the penstock and all other existent pipes should be grouted. Redrilling through 2 or 3 of the pipes will permit to use them as piezometers for regular readings.

Check-holes should be drilled through the roof lining every 5 m and 3 m into the rock and be grouted.

Staggered holes could be placed every 10 m inclined 45° from the vertical.

Additional holes may have to be drilled if voids or leakage of grout is detected. At the bottom of the vertical access shaft to the tunnel where seepage through the concrete is observed one or two rings of holes may have to be drilled and grouted.

As high pressures are supposed to exist behind the lining, caution has to be exercised so as to prevent accidents due to the sudden force on drill bars and inrush of water. Steel sleeves with valves should always be installed in the concrete lining.

The final grouting pressure should be 6 kg/cm^2 but care must be taken so as not to apply this pressure very concentrated over longer distances. Many more or less longitudinal cold joints can be observed in the arch and these represent planes of structural weakness. It is suggested to control posible deformation of the roof lining during grouting by convergence measurements with invar tape.

2.3 Watertightness at Plug

Numerous openings remain in the plug that include access to the low level drainage tunnel, pipes formerly used for irrigation purposes, and the main access to the spillway tunnel. The Board recommends that a plan be devised to close these openings either permanently or by self-closing doors whereby the security of the downstream areas is insured if a

breach should occur in the pressure pipe or upstream tunnel lining.

2.4 Ventilation

With watertight closure of the various openings in the plug, as recommended above, stagnant air in the diversion tunnel will develop. Some evidence of methane and hydrogen sulphide gas also has been reported. It is recommended that a ventilation system be designed and installed which will provide sufficient air change to adequately control humidity and prevent dangerous concentrations of gas.

A positive system, either supply or exhaust could be developed from the surface using the access shaft.

2.5 Remote Butterfly Valve Operation

A previous Board recommended that remote controls for the butterfly guard valve at the upstream end of the penstock be located at the top of the access shaft. The purpose of this recommendation was to provide a means of closing off penstock flow should the penstock rupture downstream of the valve and flood the space upstream of the main concrete plug, making valve controls inaccessible. We consider such a recommendation should be maintained.

We understand that an initial request to the valve manufacturer has indicated that such remote operation would be difficult and costly. Perhaps the intent has been misunderstood. It is only necessary to close the valve; it is not necessary to open it from the remote location. Since the valve leaf is held open by hydraulic pressure and will

close by its counterweight if pressure is lost, a simple remote valve opening of a hydraulic pressure pipe should be possible. After valve closure occurs, and the diversion tunnel eventually unwatered, the valve opening system can be returned to its original function.

3 LOW LEVEL OUTLET TUNNEL

3.1 Flow Monitoring

Reading of flows from Salidas A through E have been made since 1987. Although there is a fluctuation of flow according to the reservoir level, the measurements indicate a reasonable predictability for reservoir levels up to 640m. Total flows range from about 55 l/sec at reservoir level 615m to about 130 l/sec at reservoir level 640m. Because the reservoir can rise to 644m or higher in extreme cases, the monitoring should continue for the foreseeable future.

The Board believes that these flows may be related to complex water circulation systems deep within the rock that probably existed prior to reservoir filling. They have not materially changed due to recent grouting in the plug although some evidence of interconnection does exist. The Board does not believe it necessary nor desirable to attempt to grout off the source of these flows. Although some wash-out of rock fragments or shale could occur, the Board believes it adequate to note any important changes by recording flows only.

3.2 Ventilation

Closure of the various openings to the diversion tunnel will interrupt the existing natural ventilation. The

odor of hydrogen sulfide gas, H_2S, was noted when descending the inclined access pipe. We were informed that matches burn irregularly and often flame abruptly. Under certain conditions the air is often deficient in oxygen.

Because personnel will continue to visit this tunnel, a permanent ventilation system should be established. This might be achieved by blowing air through plastic vent pipe from the downstream access shaft or by drilling a hole from the spillway tunnel and blowing air through a pipe whose inlet is located near the arch of the tunnel.

Monitoring of air for H_2S, methane, and oxygen is recommended when personnel enter to monitor flows or perform other duties.

3.3 Access

Permanent access will be established through the downstream shaft. The stairway should be improved and a walkway constructed through the deeper water near the downstream end. It is not necessary to complete the inner lining of the low level outlet with the roof, thus facilitating the access to the measuring points of flow.

3.4 Concrete Outlet Pipes

Outlet pipes, A through E should be considered part of the permanent drainage system and therefore protected against deterioration to the degree possible. It is recommended that the pipes be encased with concrete to near the flange but with sufficient space to remove valve fastening bolts at some future time the valve may need to be changed if corrosion impedes its operation.

4.0 SPILLWAY TUNNEL

4.1 Grouting

Three radial grout curtains from the spillway tunnel to key in with the main grout curtain under the dam are near completion. Each radial curtain consist of about 10 primary boreholes with a depth of 20 to 25 m and extended to 30m below the tunnel. Secondary and tertiary holes have been or are to be drilled systematically in order to reduce the distance between holes to 3-4m on the perimeter of the curtain. In the main grout curtain the distance between tertiary holes was 2m.

The stages of grouting are as follows:

A. Descending boreholes

1. Primary holes in curtain No.2 (coinciding with the dam axis) was perfomed in 1988.
2. Primary and secondary holes in curtain No.1 and No.3 starting in 1990.
3. Redrilling and regrouting of primary holes with high takes in curtain No.1 and adding secondary holes.
4. Tertiary holes in curtain No.1 and 3 including redrilling and regrouting of some secondary holes with high takes.
5. Tertiary holes in curtain No.2 and redrilling of some secondary holes.

B. Ascending boreholes

- Idem descending boreholes -

Depending on the amount of grout takes some quaternary holes have been added. Besides the grouting in the grout curtain No.1 to No.3, work has also progressed on the curtain No.4 and an intermediate one called No.3-4. This tatter one exist only in the left half of the tunnel in a transition zone so as to adapt to a change in angle betwen curtain No.3 and No.4.

The results up to stage 3 (see listing above) were analyzed in Mr. Andersson's report No.5 in Oct. 1990 and the same report also contains recommendations for the continued work. At present stage A4 and B3 are in progress. A general review of the results indicate that the highest grout takes have occurred about 15 to 20 m below the tunnel invert but there are also high takes in singular spots in other positions. In some cases comunication between grout holes or to the outlets in the low level outlet tunnel have been registered; in some cases the grouting had to be interrupted as the grout was washed out. In order to solve the problem of washout of the grout, silicate was added to the mix in a few cases. It seems as the problem of washout of the grout gradually has diminished.

The amount of drilling and cement absorption in the three radial curtains is given in Table 1. The meters drilled in curtain No.1 and No.3 in the different stages are very similar but the takes are higher in No.1. The grout takes less than 50 kg/m account for more than 75% of the total lengh drilled and the takes above 200 kg for less than 8% in the primary and secondary holes and much less in the tertiary holes.

A more detailed analisis of the results and with specific indications for the remaining work will be prepared

separately by Mr. Andersson. In general terms it seems that the three radial grout curtains can form a satisfactory barrier for excessive flows near the tunnel from the upstream high pressure area when completed as indicated.

In the tunnel portion upstream of the dam axis, radial curtains should be placed every 5m in the non circular tunnel section until reaching the bend. These curtains will be numbered No.4 to No.10 and the first one is partly executed. The length of the drilling will be 12 m except for 1 or 2 descending holes in each fan which should extend to 20m depth. The main purpose of these grout holes is to explore the contact and the rock around the tunnel and to grout the contact between the concrete and the rock in order to assure the structural capacity of the tunnel lining subjected to external pressures from the reservoir. Secondary holes need to be drilled only when high takes are registered in the contact area or if high takes occur in adjacent holes in the rock. In the elbow, where the section is circular, 5 m deep holes should be drilled through the concrete roof up to the point where the tangent to the vertical curve has an inclination of 45°. It is suggested to continue using the mix with a/c=0.7 or 1.

PANTALLA NO.1

Fases Perforación	Mts Perforados	Admisión total (kg)	Mts perforados con admisiones de:			
			<50 kg/m	50-100 kg/m	100-200 kg/m	>200 kg/m
Primarias	261.98	18.731.00	168.10	55.10	18.53	20.15
Secundarias	220.55	19.608.05	202.55	5.00	-	13.00
Terciarias	183.25	5.840.50	145.60	-	-	17.65
Cuaternarias	53.50	224.50	53.50	-	-	-
Total	699.26	44.204.05				

PANTALLA No.2

Fases Perforación	Mts Perforados	Admisión total (kg)	Mts perforados con admisiones de:			
			<50 kg/m	50-100 kg/m	100-200 kg/m	>200 kg/m
Primarias	236.43	15.125.00	185.13	29.60	10.00	11.70
Secundarias	94.00 *	1.685.00	82.60	6.40	5.00	-
Terciarias	-	-	-	-	-	-
Cuaternarias	-	-	-	-	-	-
Total	330.43	16.810.00				

* No concluida hasta el 6-3-91

PANTALLA NO.3

Fases Perforación	Mts Perforados	Admisión total (kg)	Mts perforados con admisiones de:			
			<50 kg/m	50-100 kg/m	100-200 kg/m	>200 kg/m
Primarias	267.85	4.505.07	240.25	17.60	-	-
Secundarias	249.70	8.212.38	223.10	11.10	-	15.50
Terciarias	129.70	1.413.50	117.70	12.00	-	-
Cuaternarias	77.80	971.10	77.88	-	-	-
Total	715.05	15.102.05				

TABLE 1: Quantities of drilling and cement in radial grout curtain from the spillway tunnel.

4.2 Invert Treatment and Air Slots

The surface of the spillway tunnel invert, both in the elbow downstream of the shaft air ring and in the horizontal reach to the stilling basin, is very rough and irregular and has never been cleaned of construction debris and concrete spatter.

Spilling discharges at the base of the elbow and along the horizontal reach will be at cavitating velocities. It will be necessary to either greatly improve the smoothness and regularity of the invert surfaces or to prevent negative cavitating pressures by construction of air slots. It is our judgement, if reliance is to be placed on invert smoothness, that an invert overlay pavement will be necessary for the entire length of the spillway tunnel, to obtain the quality of surface desired. Such as overlay would be about 20 cm thick, anchored to the existing concrete with dowels , and be reinforced. Even with a superior finish, cavitation can still occur.

The Board considers that a combination of air slots and improvement of the existing concrete surface would be the most economical and satisfactory remedial solution. The air ring in the shaft would provide initial aeration. Two additional air slots appear appropriate for the horizontal tunnel; the first located just downstream of the grout curtain and the second half-way from the first slot to the stilling basin. The air slots will be, therefore, about 75m apart.

After chipping off and grinding projections above the invert surface, concrete imperfections must be treated. Rock pockets and holes in the invert must be chipped out or cut out with a diamond saw a depth of about 5 cms to 7 cms and filled

with epoxy mortar. Larger areas of imperfections may require concrete removal to below the reinforcement layer. With the provision of air slots gentle ondulations in the invert concrete surface can be accepted. Abrupt deviations must be smoothed. Generally, a rate of change or deviation of about 7° can be accepted.

Air slots of about 70 cm by 70 cm square finished section would be excavated into the floor and up the tunnel sides to above maximum water surface. Bulking due to aeration must be considered. A ramp of about 15 cms height must be built of high quality concrete along the upstream lip of the slot. Details of successful air slots and air demand information is contained in the literature. It may be well to check details and consult with professor Nelson Pinto of Curitiba Brazil, who is one of the most knowledgeable individuals regarding this subject.

4.3 Stilling Basin

As recommended in previous report, it will be necessary to unwater the stilling basin, clear out all debris, and repair damaged dentates and baffle blocks.

5. OTHER ITEMS

5.1 Top of Dam

The Board was informed that the upper 4 m of the dam was constructed quickly and some question exists of the quality

of the fill and its degree of compaction. The Board endorses the test pit program and in-situ density tests of the fill material. If the fill is not too coarse, standard penetration tests might be considered as a means of determining the distribution of under-compacted material.

5.2 Powerhouse Unit Operating Restrictions

The Board was advised that difficulties with operating the turbine at low flows and low head has forced wastage of irrigation water by necessitating generation at only large wicket gate openings. We understand that the unit was operated earlier in the life of the project over the whole generation range without difficulty. It would seem that a complete unwatering of the unit and draft tube is necessary to assist in understanding the reason for the present operating restrictions.

5.3 Plugging of Isotope Well

An exploratory boring was made through the dam to provide a point of injection for the isotope tracer program. Because the hole passes through the dam filter and core and penetrates deep into the underlying rock that contains some pervious zones, the Board recommends that the hole be plugged. A packer should be set in the casing a few meters below top of

rock and the rock section grouted with normal cement grout. Gravity pressure only should be used.

The upper section in the dam can be grouted with a plastic bentonite-cement mixture.

5.4 Monitoring Program

A considerable amount of measurements of water levels, pressures and flows are being recorded on a regular basis. The method of organization and presentation of these data should be reviewed to allow for a rapid visual analysis of long term trends. Additional pertinent information should be added to the time/flow graphs such as periods of heavy rainfall, relationship to grouting in the curtain or elsewhere, or fluctuation in piezometric levels.

All available piezometers around the right abutment should be read on a regular basis.

5.5 As-Built Drawings

The Board endorses the efforts of INDRHI to carefully record all of the completed remedial works on as-built drawings. This includes all grouting as well as concreting.

APPENDIX A

LIST OF PARTICIPANTS

AT SITE MEETING AND INSPECTION

MARCH 6, 1991

JOSE BETANCES R. JUAN YOVANNY PIMENTEL JOSE G. POLANCO	INDRHI
CARL ANDERS ANDERSSON JAMES W. LIBBY ANDREW H. MERRIT	CONSULTANTS

PROYECTO SABANETA

INFORME No. 8 SOBRE EL TRATAMIENTO CON INYECCIONES EN LOS TUNELES DE LA MARGEN DERECHA

Elaborado para: INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS HIDRAULICOS (INDRHI)

Carl-Anders Andersson

Santo Domingo, D.N.
25 de enero de 1992.

INDICE

1- INTRODUCCION

Esta octava visita del Ing. Andersson tenía como principal propósito revisar los resultados de las inyecciones efectuadas en el último semestre del año 1991 e indicar la metodología para terminarlas en el túnel de desvío. Además se incluyeron discusiones sobre el tema de los trabajos de la rehabilitación de la presa para preparar algunas recomendaciones sobre temas específicos. También hubo discusiones sobre temas relacionados con el llenado del embalse de Jigüey.

Itinerario:

13/1 Viaje de Buenos Aires con salida a las 11:00 y llegada a Miami a las 17:00. Parada en el Hotel en Miami.

14/1 Viaje Miami-Santo Domingo con llegada al Hotel Hispaniola a las 16 horas. Visita a la oficina del Director Ejecutivo del INDRHI el Ing. Augusto Rodríguez para establecer programa.

15/1 Visita en el Proyecto Jigüey para presenciar el inicio del llenado del embalse.

16/1 Salida de Santo Domingo a las 6:15 junto a los Ings. Betances y Pimentel. Llegada a Sabaneta a las 10:45 después de desayunar en San Juan de la Maguana.
Revisión general de los planos referente a las inyecciones y visita al túnel de vertedero y túnel de desvío junto con Ing. Polanco. Revisión de testigos de roca de las perforaciones de control en el túnel de vertedero. Inspección del talud aguas abajo de la presa y la instrumentación.
Regreso de Sabaneta a las 17:30 y llegada a l hotel a las 21 horas.

17/1 Revisión detallada de datos junto con Ing. Polanco de las perforaciones e inyecciones en el túnel de desvío. Revisión con Ing. Betances sobre el tema de rehabilitación de la presa Sabaneta.

18/1 Revisión de datos y preparación de parte del presente informe en la oficina de INDRHI.

19/1 Preparación del presente informe en el hotel.

20/1 Discusión con Ing. Polanco sobre la metodología propuesta para las inyecciones restantes. Reunión con Ings. Betances, Polanco y Pi Botta sobre la rehabilitación de la presa Sabaneta incluyendo la auscultación.

21/1 Terminación del presente informe en el hotel.

22/1 Visita a la oficina de INDRHI en la mañana. Salida a las 11:30 con Ing. Polanco y llegada a Sabaneta a las 15:00. Inspección de la galería exploratoría en el estribo izquierdo y de las filtraciones en la berma a cota 607. Noche en el Hotel San Juan de la Maguana.

23/1 Llegada a Sabaneta a las 8:00. Inspección del talud aguas arriba de la presa y de los pozos de control excavados en la berma 607. Revisión de niveles piezómetricos. Salida a las 13:00 de Sabaneta y llegada a Jigüey a las 16:00. Visita al tapón del túnel de desvío. Noche en la Villa Alta Gracia, Aguacate.

24/1 Visita en la galería 450 de la presa Jigüey. Discusiones con Ings. Pi Botta, Ciriaco y Espinal sobre temas de inyección e instrumentación. Salida a las 14:00 con Ing. M. Pentillá a Santo Domingo. Reunión con el Director Ejecutivo del INDRHI, Ing. A. Rodríguez Gallart.

25/1 Revisión y terminación del Informe de Sabaneta. Reunión con Ings. Betances y Polanco.

26/1 Salida a las 11:00 del aeropuerto de las Américas hacia Panamá vía Miami.

2- RESUMEN DEL ESTADO Y LOS RESULTADOS DE LAS INYECCIONES

2.1 General

En el segundo semestre de 1991 se observa un avance muy importante en las inyecciones ejecutadas dentro del túnel de vertedero y túnel de desvío.

Desde la última visita en inicio de julio se ejecutaron todas las inyecciones restantes en el tramo correspondiente al codo del túnel de vertedero y en la pantalla radial aguas arriba del tapón en el túnel de desvío. Además se ha prácticamente terminado con las inyecciones en la bóveda del túnel de desvío incluyendo la instalación de anclajes alrededor de la parte inferior de la lumbrera y en ambos lados de una junta fría, en la cual se produjo perdidas de lechada durante las primeras inyecciones.

En la solera del túnel de desvío se ha perforado e inyectado el tramo entre la progresión 140 y 185, esta última coincidiendo con la cara aguas arriba del tapón donde también se ubica la pantalla radial. Actualmente se está trabajando en el tramo de solera ubicado debajo de la lumbrera y que corresponde al tramo donde hay importantes vacíos detrás del hormigón y todavía no se ha cerrado la salida de agua de unos 10 l/s, que se canalizó a través de un tubo durante la construcción de este tramo de solera. A continuación se denomina esta salida como salida No. 4, dado que está ubicado en la zona de las primeras salidas No. 1, No. 2 y No. 3 detectadas cuando se detectaron los problemas en enero de 1986. La inyección a través de la salida No. 4 es la principal tarea faltante, junto con las perforaciones e inyecciones de control en la solera entre la lumbrera y el tapón aguas arriba.

Otra tarea ejecutada es la perforación de los tres sondeos No. 1, No. 2 y No. 3 de control y con recuperación de testigos. Estos sondeos fueron ejecutados desde el túnel de vertedero en la zona de las pantallas radiales correspondiente al eje de la presa. Se intentó ejecutar el sondeo No. 4 dentro del túnel de desvío en la zona de la lumbrera pero la salida abundante de agua a presión y el lavado de las aguas imposibilitaron avanzar y a tener testigos de este sondeo.

Los datos de las perforaciones e inyecciones están resumidas en varios planos preparados en la oficina de campo y contienen toda la información hasta la implantación del túnel y las estructuras correspondientes. Este trabajo representa un avance muy grande en la documentación del proyecto, sobre la cual se ha enfatizado la importancia en anteriores informes.

2.2 Inyecciones ejecutadas en el Túnel de Desvío

2.2.1 Inyecciones en la Bóveda

En el centro de la bóveda se han perforado barrenos de 5 m de profundidad cada 5 m, y lateralmente con inclinación de 45° cada 10 m. Las ubicaciones y absorciones están indicadas en el Plano No. 47 (Hoja 2 de 2) para dichos barrenos y también para los barrenos de inyección de contacto ejecutados en la etapa de construcción.

Las perforaciones avanzaron desde aguas abajo hacia aguas arriba. En general se observó un flujo limitado de agua en el contacto entre el hormigón y roca y la tendencia era que el flujo muchas veces aparecía en el último tramo de las perforaciones de 5 m. Se observan absorciones bastante erráticas. Las comunicaciones entre barrenos no eran demasiado frecuentes.

En la interconexión entre la lumbrera y la bóveda existía una aparente junta fría y antes de inyectar en esta zona se instalaron 24 pernos de 5 m de longitud distribuidos en dos anillos concéntricos con la lumbrera. Después se perforaron e inyectaron 8 barrenos verticales de 10 m de longitud en pasos de 3, 6 y 10 m en un primer anillo detrás del revestimiento de la lumbrera, seguido por otros 8 barrenos en un segundo anillo. Las absorciones resultaron bajas. Los datos correspondientes están resumidos en el Plano No. 45. Inmediatamente aguas abajo de la lumbrera en la progresión 130 aproximadamente existe una junta fría de unos 9 m de longitud en el lado izquierdo de la bóveda, donde hubo perdidas grandes de lechada cuando se empezó a inyectar en esta zona. Fue necesario ejecutar un tratamiento especial para sellar esta junta y reforzar el revestimiento debido a esta debilidad. El tratamiento consistía en la ejecución de 9 barrenos en ambos lados de la junta, perforados e inyectados en pasos de 1 m. Se empleó una lechada sumamente densa con silicato, Acuaplog y asserrín para poder cerrar esta junta. Sobre la junta misma se colocó una chapa de hierro galvanizado. Finalmente se colocaron 24 anclajes de 5 m de longitud en ambos lados de la junta fría. Los datos correspondientes a este tratamiento no están todavía incluidos en ningún plano, lo que debe hacerse.

Después del tratamiento de la junta fría se ejecutaron dos medias pantallas radiales (No. 2 aguas abajo y No. 3 aguas arriba de la lumbrera) antes de inyectar los barrenos en el tramo de bóveda de esta zona. El barreno 21 en el lado derecho de la bóveda tomó casi 5 toneladas. Este barreno se ubicó en una zona donde el revestimiento era muy húmedo y después de la inyección se observa una superficie más seca.

Las inyecciones en la bóveda aguas arriba de la lumbrera también muestran absorciones muy variables. Actualmente falta terminar el lado izquierdo aguas arriba de la progresión 80 donde sale abundante agua a través de los barrenos. En el barreno No. 34 se midió 8 l/s y una presión de 4.3 kg/cm2 pero se logró cierre con 2300 kg de lechada normal (relación agua/cemento 0.7:1). Se agregaron algunas perforaciones más, de las cuales No. 34" resulta con abundancia de agua y no se logró cierre con casi 5 toneladas de cemento. Sin embargo hay indicios que el caudal se redujo después de la inyección.

La apariencia de agua en los barrenos está relacionada con la presencia de arcillas blandas. Parece más común encontrar el agua y la arcilla algún metro detrás del revestimiento que en el contacto del mismo.

2.2.2. Inyecciones en la Solera

En la solera se han perforado e inyectado los barrenos entre las progresiones 140 y 185. Los barrenos penetraron en forma alternante en roca firme y arcilla, pero casi siempre terminaron en arcilla en 4 a 6 m profundidad de donde también salía agua. Aguas abajo de la progresión 155 los caudales de los barrenos eran relativamente limitados pero aguas arriba de la misma aumentan y en la zona de la lumbrera son muy grandes y aparecen más frecuente directamente en el contacto entre revestimiento y roca.

Los barrenos aguas arriba de la progresión 135 (con numeración mayor de No. 28), en la zona de la lumbrera, todavía no están inyectados y representan la principal tarea restante. Estos barrenos se comunican en gran medida entre sí y con la Salida No. 4. El barreno No. 32 coincide prácticamente con el lugar donde se inició la canalización de la salida No. 4. Cuando se inyectó el barreno No. 18, ubicado en el lado derecho, éste se comunicó primero con el barreno No. 25 en el lado izquierdo y recién después con el No. 24 ubicado más cerca en el mismo lado como No. 18; después se observó como sucesivamente el agua salía manchada en los barrenos hacia aguas arriba (hasta el No. 44). El barreno No. 19 comunicó con todos estos barrenos en el lado derecho y también salía lechada en la junta entre la losa nueva y el hastial derecho. Sin embargo ninguno de los barrenos No. 18 y 19 se comunican con la salida No. 4 durante la inyección. El barreno No. 25 se comunico con la salida No. 4 después de primero haber manchado el agua en los barrenos No. 28, 30 y 32.

Los barrenos No. 18 y 19 se inyectaron en dos etapas, en las primeras con 4000 kg y en la segunda con otros 2000 kg pero sin lograr cierre. No obstante se observó una disminución en la

velocidad de admisión. También se notó que inicialmente salía lechada a través de los barrenos que se pusieron en comunicación pero que después de un rato empezó a salir sucesivamente más limpia. Esto podría indicar un posible taponamiento o fraguado de la lechada, que con una suficiente cantidad de lechada podría resultar en condiciones de cierre en los barrenos inyectados.

De lo antedicho surge que se deberá seguir inyectando y contar con suficiente cantidad de cemento para lograr el resultado deseado.

2.2.3. Pantalla No. 1 aguas arriba del tapón

Esta pantalla se ejecutó con barrenos de 10 a 12 m de longitud en distintas etapas, es decir sucesivamente intercalando nuevas perforaciones entre las anteriores. En los barrenos primarios la absorción promedio resultó en aproximadamente 100 kg/m, valor que bajó en cada etapa hasta 13 kg/m en los barrenos cuaternarios. En general no hubo muchos tramos con absorciones muy altas. Hubo tendencia de más filtraciones a través de los barrenos ascendentes en el lado izquierdo de la pantalla y como consecuencia de esto también absorciones algo mayores en este sector. La calidad de la roca en el sector debajo del tapón parece bastante buena.

2.3 Inyecciones en el Codo del Túnel de Vertedero

En el Informe No. 7 se analizaron los resultados de las inyecciones en las pantallas No. 1 a No. 10 del Túnel de Vertedero. Desde entonces se han agregado la pantalla No. 11 y los anillos No. 1 a No. 17 correspondiente al codo del Túnel de Vertedero. Cada anillo consiste en 8 barrenos de 5 m de profundidad que han sido inyectados.

En líneas generales las absorciones son bajas y solamente en forma local aparecen absorciones moderadamente altas. En gran parte de los barrenos salía agua desde el contacto entre el hormigón del codo y la roca, fenómeno que también se había observado en varios de los tubitos dejados en el hormigón como drenajes durante la construcción. En el tramo de aireación dentro del codo se observó un hormigón sumamente poroso, probablemente debido a filtraciones no controladas durante el colado del hormigón y se ha logrado una consolidación de la roca alrededor del mismo.

Con las inyecciones actuales el interior del codo recibe muy pocas filtraciones.

2.4 Sondeos con recuperación de testigos

Desde el Túnel de Vertedero se perforó el sondeo No. 1 hacia aguas arriba con una inclinación de 30° hacia abajo con respecto a la horizontal y con un ángulo de 20° en el plano horizontal con respecto al hastial izquierdo del túnel. La longitud perforada es de 40 m y por lo tanto el sondeo penetra el sector inferior izquierdo de las pantallas radiales Nos. 1, 2 y 3. El sondeo No. 2 de 40 m de longitud fue ejecutado desde el hastial derecho en dirección hacia aguas abajo con la misma azimut como el sondeo No. 1 pero inclinado 30° hacia arriba. Finalmente se agregó el sondeo No. 3 de 36 m de longitud en el hastial izquierdo algunos metros aguas arriba del sondeo No. 1 pero con una inclinación de 15° hacia arriba. El sondeo No. 3 cubre el tramo correspondiente al lado izquierdo del tapón entre los túneles del vertedero y de desvío.

El contratista de las perforaciones ha preparado reportes de los sondeos y entregado fotos. Se observa que los registros no son completos y falta una descripción más detallada por ejemplo con respecto al tipo y frecuencia de fracturas, razones de bajas recuperaciones, variaciones litológicas, etc. Estas faltas también hace difícil evaluar los ensayos de Lugeon.

Tampoco se indica donde hay vestigios de lechada. En el informe No. 1 del Panel de marzo de 1991 se recomendó una revisión de toda la información geológica e hidrológica desde el inicio del proyecto complementado con los datos de los sondeos recomendados y ya ejecutados. Este trabajo falta ejecutar.

La inspección de los testigos y la revisión de reportes y sondeos indican claramente la predominancia de una lutita calcárea de color gris, densa y masiva de buenas características geomecanicas. La frecuencia de fracturas en esta roca parece baja. La mayoría de las fracturas están causadas por roturas mecánicas durante la perforación. Las roturas indican planos de debilidad relativamente transversales al eje de testigo y coincidentes con una leve tendencia de laminación. En este tipo de roca la recuperación en general ha sido cerca 100% y con valores de RQD (Rock Quality Designation) también altos. Hay algunos tramos dentro de este tipo de roca con recuperación más baja pero los reportes no incluyen observaciones sobre posibles causas.

Entre los testigos también hay una cantidad de material muy alterado de color amarillento consistente de arena, limo y arcilla. En los reportes de sondeo se denomina esta roca como marga muy fracturada y alterada. Los testigos correspondientes resultarán difíciles o a veces imposible de recuperar, especialmente en presencia de agua cuando el material salía blando o en forma de lodo. A este material se ha referido como arcilla en las

perforaciones para las inyecciones. Es el mismo material que se observa como muy meteorizado en los afloramientos de roca y se presenta de muy baja densidad. Sería interesante tener una denominación mineralogica más precisa para los materiales.

Es llamativo que se observa muy escasa presencia de lechada fraguada en los testigos. Por un lado las lutitas densas tienen pocas fracturas y las absorciones han sido bajas, pero por otro lado han sido localmente altas en el contacto con material arcilloso. Sin embargo es probable que la lechada absorbida en tramos arcillosos no fluyen muy lejos sino produce bulbos locales que principalmente comprime el material blando. En estos casos es probable que no se note presencia de cemento si el sondeo no cruza cerca una perforación de inyección. Los ensayos de lugeon muestran resultados congruentes con estas observaciones.

3- DATOS DE AUSCULTACION

3.1 Niveles Piezométricos

Los piezometros No. 3 y No. 4 aguas arriba y No. 1 y No. 2 aguas abajo del eje de la presa tienen un comportamiento totalmente regular, y relacionado en forma muy directa con la variación del embalse para el caso de los piezometros aguas arriba.

En el Informe No. 7 se mencionó que el piezometro No. 8 dentro del túnel de vertedero había tenido variaciones muy bruscas debido a la perforación e inyección de las pantallas radiales en esa zona. A partir de septiembre de 1991, cuando evidentemente se terminaron los trabajos en esa zona, el piezometro No. 8 se ha estabilizado y muestra variaciones conforme con los del embalse. Los valores registrados en el mismo son varios metros más altos que antes, acercándose a los de los piezometros No. 3 y No. 4. Esto muestra que las inyecciones de las pantallas radiales en el túnel de vertedero probablemente han producido un efecto de sello.

3.2 Caudales de Filtración

Las variaciones en los caudales de las salidas A, B, C, D y E siguen las relaciones anteriormente establecidas en función del nivel del embalse, salvo que el caudal de la salida C parece haber subido unos 5 l/s en el último semestre en comparación con anteriores valores para niveles del embalse entre 625 y 630 aproximadamente. Será importante observar el desarrollo futuro de la salida C, como así también las otras.

4- INYECCIONES FALTANTES

4.1 General

Falta realizar las inyecciones cruciales en la solera reconstruida debajo de la lumbrera y también efectuar inyecciones en el tramo de solera entre la lumbrera y el tapón aguas arriba. En este último tramo se encuentra la antigua cámara de válvula. En el lado izquierdo de la bóveda falta el cierre final de los barrenos en la zona del No. 34.

La meta final es de lograr un estado sin filtraciones hacia el Túnel de Desvío. Con las inyecciones ejecutadas en el último semestre de 1991 se ha creado las condiciones de hacer el cierre final de los drenajes que todavía vierten agua en este túnel. La principal vertiente es la salida No. 4 en la cual el caudal actualmente varía según cuanto de los barrenos recién perforados queden abiertos dado la fuerte intercomunicación. En varios de estos barrenos se han medido presiones de unos 4 kg/cm2, lo que corresponde a la presión hidrostática del embalse con la cota actual de 626. Por lo tanto las presiones no deben aumentar mucho si se cierra la salida No. 4 y todos los barrenos actualmente inyectados. La inyección requiere aplicar una presión mayor para poder empujar la lechada hacia los vacíos debajo de la solera pero será suficiente con una presión total de 5 a 6 kg/cm2, lo que corresponde a la presión con el embalse lleno. De este punto de vista es muy conveniente ejecutar las inyecciones con el embalse bajo.

De la información de todos los trabajos ejecutados hasta ahora es de suponerse que pueden existir vacíos, o huecos con arena y lodo de poca densidad, los que resultarán en tomas muy grandes de lechadas. En cierto modo se puede comparar la inyección faltante con aquella que se ejecutó en 1986 para cerrar las salidas grandes.

El propósito de inyectar por debajo de la solera en la zona de la lumbrera es garantizar que la misma tenga un apoyo, por lo menos en su encuentro con las hastiales. Además se quiere sellar las eventuales filtraciones a través de juntas de construcción y juntas frías para no tener una circulación de agua, la que con tiempo puede crear nuevos caminos de filtración a través del revestimiento.

Lo ideal sería inyectar una capa de unos pocos metros debajo de la solera y la parte inferior de los hastiales. Sin embargo, esto se ha demostrado muy difícil por el lavado de mezcla cuando hay salidas abiertas. Consecuentemente se deberá finalmente cerrar todas las salidas de agua e inyectar a través de estas llenando los huecos con la lechada de cemento. Esto implica un probable gran consumo de cemento.

4.2 Metodología de Inyecciones en la Solera

Por su forma curvada hacia arriba la solera transfiere empujes grandes a los hastiales y los esfuerzos de corte máximos se producen a través del revestimiento del túnel en el encuentro entre hastial y solera. Por lo tanto es muy importante que los hastiales tengan un apoyo contra roca firme, especialmente durante la inyección debajo de la solera cuando se provoca una presión del orden de 6 kg/cm2 sobre la misma.

Se recomienda como primer paso hacer perforaciones subhorizontales en la altura de la junta entre la nueva solera y el hastial y otras inclinadas aproximadamente 30° con la horizontal en la altura del encuentro entre el plano horizontal y el plano inclinado de la solera. Estas perforaciones se harán cada 10 m en forma intercalada entre las dos líneas y si se muestra necesario se agregarán perforaciones adicionales. Estas perforaciones de unos 3 m en roca se ejecutarán desde la zona de la lumbrera hacia el tapón aguas arriba. También conviene hacer algunas de estas perforaciones como control en el tramo aguas abajo de la lumbrera.

Todavía no se han ejecutado las perforaciones subverticales en la solera aguas arriba de lumbrera. Sería conveniente hacer algunos de estos, por ejemplo cada 10 m, pero con una profundidad reducida a unos 3 m en la roca para , si fuera posible, evitar los caudales muy grandes que tienen una tendencia a aparecer en 6 a 7 m de profundidad. El propósito de estas perforaciones es de comprobar si existe comunicación entre la zona de la lumbrera y la ex - cámara de válvula, lo que tiene importancia para la cantidad de lechada que se espera inyectar a través de la salida No. 4.

Varios de los barrenos se comunican entre sí cuando se inician las inyecciones. En esos casos se cierran sucesivamente los barrenos donde sale lechada y se sigue inyectando y controlando de vez en cuando si disminuye la salida de lechada. También se puede alternar el punto de inyección entre los distintos barrenos que se muestran intercomunicados.

La idea es tratar en primera instancia zonas que no muestran estar en comunicación con la salida No. 4, lo que en si parece posible según algunas de las inyecciones ya ejecutadas, por ejemplo en barrenos No. 18 y 19. En la medida que los barrenos se empiezan a comunicarse con la salida No. 4 y pierden mucha lechada se debe interrumpir la inyección en esos barrenos. En esta forma quedará una cantidad de barrenos que se usarán para el control de la última fase de inyección a través de la salida No. 4.

Después de ejecutar los barrenos y las inyecciones anteriormente descritas se procederá a hacer las inyecciones a través de la salida No. 4. Se usarán los barrenos todavía no

cerrados para controlar hasta donde llega la lechada. También conviene controlar en el túnel de vertedero y en la galería de desagüe si sale agua manchada y si sale burbujas de aire en el embalse como ocurrió durante las inyecciones en 1986. La cantidad de lechada que puede consumir la inyección de la salida No. 4 depende de cuanto se ha logrado sellar con las inyecciones anteriores y hasta donde fluye la lechada, como así del volumen de los huecos o la compresibilidad del material suelto o blando que llena los mismo.

Dado que el propósito de las inyecciones restantes es de consolidar la roca y sellar las filtraciones a través del revestimiento del túnel no hay interés de que la mezcla de cemento se vaya muy lejos del túnel o que sea lavada. De este punto de vista es bueno que el tiempo de fraguado no sea demasiado largo; para el cemento usado es del orden de 3 a 4 horas. La velocidad normal de inyección es de aproximadamente 25 kg/mín, lo que permite inyectar unos 1500 kg de cemento por hora. Podría en base a este razonamiento tomarse como criterio de inyectar durante 2 horas por barreno y después interrumpir la inyección durante 4 horas para que la lechada logre cierto fraguado. Cuando se interrumpe la inyección en el barreno se debe hacer un lavado corto del mismo para más tarde regresar y hacer una o varias etapas más de inyección. Para un buen provecho del tiempo se podría alternar la inyección entre barrenos independientes entre sí. La cantidad de cemento que se precisa para determinar las inyecciones es casi imposible estimar pero puede resultar grande, aunque se trata limitar la cantidad implementando el método descrito.

4.3 Terminaciones en los túneles

Una vez terminadas todas las inyecciones se debe controlar que todos los barrenos queden adecuadamente sellados. En el túnel de vertedero también es necesario conseguir una superficie sin sobresalientes importantes y cortar todos los caños usados para inyecciones y piezometros. Aguas abajo de las pantallas radiales Nos. 1,2 y 3 hay dos hileras con caños para las perforaciones en ambos lados del desagüe de fondo, que no se usarán más y también deberán cortarse. También se debe asegurar los platos sobre los agujeros de comunicación con la galería y remover las ataguías de mortero en el piso del túnel de vertedero.

Debido a que probablemente va a pasar otra época de huracanes antes de hacer el trabajo definitivo de rehabilitación del túnel de vertedero, se debe incluir el trabajo indicado en las tareas de los próximos meses.

5- PROYECTO DE REHABILITACION DE LA INSTRUMENTACION

5.1 General

INDRHI está planificando ejecutar los trabajos de rehabilitación de la presa Sabaneta recomendados por el grupo de consultores en el Construction Consultant Memorandum No 11-S en el año 1981, y otros trabajos necesarios como consecuencia de los problemas de filtración hacia el túnel de vertedero y el túnel de desvío.

Un tema de importancia fundamental para todo el proyecto es la auscultación, con la cual se entiende por un lado las instalaciones de instrumentos y por el otro la actividad de inspecciones regulares. La presa aparentemente no mostró ningún comportamiento anormal durante el llenado del embalse y tampoco hay noticias sobre filtraciones llamativas desde la presa en los siguientes años de operación. Esto debe dar una cierta confianza de que el cuerpo de la misma no ha sufrido ningún deterioro excepcional, aunque no ha sido auscultada en forma adecuada después del período de construcción. Sin embargo, en la inspección del talud aguas abajo de la presa en la visita del día 16/1/92 se observó una zona de unas filtraciones sobre la berma baja (cota 607) en dos tramos de unos 20 m en ambos lados de la caseta cerca del estribo izquierdo, ver párrafo 5.3.

Por otro lado el estribo derecho de la presa ha sufrido las filtraciones excepcionales hacia los túneles, las que se detectaron la primera vez en enero de 1986. Como consecuencia de este hecho se ha llevado adelante una auscultación relativamente intensa en esta zona pero no en el resto de las fundaciones. En el inicio del llenado del embalse hubo mayores preocupaciones con respecto al estribo izquierdo que con el derecho. Por esta razón se excavó una galería exploratoria en el estribo izquierdo. Sin embargo, no hay informes sobre filtraciones llamativas de este estribo y tampoco desde el pie de la presa.

De lo antedicho es evidente que la auscultación deberá efectuarse en forma regular y sistemática para detectar en tiempo problemas que crecen con tiempo si no se remedian. Las inspecciones regulares por personal especializado en la auscultación son indispensables, porque los instrumentos instalados en la obra no siempre tienen la ubicación adecuada o pueden tener un mal funcionamiento.

Las necesidades principales para la instrumentación adicional del proyecto Sabaneta son piezómetros en los estribos y en el espaldon aguas abajo la presa, aforadores donde existen o pueden existir filtraciones.

5.2 Estado de los Piezómetros existentes en la presa

Durante la construcción de la presa se instalaron un total de 39 piezómetros neumáticos con dos terminales ubicadas en dos casetas sobre el talud aguas abajo de la presa. Los últimos registros a disposición de algunos de estos piezómetros son del año 1981. Se había observado ya en 1978 que muchos de los piezómetros neumáticos no funcionaron o dieron valores erráticos, lo que también se menciona en el Memorandum No. 11-S en 1981. En dicho memorandum se propone instalar cuatro piezómetros abiertos hasta el aluvión de la fundación desde las bermas para controlar las mediciones de los piezómetros neumáticas.

Al pie de la presa y en los estribos hay una cantidad de piezómetros tipo Casagrande instalados durante la época de construcción y además los cuatro instalados en 1986 en el estribo derecho. Estos últimos han sido usados en forma regular mientras que para los otros hay períodos muy largos sin lecturas.

Ultimamente se ha empezado a controlar los niveles en los 4 piezómetros tipo Casagrande, denominados PC-1 a 4, al pie de la presa. En estos últimos piezómetros se encuentra el nivel de agua prácticamente estacionaría entre cota 579.4 y 579.7 o sea igual a las lecturas efectuadas en 1981. Esta cota corresponde prácticamente al techo de roca, lo que implica que no existen subpresiones al pie de la presa y que las filtraciones probablemente son moderadas.

El piezómetro PC-5 no se encontró hasta el día 24/1/92 cuando se hizo una limpieza superficial para buscarlo. Su ubicación es en el encuentro de la berma a cota 607 con el estribo izquierdo. Estaba cubierto con unos 0.4 m de material fino que también había llenado el interior del tubo. Hasta ahora se ha logrado limpiar solamente las superiores 0.3 m del tubo y a partir de esta profundidad está lleno de arcilla húmeda. Este piezómetro tiene un interés especial en base a las filtraciones detectadas en la cercanía sobre el espaldón de la presa. Se observa que hay registros de 1981 del PC-5 donde se indica que estaba lleno de agua. Se debe intentar limpiarlo hasta el fondo, si fuera posible, o reemplazarlo. Sin embargo, se hizo en estos días una perforación unos pocos metros aguas arriba del PC-5 hasta una profundidad de 5.6 m instalando un caño de PVC en el mismo. Se sopló con aire dentro del caño para remover el agua usada durante la perforación. Parece que existe un nivel freatíco en 2.4 m de profundidad.

Hay otro piezómetro PC-7 ubicado cerca del encuentro entre la berma a cota 630 y el estribo izquierdo, el que se encuentra seco. Según los registros de 1981 el PC-7 normalmente no daba lecturas pero de octubre 1981 hay dos lecturas que ubica el nivel del agua cerca a 5 m desde la boca. Sin embargo, el agua aparece cuando el embalse esta bajándose desde cota 640 a 636, lo que no parec

lógico. Será importante controlar este piezómetro cuando el embalse suba otra vez.

El PC-6, de 20 m de profundidad, encima del portal del túnel de vertedero está seco, probablemente por el efecto del drenaje del túnel.

En la playa a la izquierda del coronamiento de la presa se ejecutaron muchas perforaciones para inyecciones y mediciones. Hoy día todas estas parecen tapadas y sin posibilidad de mediciones. Una revisión de las lecturas del año 1981 muestra niveles freatícos en distintas cotas pero dado que no figuren los niveles de fondo de las perforaciones no es posible hacer una interpretación elaborada.

5.3 Observaciones sobre Filtraciones en el talud aguas abajo de la presa

Durante la visita a la presa Sabaneta el 22 y 23 de enero de 1992 se inspeccionó en más detalle las filtraciones en la zona de la berma a cota 607 cerca de su encuentro con el estribo izquierdo. Sin embargo, no se observan filtraciones en el tramo de 10 m más cerca al contacto con el estribo.

Las filtraciones, de pequeña magnitud, se detectó a través del agua en la cuneta de la berma y depósitos de material arcilloso y organico dentro de la misma. La berma está construida con piedras puestas en mortero con un pequeño borde que sobresale unos 20 cm sobre el talud en el lado hacia aguas arriba. Detrás de este borde se formó un espejo de agua, cuando se removió el material de protección (una capa de 0.2 a 0.3 m de espesor de piedras bolas). También al lado de la solera de la caseta se observó agua. Los conductos de los piezómetros neumáticos entran a la caseta desde el lado de la berma y son visibles. No aparece agua por estos conductos. En solamente un lugar había agua un par de metros por encima de la berma. En los pequeños pozos excavados se observó un material tipo aluvión con mucho finos (material sucio).

Aguas abajo de la berma se observó agua y material formando un pequeño pantano en un solo lugar. Se mostró que había un caño de desagüe desde la cuneta en dicho lugar. Se iniciaron mediciones de caudal a través de este caño, dando como resultado 2 l/min el día 23/1 y 1.4 l/min el 24/1.

Se debería seguir midiendo los caudales para ver si tienen una relación con el nivel del embalse y/o con precipitaciones. Este tipo de filtraciones pueden aparecer como consecuencias de la infiltración de agua en el espaldón aguas abajo debido a lluvias. Dado el período largo de sequía parece raro que todavía siga saliendo agua del espaldón. Por otro lado se observaron tramos con

material arcilloso, ya seco, depositado también en algunos tramos de la berma 630.

Se recomienda hacer algunas perforaciones en la zona con filtraciones para usarlos como piezómetros y si es posible determinar el espesor del material húmedo. Conviene colocar secciones transversales a la berma con 2 perforaciones en cada una. En las perforaciones se colocan caños de PVC con un tramo perforado y protegido con geotextil.

La observación que el piezómetro PC-5 y la perforación reciente cerca del mismo están húmedas hace pensar en la posibilidad de filtraciones a través del estribo izquierdo con salida sobre una capa relativamente impermeable. No obstante, una inspección de la galería a cota 595 en este estribo mostró condiciones secas. Esta galería está revestida con hormigón y algunos tramos con un mortero. Otra posibilidad es que algunos de los conductos de los piezómetros neumáticos forman vías de filtración hacia aguas abajo.

Según reciente información alguién había observado la filtración descrita hace un par de años. Sería valioso constatar si hay alguna mención anterior con respecto al tema. Independientemente de la información de antecedentes será importante controlar las observaciones, especialmente cuando el embalse suba de nuevo. El fenómeno parece localizado y cuando se conozca la naturaleza del mismo se evalúa si tiene alguna importancia para la estabilidad del talud.

5.4 Piezómetros a instalar

En el párrafo 5.3 se ha indicado la conveniencia de instalar algunos piezómetros cortos en la zona de filtración en el espaldón aguas abajo. La idea es instalar estos con los recursos existentes en Sabaneta. Dentro del programa de rehabilitación de la presa se incluirán los piezómetros abiertos recomendados en el Memorandum No. 11-S.

Estos últimos se ubicarán en las secciones 690 y 800, originalmente instrumentadas con los piezómetros neumáticos. En cada sección se instalarán un mínimo de dos piezómetros, uno desde cada berma. Dichos piezómetros se instalarán en perforaciones hasta la roca. En caso que se detecte niveles freatícos dentro del cuerpo de la presa se deberá incorporar piezómetros tipo Casagrande que penetran hasta estos niveles. En la estimación de cantidades y costos conviene tener una reserva para estas instalaciones.

En el estribo izquierdo se deberá instalar dos piezómetros tipo Casagrande desde la playa a cota 654. Estos podrían ubicarse en la sección 950 y 30 m aguas abajo del eje de la presa y alcanzar

cota 625 y 600 respectivamente. En el encuentro entre la berma 630 y el estribo izquierdo se ubicará otro piezómetro con una profundidad a cota 600. Según la necesidad se colocará otro piezómetro para reemplazar el PC-5.

Para el control futuro de los niveles piezometricos en el estribo derecho se utilizarán los cuatro instalados en 1986, complementados con uno desde la berma a cota 630 y ubicado unos 30 m a la izquierda del túnel de la tubería forzada. El fondo de este piezometro se ubicará a cota 580 aproximadamente. En caso de existir otro nivel freático más arriba se colocará otro piezómetro en esta ubicación. Además se deberán agregar dos piezometros desde el túnel de desvío, después de terminar todas las inyecciones, para controlar los niveles aguas arriba de las pantallas en el eje de la presa. Convendrá también mantener el piezometro PT-1 cerca de la salida del túnel del vertedero. Estos tres piezometros deben ser eléctricos, lo que para el PT-1 permite instalarlo en la perforación existente e incorporar el cable dentro del revestimiento de hormigón hacia la salida. La ventaja de instalar piezometros eléctricos en el túnel de desvío es de evitar caños y manómetros que con el tiempo se deterioran. Uno de estos dos piezometros se coloca en el lado izquierdo del túnel inmediatamente aguas arriba del tapón detrás del revestimiento en el eje de la presa, y el otro en el lado derecho aguas arriba de la lumbrera.

5.5 Aforadores

La auscultación más importante que se ha efectuado en forma muy regular durante los últimos años es la medición de caudales en las salidas A, B, C, D y E. Sigue importante continuar con estas mediciones pero una vez terminados los trabajos en la obra no es realista pensar en tener personal para mediciones tan frecuente como en los últimos años. Una solución apropiada sería instalar un aforador totalizador aguas abajo de las salidas A hasta E con posibilidad de hacer las lecturas en forma remota, por ejemplo en forma diaria desde la casa de máquinas.

Se deberá instalar un aforador tipo vertedero algunos metros aguas abajo de la sección rectangular de la galería. En esta parte, donde la galería es redonda se puede obtener un tipo de tanque amortiguador para distribuir uniformemente la velocidad. También el aforador sería suficientemente ancho para subir el nivel de agua lo menos posible. El nivel del agua en el tanque amortiguador se controlará en forma directa con una escala pero también se recomienda instalar un instrumento que permite registrar el nivel directamente en la casa de máquina como se hace con el nivel del embalse. Esto permite un control bueno de la totalidad de las filtraciones y se detecta inmediatamente cambios anormales,

como así también la presencia de sedimentos en el tanque amortiguador.

Sin embargo, se debe mensualmente inspeccionar la galería de desagüe y medir los caudales de las distintas salidas como se ha hecho hasta ahora, incluyendo el caudal proveniente de los drenajes del túnel de desvío, que vierten el agua en la galería. Estos dos drenajes deben proveerse con válvulas que cierran en forma automática en caso de que se inunde el túnel de desvío como consecuencia de por ejemplo una rotura en la tubería de presión o en el revestimiento del túnel, ver Informe No. 1 del Panel de Consultores del 8/3/91. En dicho informe se recomendó también cerrar el acceso entre el túnel de desvío y la galería del desagüe de fondo. Si este acceso esta cerrado en forma permanente es importante asegurar que se ventila dicha galería antes de entrar en la misma.

Para hacer el acceso más cómodo durante las inspecciones de la galería se puede bajar el nivel aguas arriba del aforado a través de una válvula en la pared del mismo, así igualándolo con el nivel aguas abajo.

5.6 Limnímetro

El nivel del embalse se registra con un equipo de marca Rittmeyer con su sensor de presión instalado en un terminal dentro del túnel de desvío. Al terminal conducen dos tubos de hierro de diámetro 2.5" empotrados a través del tapón hacia el embalse. Estos dos tubos representa una debilidad dado que con tiempo pueden tener una rotura debido a corrosión. El grupo de consultores ha recomendado sellar e inyectar estos caños para no tener el riesgo de una rotura. Esto implica buscar otra forma de registrar el nivel del embalse.

Una forma viable es instalar un sensor en el embalse, el cual registra la presión y manda una señal a través de un cable sumergido en el agua. Aguas arriba de la presa no existe ninguna pared vertical que facilita la instalación de un limnímetro externo, sino será necesario fijar el sensor con la ayuda de un buzo sobre algo firme y protegido y después poner el cable en un caño protector sobre el talud aguas arriba. Parece más conveniente estudiar un trazado del cable entre la antigua toma de descarga de fondo y la caseta de acceso a la lumbrera. Este trazado corresponde al talud protegido con gabiones.

Mientras que el sistema actual de limnímetro sigue funcionando se debe proteger las válvulas de los tubos de presión, que están

ubicados justo debajo de un intenso goteo que también produce muchos depósitos de carbonato.

6- ASPECTOS SOBRE LOS TRABAJOS DE REHABILITACION

6.1 Protección del Talud aguas arriba de la presa

6.1.1 Estado Actual

Las especificaciones originales de la presa indican las dimensiones requeridas para la protección con enrocado del talud aguas arriba de la presa. Este enrocado nunca se puso y la protección actual de piedras redondas no es adecuado. En caso de un huracán el oleaje podría provocar una rápida erosión que pondría en peligro la integridad de la presa. La necesidad de remediarse esta situación fue indicada en la inspección del grupo de consultores en 1981 (Ver Construction Consultant Memorandum No. 11-S).

La inspección efectuada del talud aguas arriba, cuando el embalse tenía la cota 625 muestra que el material actualmente colocado como protección es muy heterogéneo en tamaño. Este material proviene del aluvión del río y consiste de piedras duras pero redondeadas, desde un diámetro de 0.1 m hasta casi 1 m. La granulometría del material varia entre distintas áreas en el talud.

En la parte inferior del talud se encuentra el material más grueso con piedras de un diámetro generalmente mayor que 0.2 a 0.3 m y con muchos bloques grandes en zonas parciales. Una pequeña parte de los bloques grandes están obtenidas como producto de voladuras en calizas, pero están muy fracturadas. Sin embargo no hay suficiente cantidad de bloques grandes para formar una protección buena, dado que los mismos aparecen aisladas dentro de una matriz con bloques de tamaños promedios del orden de 0.3 m.

En la parte superior del talud la protección consiste en principalmente piedras bolas del mismo tamaño como en el talud aguas abajo, es decir típicamente entre 0.1 a 0.2 m. Es evidente que se había terminado el material más grueso, usado en la parte inferior del talud, cuando se construyó la última parte de la presa. Visualmente es posible ver un límite entre el material más grueso y fino como una línea inclinada, es decir que en la margen izquierda.

La franja de material fino es más ancha que hacía la margen erecha, donde se encuentra alrededor de la cota 645.

6.1.2 Enrocado Nuevo

Si bien la protección de la parte inferior del talud no cumple con los requerimientos y las especificaciones de un enrocado se puede aceptar dejar esta zona como se encuentra actualmente. Por otro lado se deberá construir un nuevo enrocado correspondiente a la franja superior por encima de la cota 640 como ya fue recomendado por los consultores en el Memorandum No. 11-S.

Se puede indicar varias razones para elegir cota 640 como la inferior para el enrocado nuevo. Una es que la actual protección es más gruesa y resistente por debajo de esta cota. La distancia entre la presa y la cota del embalse crece con el nivel del agua, produciendo un "Fetch" más grande para el viento. Esto resulta en olas más grandes con el embalse alto. Además es probable que el viento de fuerza de huracán está acompañado con lluvias excepcionales, que hacen subir rápidamente el nivel del embalse. Recién con el embalse por encima del nivel del "morning glory" se empieza a detener la subida lo que implica que el oleaje castigue esta franja durante más tiempo. Es indispensable que la protección resista el oleaje tan cerca el coronamiento de la presa para que no ocurra una erosión que podría en última instancia provocar "overtopping".

Debe agregarse a lo antesdicho que el tema requiere un estudio más detallado de optimización técnica-económica dado los costos involucrados en la construcción de un nuevo enrocado.

6.1.3 Aspectos sobre la especificación del enrocado

Los tamaños originalmente especificados para el enrocado parecen en sí apropiados pero varios casos de daños en enrocados debido a vientos fuertes han llevado a sugerir algunos cambios, principalmente en la colocación del material. Se ha mostrado que un material bien graduado muchas veces tiende a producir un enrocado donde los bloques grandes "flotan" en una matriz que no es suficiente estable contra el oleaje. Cuando el oleaje empieza a remover el material más fino que llena los vacíos entre los bloques grandes, estos últimos también empiezan a deslizarse y el enrocado sufre daños, lo que resulta en áreas sin protección adecuada.

Para obtener un enroscado más estable se recomienda clasificar el material separándolo en dos fracciones, una con tamaño máximo de 0.25 m y prácticamente sin material fino (menor que 5 cm) y la otra fracción con los bloques de tamaño mayor que 0.25 m conteniendo bloques angulares de 0.4 a 0.7 m de "diámetro".

La fracción más fina se ubica como una capa de enrocado fino de un espesor de aproximadamente 0.4 m que retiene el material granular. El enrocado grueso resiste el oleaje y esta capa de alrededor de 1 m de espesor confina el enrocado fino.

En el sitio de la presa Sabaneta no hay rocas de características adecuadas para producir un enrocado. Se deberá investigar la zona para determinar si es posible encontrar un lugar con roca dura y resistente en una distancia razonable de la presa. En caso de encontrar un sitio potencial para una cantera conviene ejecutar pruebas de voladura. En eventuales pruebas es importante considerar adecuadamente la técnica de voladuras para tener resultados que indican correctamente el tamaño de rocas que se obtendrá en la fase de producción.

El eventual transporte largo por caminos a construir y las dificultades de colocar el material sobre el talud existente aumentan mucho el costo en comparación con una obtención y colocación durante la construcción de una presa. Por esta razón es lógico hacer una evaluación de otro tipos de protección.

6.1.4 - Alternativas de Protección

Una alternativa es el uso de gabiones en forma de colchonetas. Debido a la superficie de varios m2 de cada colchoneta se obtiene un peso adecuado con un espesor de las mismas más reducido, normalmente unos 0.3 a 0.4 m. Otra ventaja es que se usa piedras de un tamaño menor. Por otro lado la preparación de las colchonetas requieren mucha mano de obra y otro problema es la vida útil de las mismas, lo que se necesita tomar en consideración en una evaluación de alternativas. Hay alambre protegido con un recubrimiento plástico o se puede aplicar una emulsión asfáltica sobre la colchoneta. Se recomienda estudiar casos de ejemplo en la literatura y las experiencias propias en el país. Se destaca la importancia de usar gabiones fabricados según sistemas patentados, que no pierden su resistencia en caso de que se corten una cantidad de alambres. Una inspección de las colchonetas ubicadas en la margen izquierda de la presa Sabaneta muestra que las mismas están en buena condición.

Hay otros ejemplos donde se ha construido protecciones usando cemento en distintas aplicaciones, por ejemplo: bloques o losas de hormigón, cemento mezclado con suelo (limo, arena, grava), rellenos con hormigón o gunita entre bloques de menor tamaño, y otras variantes. Los resultados han sido variables. Cualquier método alternativo necesita ser estudiado y evaluado con respecto a costo y riesgo.

Se entrega una copia del Bulletin 54/1986 de ICOLD "Soil - Cement for Embankment Dams". En este bulletín se resume las experiencias del uso de suelo-cemento para crear protecciones de taludes cuando no se consigue enrocados a un precio aceptable.

6.2 Túnel de Vertedero

Con la rehabilitación del hormigón del túnel de vertedero se canalizarán todas las salidas de agua hacia el mismo por tubos empotrados en el hormigón, por ejemplo; la salida en el piso cerca del portal aguas abajo. Convendría desaguar estas salidas hacia la galería del desagüe de fondo.

Se observa muchos depósitos muy gruesos sobre las paredes donde existen o han existido filtraciones a través de juntas en el hormigón. Con los trabajos de hormigonado a ejecutar y también en algunos lugares existentes se seguirán produciéndose estos depósitos químicos sobre las nuevas superficies de hormigón (ver por ejemplo; los depósitos que están produciéndose sobre la cara aguas abajo del nuevo tramo de tapón en el túnel de desvío). Será imposible evitar este proceso pero será conveniente tomar en cuenta en un programa de mantenimiento.

HANSON·RODRIGUEZ
S.A.
INCAR
CONSULTING ENGINEERS / INGENIEROS CONSULTORES

SABANETA PROJECT

Construction Consultant Memorandum No. 11-S

Introduction

The Sabaneta project was inspected on 7 and 8 December 1981 by Consultants Francis B. Slichter, Charles F. Corns and Walter E. Hanson, accompanied by Engineers Augusto Rodriguez, Jose Ordeix, Jose Betances and Rene Jorge of the firm Hanson-Rodriguez. Other engineers of the Corporation of Sabaneta and OCISA were contacted at the site regarding the availability of certain observational data.

Purpose and Scope of this Memorandum

The principal purpose of this report is to assist the firm of Hanson-Rodriguez (designers of the project) in their evaluation of the project, as requested by the government of the Dominican Republic (see letter dated April 6, 1981, from Ing. F. Periche V. to Ing. Augusto Rodriguez).

Prior to this inspection by the consultants, the most recent previous inspection had occurred on 29 october 1979 (see Memorandum No. 10-S). Also, it must be realized that we have had no "first-hand" information regarding construction of the project since early 1980, at which time Hanson-Rodriguez was relieved of supervisory responsibilities.

Although the scope of this report and the conclusions contained herein must of necessity be based on our visual inspection of the project on 7 and 8 December, we have given due consideration to construction drawings and other information furnished by engineers Roa and Pascal of the Corporation of Sabaneta and OCISA.

Embankment and Foundations

Riprap on Upstream Slope of Dam

During construction of the embankment the size of riprap stone was reduced from that specified above approximately elevation 640. The specifications required placement of stone with a maximum size of 0.33 cu.m. with at least 25 percent greater than 0.2 cu.m. from elevation 610 to the crest of the dam at ele-

vation 654. Instead of the stone specified, 6 to 12 inch cobbles were placed from elevation 640 to the crest of the dam.

The cobbles are not adequate protection for the embankment. They will be dislodged and slump down the slope under wave action, exposing the embankment to rapid erosion.

We recommend the removal of half the thickness of the cobbles and the addition of one meter thickness of the stone as originally specified from elevation 640 to the crest of dam.

Seepage

We inspected the embankment at its downstream toe along both abutments and in the valley for signs of seepage from the reservoir. We found no wet or even moist areas. The embankment at the toes and also on the downstream slope was completely dry at the time of our inspection.

Two transverse lines of piezometers have been installed in the embankment and its foundation at Stations 690 and 800 to measure the pore pressure as it develops after filling the reservoir. Pneumatic type piezometers were installed in the embankment at and above foundation elevation and a number of Casagrande open-pipe piezometers were installed at the downstream toe. We reviewed the records for the pneumatic-type piezometers for the dates of October 12-15, 1981 and October 22, 1981. Many of the pneumatic piezometers are not operating and the erratic reading of the others raises doubt as to their accuracy. The records of the Casagrande piezometers were not available to us. From these records only a general conclusion can be reached; that is, the chimney drain is containing any seepage that penetrates the core of the dam, and the seepage is so small that it does not appear at the toe of the embankment.

As a means for checking the readings of the pneumatic piezometers, we recommend the installation of two open piezometers in sand filled holes on each of the two lines. The piezometers should be located at one third and two thirds the distance from crest to toe of the embankment and should penetrate the alluvium at foundation level. Caution must be used in drilling holes in the embankment when the reservoir is full or partially filled. Air under pressure should not be used to remove drill cuttings and water pressure should be carefully controlled to prevent damage to the earthfill.

Left Abutment Adit

An adit 2.5 m. by 2.0 m. was excavated in the left abutment at elevation 595 m. It extended upstream for 70 m. and angled under the intersection of the dam

and abutment in its last 20 m. of length. The apparent purpose of the adit was to examine the quality of foundation rock at the location of a known fault into which it projected about 6 m. Our inspection revealed the contractor's use of Bernold sheets and gunite in some zones of blocky instability. However, we noted several rock falls which had occurred since the driving of the adit. In order to insure against collapse of the adit and damage to the abutment and overlying embankment, we recommend additional structural bracing and/or rock bolts, and gunite as necessary to secure the adit's permanence.

The existence of the adit provides opportunity for installation of drainage for the left abutment, in case drainage ever becomes desirable. At the time of our inspection the entire adit was essentially dry with only a slight indication of moisture at the upper end. Although it may be too early to reach a final conclusion, the lack of seepage in the adit indicates that the impervious blanket which was placed on the abutment upstream from the embankment and the grout curtain into the abutment are effective in controlling seepage.

Emergency Spillway and its Operation

The emergency spillway consists of a concrete overflow sill located in an excavated channel at the crest of the left abutment. In the original plans a fuse plug embankment was to be built on the sill. This would have added 1.5 m of elevation to the reservoir before the spillway could begin to discharge. The fuse plug was omitted in the construction of the project.

Design Parameters

Inclusion of an emergency type spillway in a project design to supplement the capacity of the principal spillway during discharge of the rare or infrequent flood provides a method for reducing the initial project cost as well as the long time investment. The structures are designed to discharge flood flows without causing damage to the embankment, powerhouse or the principal spillway. However, it must be recognized that operation of the emergency spillway during the infrequent flood will cause considerable erosion in the unprotected natural channel from the spillway sill to the river downstream from the dam. Furthermore, any structure adjacent to the natural channel is subject to flooding or destruction by the uncontrolled erosion in the natural channel. An alternative to the emergency type spillway design is a low gravity dam supporting a series of movable gates and a concrete chute leading to a flip-bucket or stilling basin. The cost of such an alternative would exceed many times that for the emergency type. Thus, an emergency spillway generally provides a large savings in initial cost which is weighed against the infrequent costs of restoring the natural channel, and accounting for the damages caused by flooding and erosion. It follows that the infrequent damages and restoration costs can be minimized by advanced planning. Relatively inexpensive improvements can be made by excavation and placement of earth fills to direct and contain the discharge in a natural channel and by relocating or protecting structures which might be damaged.

Inadequate Channel

In our opinion, the Sabaneta spillway cannot be operated safely under the conditions that now exist downstream from the dam. Part of the natural channel is provided by borrow-pit excavation, but the downstream end of the channel is blocked by a road embankment and a non-excavated section from the road to the river. This obstruction will cause overflow into the village with probable large damage to the houses. At its upper end, the natural channel is of insufficient dimensions and is blocked by another road embankment. On the side toward the shop yard there is a gully and narrow ridge. These conditions will cause the discharge to be diverted into the shop yard. We recommend correction of these deficiencies prior to operation of the emergency spillway.

Protection of Concrete Sill

It is essential that the concrete sill of the spillway be protected against damage by erosion in the side slopes and bottom of the channel during passage of floods. In order to provide protection, the side slopes both upstream and downstream from the sill must be covered with revetment stone as shown on the original design drawings. Also, the downstream revetment stone which is higher than the concrete sill will cause rather than reduce the erosion at the foundation of the sill. We recommend that a trench be excavated downstream from the sill and the revetment stone placed so that its top surface is at the elevation of the sill surface.

Fuse Plug

Elimination of the fuse plug embankment from the emergency spillway will cause more frequent discharges with increase in damages resulting therefrom. Failure to build the fuse plug reduces the storage in the reservoir by 5 million cu. m. With the fuse plug in place this storage is available to detain flood inflow and discharge it at a low rate through the principal spillway. In addition to reducing the capability of controlling the floods by the larger reservoir capacity, the reduction in reservoir elevation that results from the fuse plug omission will seriously affect the discharge capacity of the principal spillway. When the reservoir reaches elevation 647.5 m, the emergency spillway with the fuse plug would go into operation. At this elevation the principal spillway has a discharge capacity of 800 cu. m. per sec. At the elevation of the concrete sill (646.0 m.) and without the fuse plug the principal spillway has a capacity of only 300 cu. m. per sec. This omission of the fuse plug will result in a reduction of 67.5 percent in the capacity of the principal spillway when the emergency spillway starts to operate. Accordingly, we recommend the construction of the fuse plug embankment as provided in the original design.

Access to Powerhouse

The present access to the power house and to the gates for control of the outlets is by road crossing the emergency spillway structure or by a road embankment which crosses the natural channel,but which should be removed to open up this channel to the river. During operation of the emergency spillway both of these access roads would be flooded. Thus, access to the power house and gate operations might be restricted during a critical flood period. We recommend that this problem be examined with the objective of providing an assured access to the right abutment during flood periods.

Principal Spillway

Description

The principal spillway consists of a morning glory intake, a tunnel and a stilling basin. An elbow section connects the vertical portion of the intake and the horizontal portion of the tunnel. The quality of construction was found to be poor as evidenced by excessive surface irregularities, cold joints, cracking and leakage. A description of such conditions at each structural component of the spillway follows.

Intake and Elbow

Substantial leakage exists at the intake elbow with heavy concentration in the vicinity of the lower deflector. The surface of the elbow is splattered with mortar which probably fell from overhead concrete construction. One large surface bulge was noted just above the lower deflector, and two areas of honeycomb were visible on the elbow surface below the lower deflector. Many steel rods, probably form supports, project from the concrete surface in the region of the lower deflector.

Tunnel

Leakage and seepage are prominent along the full length of tunnel at cracks, cold joints and vertical construction joints. Stress cracks along the crown of two tunnel monoliths were noticed near the downstream portal. Large circumferential surface offsets are located at the old junction with the diversión tunnel, and the tunnel floor surface is irregular and wavy. Also, surface projections exist at the locations of form windows.

Stilling Basin

The chute slab is heavily eroded. Cold joints and some minor cracking were noted in the walls. The basin floor was under water and could not be inspected, but stones and rocks could be seen on the inundated portion of the slab near the water's edge. Rocks and other debris possibly cover the floor of the stilling basin.

Grouting

The substantial leakage into the intake elbow and tunnel indicates insufficient consolidation grouting behind the concrete lining. Also, no evidence was found that would indicate that radial fan grouting from the tunnel was accomplished to tie into the grout curtain of the dam. To reduce the leakage and improve the lining-rock interface, additional consolidation grouting should be accomplished along the full length of the morning glory elbow. Three rings of deep holes should be grouted from the tunnel to establish continuity with the grout curtain of the dam foundation. Following the ring grouting, an exploratory program of consolidation grouting should be carried out downstream of the ring grouting to determine the need for additional consolidation in that portion of the tunnel.

Hydraulic Considerations

The surface irregularities in the intake elbow, tunnel and stilling basin are of such nature and extent that serious doubt exists as to the adequacy and safety of performance during service discharges. Velocities are expected to be as high as 28 meters (92 feet) per second and extensive cavitation with resulting lining failure can be expected with the existing surface conditions. Therefore, it is imperative that repairs be accomplished to provide a strong, smooth surface over the complete length of spillway within the limits of the wetted perimeter. Otherwise, major, expensive repairs can be expected after the spillway passes a large discharge. The presence of rocks, boulders and other debris on the stilling basin floor could result in severe erosion of the surface. To guard against such erosion occurring, the submerged portion of the basin should be unwatered, inspected and cleaned of all rock and debris.

Diversion/Operating Tunnel

Description

That portion of the diversion tunnel upstream of its intersection with the spillway tunnel has been converted into an operating chamber by the installation of a 2.75 meter diameter free-standing penstock with butterfly valve for supply to the power house, and a pipe with control valves for an auxiliary outlet to the tailrace. The auxiliary outlet is through the 2.75 meter diameter conduit located under the invert slab of the diversion and spillway tunnels, which was originally expected to contain the penstock to the powerhouse.

Two 75 cm diameter pipes also are located in the chamber and have control valves at the upstream end. These pipes were used to pass river flows during construction and are no longer needed.

In addition to a small personnel gallery through the concrete plug between the spillway tunnel and diversion/operating tunnel, access to the operations

chamber is from a point on the right bank a short distance upstream from the dam axis. A submerged gallery extends from this point to a vertical shaft which connects to the operating chamber.

Chamber

Extensive cracking of the concrete lining with accompanying seepage and leakage has occurred. Structural cracking is more extensive in this tunnel than in the spillway tunnel, probably due to heavier roof loads. It is imperative that the tunnel lining be monitored continuously to detect any significant increase in stress cracking which might lead to structural distress.

Construction debris is very heavy over the tunnel floor, and upstream of the valve house it has accumulated to the level of the springline of the penstock.

Pipes and Valves

The exposed exterior surfaces of pipes and valves have not been given a protective coating. Specifications call for a 2-layer epoxy coating over a prime coat.

The portion of the 2.75 meter diameter penstock located upstream of the butterfly valve has not been encased in concrete as shown on Drawing Sb-9.2/010. Also, temporary lifting lugs are still attached to that portion of the penstock. These should have been removed and the temporary welds ground flush with the pipe surface prior to conducting the pressure test.

Near the downstream end of the tunnel the penstock is very close to the tunnel floor without sufficient clearance for painting and maintenance. The development of special provisions will be necessary to paint and maintain this portion of the pipe. Consideration should be given to encasing this portion of the penstock in concrete.

The two 75 cm diameter pipes, which are no longer needed in project operations, should be permanently plugged with concrete upstream of the valves to guard against possible inflow into the control chamber due to deterioration and failure of the pipe near the valves.

Access Gallery and Shaft

The appearance of the concrete throughout the gallery is very good with only an insignificant amount of seepage. Leakage is heavy over the full height of the vertical shaft, occurring principally at locations of horizontal joints in the concrete. This leakage is being collected in a trough at the intersection with the tunnel and diverted to avoid entrance into the chamber. Although this leakage is not an apparent problem, consideration should be given to performing supplementary grouting

around the shaft to improve the watertightness. This could be accomplished at the time of performing the other remedial grouting at the principal spillway.

Conclusions and Recommendations

The main conclusions and recommendations found in previous sections of this memorandum are summarized below. Details regarding each recommendation are discussed in the previous sections. The order as listed below represents to some degree our best judgement of the urgency of accomplishment.

1. The emergency spillway should be completed in accordance with the original plans and specifications, because the fuse plug embankment is essential to produce the service spillway capacity as well as the required reservoir storage.

2. Provisions should be made below the dam to contain the large emergency discharges for the protection of people presently living in the flood plain.

3. The irregularities found in the service (principal) spillway (discharge and morning glory tunnels) should be repaired to prevent cavitational damage which might occur even during discharges less than the intended maximum capacity of the spillway.

4. Three rings of radial grouting from the spillway tunnel should be installed to provide continuity of the foundation grout curtain.

5. Following the ring grouting, an exploratory program of consolidation grouting should be carried out downstream of the ring grouting to determine the need for additional consolidation grouting in this area.

6. Additional consolidation grouting should be installed around the spillway elbow tunnel to improve the structural integrity of the rock-concrete interface and reduce leakage.

7. The surface irregularities on the chute slab of the stilling basin should be repaired to provide satisfactory hydraulic characteristics. In addition, the submerged portion of the basin should be cleaned of rocks and debris to prevent damage during large future discharges of the principal spillway.

8. Four additional open pipe piezometers should be installed in the foundation of the downstream section of the dam to observe piezometric levels which are necessary to evaluate the stability of the dam.

9. Final support, consisting of additional structural bracing and/or rock bolts and gunite, should be installed in the exploratory adit in the left abutment to prevent collapse of the tunnel.

10. Riprap above approximate elevation 640 on the upstream slope of the dam should be made to conform to the original specifications in order to provide adequate protection against wave erosion.

11. The two 75 cm diameter pipes located in the control chamber (formerly the diversion tunnel) should be permanently plugged with concrete upstream of the valves, because the pipes are no longer needed and plugging would guard against flooding of the control chamber if deterioration of the pipes leads to future failure.

12. Studies should be undertaken to determine positive access to the power house and right abutment during periods of flood discharge over the emergency spillway.

Respectfully submitted,

CONSULTANT BOARD

Francis B. Slichter

Francis B. Slichter

Charles F. Corns

Charles F. Corns

Walter E. Hanson

Walter E. Hanson

Proyecto de Sabaneta

Memorandum de Construcción de los Consultores No. 11 - S

Introducción

El proyecto de Sabaneta fue inspeccionado los días 7 y 8 de diciembre de 1981 por los Consultores Francis B. Slichter, Charles F. Corns y Walter E. Hanson, acompañados por los ingenieros Augusto Rodríguez, José Ordeix, José Betances y René Jorge de la Firma Hanson-Rodríguez. Otros ingenieros de la Corporación de Sabaneta y OCISA fueron contactados en el sitio a fin de obtener la disponibilidad de ciertos datos observados.

Propósito y Alcance de este Memorandum

El propósito de este informe es asistir a la firma Hanson-Rodríguez (diseñadores del proyecto) en su evaluación del proyecto, a requerimiento del Gobierno de la República Dominicana (ver carta de fecha 6 abril, 1981 del Ing. F. Periche V. al Ing. Augusto Rodríguez).

Antes de esta inspección por los consultores, la visita anterior más reciente fué el día 29 de octubre de 1979 (ver Memorandum No. 10 - S). También debe ser reconocido que no hemos tenido información de primera mano relativa a la construcción del proyecto desde principios de 1980, fecha en la que Hanson-Rodríguez fue relevado de las responsabilidades de supervisión.

Aunque el alcance de este informe y las conclusiones contenidas en él, necesariamente están basadas en nuestra inspección visual al proyecto los días 7 y 8 de diciembre, hemos dado la debida consideración a los planos de construcción y otras informaciones suministradas por los ingenieros Roa y Pascal de la Corporación Sabaneta y OCISA.

Terraplén y Fundaciones

Rip-Rap (Enrocamiento) en el talud aguas arriba de la Presa

Durante la construcción del terraplén, el tamaño de las piedras del rip-rap fue reducido del especificado, por encima de aproximadamente la elevación 640. Las especificaciones requieren la colocación de piedras con un tamaño máximo de 0.33 metro cúbico con al menos un 25% mayores de 0.2 metro cúbico, desde la elevación 610 hasta la cresta de la presa a la elevación 654. En vez de la piedra especificada, fueron colocados cantos rodados de 6 a 12 pulgadas, desde la elevación 640 hasta la cresta de la presa.

Los cantos rodados no son una adecuada protección para el terraplén. Ellos serán desplazados y rodados hacia abajo en el talud, bajo la acción de las olas, exponiendo el terraplén a rápida erosión.

Recomendamos remover la mitad del espesor de los cantos rodados y agregar un espesor de un metro de piedras como las originalmente especificadas, desde la elevación 640 hasta la cresta de la presa.

Filtraciones

Inspeccionamos el terraplén a lo largo del pié aguas abajo y a lo largo de los estribos en el valle para determinar signos de filtraciones desde el embalse. No encontramos humedad, ni siquiera áreas húmedas. El terraplén en el pié y también el talud aguas abajo estaba completamente seco a la fecha de nuestra inspección.

Dos líneas transversales de piezómetros han sido instaladas en el terraplén y su fundación en las Estaciones 690 y 800 para medir la presión de poros y su desarrollo después del llenado del embalse. Piezómetros tipo neumáticos fueron instalados en el terraplén a la elevación de cimentación y por encima de ésta, y un número de piezómetros abiertos Casagrande fueron instalados aguas abajo al pié del terraplén. Hemos revisado los registros de los piezómetros neumáticos para las fechas octubre 12-15, 1981 y octubre 22, 1981. Muchos de los piezómetros neumáticos no están operando y las lecturas erráticas de los otros ponen en duda su exactitud. Los registros de los piezómetros Casagrande no estuvieron disponibles para nosotros. Basados en estos registros solo pudimos arribar a una conclusión general, y es, que el drén vertical (chimenea) está conteniendo cualquier filtración que penetra el núcleo de la presa, ó que la filtración es tan pequeña que no aparece en el pié del terraplén.

Con el fin de verificar las lecturas de los piezómetros neumáticos, recomendamos que se instalen dos piezómetros abiertos en taladros rellenos de arena, en cada una de las dos líneas. Los piezómetros deberán ser ubicados a un tercio y dos tercios de distancia de la cresta al pié del terraplén y deberán penetrar el aluvión hasta el nivel de fundación. Deberá tomarse precaución en la perforación de los taladros en el terraplén, cuando el embalse esté lleno o parcialmente lleno. No deberá usarse aire a presión para remover material y el agua a presión deberá ser cuidadosamente controlada para prevenir daños en el relleno.

Galería en el Estribo Izquierdo

Una galería de 2.5 m por 2.0 m fué excavada en el estribo izquierdo a elevación 595. m. Esta galería se extiende aguas arriba por unos 70 m. y dobla en ángulo en la intersección de la presa y el estribo en sus últimos 20 m. de longitud. El propósito aparente de la galería fue examinar la calidad de la roca de fundación en el sitio de una falla conocida, donde la galería

fué proyectada cerca de 6 m. Nuestra inspección reveló que el Contratista usó lámina Bernold y gunita en algunas zonas de bloques de roca inestables. Por otra parte, notamos la caída de algunos fragmentos de roca los cuales han ocurrido desde que se excavó la galería. Para asegurar la galería contra un colapso y daños en el estribo y en el terraplén sobre yacente, recomendamos soporte estructural adicional y/o tornillos de roca y gunita, tanto como sea necesario para asegurar la permanencia de la galería.

La existencia de la galería provee la oportunidad de instalación de un drenaje para el estribo izquierdo, en caso de que este drenaje alguna vez sea deseable. A la fecha de nuestra inspección, la galería en su totalidad estaba esencialmente seca, con solo una pequeña indicación de humedad en el extremo superior. A pesar de que podría ser demasiado temprano para llegar a una conclusión final, la carencia de filtración en la galería indica que el tapete impermeable que fue colocado en la parte aguas arriba del estribo desde el terraplén y la cortina de inyecciones dentro del estribo, son efectivas en el control de filtraciones.

Vertedero de emergencia y su Operación

El vertedero de emergencia consiste en una sección vertedora de concreto, localizada en un canal excavado en la cresta del estribo izquierdo. En los planos originales, un dique fusible de tierras debía construirse sobre el umbral de la sección de concreto. Esto adicionaría 1.5 m. de elevación al embalse, antes de que el vertedero pudiera comenzar a descargar. El fusible fue omitido en la construcción del proyecto.

Parámetros de Diseño

La inclusión de un vertedero de emergencia en el diseño de un proyecto, suplementa la capacidad del vertedero principal durante la descarga de las avenidas extraordinarias ó de baja frecuencia y prevee un método para reducir el costo inicial del proyecto así como inversiones a largo plazo. Las estructuras son diseñadas para descargar avenidas que fluyan sin causar daños al terraplén, casa de máquinas ó el vertedero principal. Sin embargo, debe ser reconocido que la operación del vertedero de emergencia, durante las avenidas no frecuentes, causarán considerable erosión al canal natural no protegido, desde el umbral del vertedero de servicio hasta el rio aguas abajo de la presa. Además, cualquier estructura adyacente al canal natural, estará sometido a inundación o destrucción, por erosiones no controladas en el canal natural.

Una alternativa al diseño del tipo de vertedero de emergencia es una presa pequeña de concreto de gravedad soportando una serie de compuertas móviles y una rápida de concreto terminado en un esquí de lanzamiento ó un estanque amortiguador. El costo de tal alternativa excederá muchas veces el del tipo de vertedero de emergencia del diseño. Por esto, un vertedero de emergencia, generalmente provee grandes economías en el costo inicial, lo que es sopesado contra los costos no frecuentes de restitución del canal natural y el monto por los daños causados por avenidas y erosiones. Resulta además, que los daños no frecuentes y costos de reparaciones pueden ser minimizados por planeamientos realizados con antelación. Cambios

relativamente no costosos pueden ser hechos por excavaciones y colocación de rellenos de tierra para dirigir y contener la descarga en un canal natural y por relocalización ó protección de estructuras, las cuales podrían ser dañadas.

Canal Inadecuado

En nuestra opinión, el vertedero de Sabaneta no puede ser operado con seguridad bajo las condiciones ahora existentes aguas abajo de la presa. Parte del canal natural esta formado por la excavación de un banco de préstamo, pero la parte aguas abajo del canal, está bloqueada por un relleno de una carretera y una sección no excavada, desde la carretera hasta el rio. Esta obstrucción causará desbordamientos en la villa o poblado con la probabilidad de grandes daños a las casas. En su extremo superior, el canal natural es de dimensiones insuficientes y está bloqueado por otro relleno de una carretera. En el lado hacia el patio del equipo hay una hondonada y protuberancia estrecha. Estas condiciones causarán que las descargas sean desviadas hacia el patio del equipo. Recomendamos corregir estas deficiencias con anterioridad a la operación del vertedero de emergencia.

Protección de la Sección Vertedora de Concreto

Es esencial que la sección de concreto del vertedro de emergencia sea protegida contra daños por erosión en ambas lados y el fondo del canal durante el paso de avenidas. Para proveer protección, a ambos lados de los taludes, aguas arriba y aguas abajo desde la sección de concreto, debe ser cubierto con revestimiento de piedra como se muestra en los planos del diseño original.

También, el revestimiento de piedras de aguas abajo, el cual está más alto que la protección de concreto, causará, en lugar de reducir, la erosión en la fundación de la sección de concreto. Recomendamos que sea excavada una zanja aguas abajo del concreto, y el revestimiento de piedras sea colocado de forma tal que la porte superior de su superficie esté a la elevación de la superficie de l concreto aguas abajo.

Dique Fusible

La eliminación del dique fusible del vertedero de emegencia, causará descargas más frecuentes con incrementos en los daños como resultado de su eliminación. El fallo en no construir el dique fusible reduce el almacenamiento en el embalse en 5 millones de metros cúbicos por metro. Con el dique fusible construído, este almacenamiento está disponible para detener las avenidas de entrada y descargarlas lentamente a través del vertedero principal. En adición a la reducción de la capacidad para controlar avenidas por un embalse de mayor capacidad, la reducción de la elevación del embalse como resultado de la omisión del dique fusible, afectará seriamente la capacidad de descarga del vertedero principal. Cuando el embalse llegue a la elevación 647.5 m., el vertedero de emergencia con el dique fusible entraría en operación. A esta elevación, el vertedero principal tiene una capacidad de descarga de 800 metros cúbicos por segundo. A la elevación de la sección vertedora de concreto (646.0 m.) y sin el dique fusible, el vertedero principal tiene una capacidad de solamente 300 metros cúbicos por segundo. Esta

omisión del dique fusible resultará en una reducción de 67.5 porciento en la capacidad del vertedero principal, cuando el vertedero de emergencia empiece a operar. De acuerdo a esto, recomendamos la construcción del dique fusible de relleno de tierras, como se previó en el diseño original.

Acceso a la casa de Máquinas

El acceso actual a la casa de máquinas y a las válvulas para el control de los desagues, es por una carretera que cruza la estructura del vertedero de emergencia, ó por una carretera en relleno que cruza el canal natural, pero que debe ser removida para abrir este canal hasta el rio. Durante la operación del vertedero de emergencia, ambas carreteras de acceso estarían inundadas. Entonces, los accesos a la casa de máquinas y la operación de las válvulas podrían estar restringidas durante un período crítico de avenidas. Recomendamos que este problema sea examinado con el objetivo de proveer un acceso seguro al estribo derecho, durante períodos de avenidas.

Vertedero Principal

Descripción

El vertedero principal consiste en una entrada de pozo (morning glory), un túnel y un estanque disipador. Una sección en codo conecta la porción vertical de la entrada y la porción horizontal del túnel. La calidad de la construcción la encontramos pobre como se evidencia por las excesivas irregularidades en la superficie, juntas frías, grietas y filtraciones.

A continuación una descripción de tales condiciones en cada componente estructural del vertedero.

Entrada y Codo

Abundantes filtraciones existen en el codo de la entrada, con fuerte concentración en la vecindad del deflector inferior. La superficie del codo está salpicada con mortero, el que probablemente cayó desde trabajos de concretos más arriba. Una gran superficie abombada se notó justamente encima del deflector inferior, y dos áreas de concreto carcomido (cucarachas) fueron visibles en la superficie del codo debajo del deflector inferior. Muchas barras de acero, probablemente soportes del encofrado, se proyectan desde la superficie del concreto en la región del deflector inferior.

Túnel

En toda la longitud del túnel, se nota en forma prominente, filtraciones y pasos de agua en las grietas, juntas frías y juntas verticales de construcción. Cercas del portal aguas abajo, se notaron en dos monolitos del túnel algunas rajaduras de esfuerzos en la corona. En el viejo empalme con el túnel de desvío, se localizaron grandes superficies desplazadas ó retallando, en la parte del túnel en forma de circunferencia, y la superficie del piso del túnel es irregular y ondulada. También existen superficies proyectadas, localizadas en las ventanas de los encofrados.

Estanque Disipador

La losa de la rápida está fuertemente erosionada. Se notaron juntas frías y grietas menores en los muros. El piso del estanque estaba bajo agua y no pudo ser inspeccionado, pero cerca del borde del agua pudo verse una porción de la losa llena de piedras y rocas en la porción inundada. Posiblemente el piso del estanque disipador está cubierto por rocas y escombros.

Inyecciones

La sustancial filtración en el codo a la entrada y el túnel, indican insuficiente inyecciones de consolidación detras del revestimiento de concreto. Tambien, no encontramos evidencia que pudiera indicar que el abanico de inyecciones desde el túnel fuera realizado para amarrarse con la cortina de inyecciones de la presa. Para reducir las filtraciones y mejorar la superficie de contacto entre revestimiento - roca, deberán realizarse inyecciones de consolidación adicionales a todo lo largo del codo del morningglory. Para establecer continuidad con la cortina de inyecciones de la fundación de la presa, deberán realizarse tres anillos de inyecciones profundas. Despues que se ejecuten los anillos de inyecciones, deberá llevarse a cabo un programa de exploración aguas abajo de los anillos de inyecciones, para determinar si es necesario consolidación adicional en esa porción del túnel.

Consideraciones Hidráulicas

Las irregularidades superficiales en el codo de la entrada, túnel y estanque disipador, son de tal naturaleza y extensión que existen serias dudas de su adecuado y seguro funcionamiento durante descargas. Las velocidades esperadas pueden ser tan grandes como 28 metros (92 piés) por segundo, y puede esperarse cavitación extensa con el resultado de fallas en el revestimiento con las condiciones exsistentes en la superficie. Por esta razón, es imperativo que se realicen reparaciones que provean una superficie fuerte y suave sobre toda la longitud del vertedero dentro de los límites del perímetro mojado. De otra manera pueden esperarse reparaciones mayores y costosas despues que pasen por el vertedero grandes descargas. La presencia de rocas, bolos y otros desperdicios de roca en el piso del estanque disipador, podrían producir severa erosión de la superficie. Para protegernos contra la ocurrencia de esa erosión, la parte sumergida del estanque deberá ser desaguada, inspeccionada y limpiada de toda la roca y escombros.

Túnel de Desvío y de Operación

Descripción

La porción del túnel de desvío, aguas arriba de su intersección con el túnel del vertedero, ha sido convertida en una cámara de operación mediante la instalación de una tubería de presión libremente apoyada, de 2.75 m. de diámetro, con una válvula de mariposa para abastecer la casa de máquinas, y un tubo con válvulas de control para un desague auxiliar al canal de descarga. El desague auxiliar es a través del conducto de 2.75 m. de diámetro localizado bajo losa del piso de los túneles de desvío y vertedero, donde originalmente esperaba que estuviera la tubería de presión de la casa de máquinas.

También están localizadas en la cámara dos tuberías de 75 cm. de diámetro y tienen válvulas de control en su extremo aguas arriba. Estas tuberías fueron usadas para pasar flujos del río durante la construcción y no serán necesitadas más.

Adicionalmente a una pequeña galería para paso de personal a través del tapón, entre el vertedero de servicio y el túnel de desvío/operación, el acceso a la cámara de operaciones es desde un punto en la margen derecha, a corta distancia, aguas arriba del eje de la presa. Una galería sumergida se extiende desde este punto hasta la lumbrera vertical, la que conecta con la cámara de operaciones.

Cámara

Agrietamiento extenso del revestimiento de concreto con las consiguientes filtraciones y paso de agua ha ocurrido. Las grietas estructurales son mas extensas en este túnel que en el túnel del vertedero, probablemente debido a cargas mayores en el techo. Es imperativo que el revestimiento del túnel sea auscultado continuamente para detectar cualquier incremento en las grietas, las cuales podrían conducir a peligro estructural.

Existen en abundancia sobre el piso del túnel escombros de construcción y aguas arriba de la casa de válvulas se han acumulado hasta el nivel del arranque de la tubería de presión.

Tuberías y Válvulas

A las superficies expuestas de las tuberías y válvulas no se les ha dado recubrimiento de protección. Las especificaciones indican dos capas de pintura epoxídica sobre una capa primaria.

La porción de la tubería de presión de 2.75 m. de diámetro, localizada aguas arriba de la válvula de mariposa, no ha sido encajonada en concreto como se muestra en el dibujo Sb - 9.2/010. También se han adosado soportes de izaje temporales a esa porción de la tubería. Antes de que se efectuara la prueba de presión, esos soportes debieron haber sido removidos y las soldaduras temporales haberse limado a ras con la superficie de la tubería.

Cerca del final aguas abajo del túnel, la tubería está muy próxima al piso del túnel, sin suficiente espacio para pintura y mantenimiento. El desarrollo de medidas especiales será necesario para pintar y mantener esta porción de la tubería. Deberán tomarse consideraciones para encajonar en concreto esta porción de la tubería de presión.

Los dos tubos de 75 cm. de diámetro, los cuales ya no se necesitarán en las operaciones del proyecto, deberán ser permanentemente taponados con concreto aguas arriba de las válvulas, para proteger contra posibles entradas de agua a la cámara de control debido al deterioro y fallo de la tubería cerca de las válvulas.

Galería de Acceso y Lumbrera

La apariencia del concreto a través de la galería es muy buena, con solamente una insignificante cantidad de filtración. Las filtraciones son fuertes en toda la altura de la lumbrera vertical, ocurriendo principalmente donde se ubican juntas horizontales en el concreto. Estas filtraciones están siendo recogidas en una canaleta en la intersección con el túnel, y desviadas para evitar que entren a la cámara. Aunque estas filtraciones no son aparentemente un problema, debería tomarse en consideración realizar inyecciones suplementarias alrededor de la lumbrera para mejorar su estanqueidad. Esto puede ser realizado al mismo tiempo que se ejecuten las otras inyecciones remediales en el vertedero principal.

Conclusiones y Recomendaciones

Las principales conclusiones y recomendaciones que se encuentran en las secciones anteriores de este memorandum, son resumidas mas abajo. Los detalles con relación a cada recomendación, estan discutidos en las secciones previas. El orden del listado que sigue,representa en algún grado,nuestro mejor juicio de la urgencia de como deben ser realizadas.

1. El vertedero de emergencia debe ser completado de acuerdo con los planos y especificaciones originales, debido a que el dique fusible de tierra es esencial para producir capacidad al vertedero de servicio así como el almacenamiento del embalse requerido.

2. Deberán tomarse medidas aguas abajo de la presa para contener las grandes descargas de emergencia para protección de las personas que al presente viven en la zona de inundación.

3. Las irregularidades encontradas en el vertedero (principal) de servicio (túnel de descarga y morning glory) deben ser reparadas para prevenir daños por cavitación, los cuales podrían ocurrir incluso durante descargas menores que las de máxima capacidad del vertedero.

4. Los tres anillos radiales de inyecciones desde el túnel del vertedero deben ser hechos para proveer continuidad con la cortina de inyecciones de la fundación.

5. Después de realizados los anillos de inyecciones, deberá llevarse a cabo un programa exploratorio de inyecciones de consolidación aguas abajo de los anillos de inyecciones, para determinar la necesidad de inyecciones de consolidación adicionales en esta área.

6. Deberán realizarse inyecciones de consolidación adicionales,alrededor del codo del vertedero del túnel,para proporcionar integridad estructural en el contacto entre las caras roca-concreto y reducir las filtraciones.

7. Las irregularidades en la superficie de la losa del estanque disipador, deben ser reparadas para proporcionarle características hidráulicas satisfactorias. Además, la porción sumergida del estanque, debe ser limpiada de rocas y escombros para prevenir daños durante futuras grandes descargas del vertedero de servicio.

8. Deberían instalarse adicionalmente cuatro piezómetros de tubo abierto en la fundación de la sección aguas abajo de la presa, para observar niveles piezométricos, los cuales son necesarios para evaluar la estabilidad de la presa.

9. En la galería de exploración en el estribo izquierdo, deberán instalarse soportes finales, que consistirán de ademes estructurales adicionales y/o pernos de roca y gunita, para prevenir un colapso del túnel galería.

10. El rip-rap (enrocamiento) por encima de aproximadamente la elevación 640, en el talud aguas arriba, deberá ser hecho conforme a las especificaciones originales, para proveer una adecuada protección contra la erosión de las olas.

11. Los dos tubos de 75 cm. de diámetro localizados en la cámara de control (antiguamente del túnel de desvío) deberán ser taponadas con concreto de forma permanente, aguas arriba de las válvulas, ya que los tubos no se necesitan mas y el taponamiento garantizaría contra inundación de la cámara de control, si el deterioro de los tubos ocasiona su futura falla.

12. Deberán hacerse estudios que determinen un acceso positivo a la casa de máquinas y el estribo derecho durante períodos de descargas de avenidas sobre el vertedero de emergencia.

Respetuosamente sometido,

CUERPO DE CONSULTORES

Francis B. Slichter

Charles F. Corns

Walter E. Hanson

(Traducido por Hanson-Rodríguez, S.A.)

Proyecto de Sabaneta

Memorandum de Construcción de los Consultores No. 11 - S

Introducción

El proyecto de Sabaneta fue inspeccionado los días 7 y 8 de diciembre de 1981 por los Consultores Francis B. Slichter, Charles F. Corns y Walter E. Hanson, acompañados por los ingenieros Augusto Rodríguez, José Ordeix, José Betances y René Jorge de la Firma Hanson-Rodríguez. Otros ingenieros de la Corporación de Sabaneta y OCISA fueron contactados en el sitio a fin de obtener la disponibilidad de ciertos datos observados.

Propósito y Alcance de este Memorandum

El propósito de este informe es asistir a la firma Hanson-Rodríguez (diseñadores del proyecto) en su evaluación del proyecto, a requerimiento del Gobierno de la República Dominicana (ver carta de fecha 6 abril, 1981 del Ing. F. Periche V. al Ing. Augusto Rodríguez).

Antes de esta inspección por los consultores, la visita anterior más reciente fué el día 29 de octubre de 1979 (ver Memorandum No. 10 - S). También debe ser reconocido que no hemos tenido información de primera mano relativa a la construcción del proyecto desde principios de 1980, fecha en la que Hanson-Rodríguez fue relevado de las responsabilidades de supervisión.

Aunque el alcance de este informe y las conclusiones contenidas en él, necesariamente están basadas en nuestra inspección visual al proyecto los días 7 y 8 de diciembre, hemos dado la debida consideración a los planos de construcción y otras informaciones suministradas por los ingenieros Roa y Pascal de la Corporación Sabaneta y OCISA.

Terraplén y Fundaciones

Rip-Rap (Enrocamiento) en el talud aguas arriba de la Presa

Durante la construcción del terraplén, el tamaño de las piedras del rip-rap fue reducido del especificado, por encima de aproximadamente la elevación 640. Las especificaciones requieren la colocación de piedras con un tamaño máximo de 0.33 metro cúbico con al menos un 25% mayores de 0.2 metro cúbico, desde la elevación 610 hasta la cresta de la presa a la elevación 654. En vez de la piedra especificada, fueron colocados cantos rodados de 6 a 12 pulgadas, desde la elevación 640 hasta la cresta de la presa.

Los cantos rodados no son una adecuada protección para el terraplén. Ellos serán desplazados y rodados hacia abajo en el talud, bajo la acción de las olas, exponiendo el terraplén a rápida erosión.

Recomendamos remover la mitad del espesor de los cantos rodados y agregar un espesor de un metro de piedras como las originalmente especificadas, desde la elevación 640 hasta la cresta de la presa.

Filtraciones

Inspeccionamos el terraplén a lo largo del pié aguas abajo y a lo largo de los estribos en el valle para determinar signos de filtraciones desde el embalse. No encontramos humedad, ni siquiera áreas húmedas. El terraplén en el pié y también el talud aguas abajo estaba completamente seco a la fecha de nuestra inspección.

Dos líneas transversales de piezómetros han sido instaladas en el terraplén y su fundación en las Estaciones 690 y 800 para medir la presión de poros y su desarrollo después del llenado del embalse. Piezómetros tipo neumáticos fueron instalados en el terraplén a la elevación de cimentación y por encima de ésta, y un número de piezómetros abiertos Casagrande fueron instalados aguas abajo al pié del terraplén. Hemos revisado los registros de los piezómetros neumáticos para las fechas octubre 12-15, 1981 y octubre 22, 1981. Muchos de los piezómetros neumáticos no están operando y las lecturas erráticas de los otros ponen en duda su exactitud. Los registros de los piezómetros Casagrande no estuvieron disponibles para nosotros. Basados en estos registros solo pudimos arribar a una conclusión general, y es, que el drén vertical (chimenea) está conteniendo cualquier filtración que penetra el núcleo de la presa, ó que la filtración es tan pequeña que no aparece en el pié del terraplén.

Con el fin de verificar las lecturas de los piezómetros neumáticos, recomendamos que se instalen dos piezómetros abiertos en taladros rellenos de arena, en cada una de las dos líneas. Los piezómetros deberán ser ubicados a un tercio y dos tercios de distancia de la cresta al pié del terraplén y deberán penetrar el aluvión hasta el nivel de fundación. Deberá tomarse precaución en la perforación de los taladros en el terraplén, cuando el embalse esté lleno o parcialmente lleno. No deberá usarse aire a presión para remover material y el agua a presión deberá ser cuidadosamente controlada para prevenir daños en el relleno.

Galería en el Estribo Izquierdo

Una galería de 2.5 m por 2.0 m fué excavada en el estribo izquierdo a elevación 595. m. Esta galería se extiende aguas arriba por unos 70 m. y dobla en ángulo en la intersección de la presa y el estribo en sus últimos 20 m. de longitud. El propósito aparente de la galería fue examinar la calidad de la roca de fundación en el sitio de una falla conocida, donde la galería

fué proyectada cerca de 6 m. Nuestra inspección reveló que el Contratista usó lámina Bernold y gunita en algunas zonas de bloques de roca inestables. Por otra parte, notamos la caída de algunos fragmentos de roca los cuales han ocurrido desde que se excavó la galería. Para asegurar la galería contra un colapso y daños en el estribo y en el terraplén sobre yacente, recomendamos soporte estructural adicional y/o tornillos de roca y gunita, tanto como sea necesario para asegurar la permanencia de la galería.

La existencia de la galería provee la oportunidad de instalación de un drenaje para el estribo izquierdo, en caso de que este drenaje alguna vez sea deseable. A la fecha de nuestra inspección, la galería en su totalidad estaba esencialmente seca, con solo una pequeña indicación de humedad en el extremo superior. A pesar de que podría ser demasiado temprano para llegar a una conclusión final, la carencia de filtración en la galería indica que el tapete impermeable que fue colocado en la parte aguas arriba del estribo desde el terraplén y la cortina de inyecciones dentro del estribo, son efectivas en el control de filtraciones.

Vertedero de emergencia y su Operación

El vertedero de emergencia consiste en una sección vertedora de concreto, localizada en un canal excavado en la cresta del estribo izquierdo. En los planos originales, un dique fusible de tierras debía construirse sobre el umbral de la sección de concreto. Esto adicionaría 1.5 m. de elevación al embalse, antes de que el vertedero pudiera comenzar a descargar. El fusible fue omitido en la construcción del proyecto.

Parámetros de Diseño

La inclusión de un vertedero de emergencia en el diseño de un proyecto, suplementa la capacidad del vertedero principal durante la descarga de las avenidas extraordinarias ó de baja frecuencia y prevee un método para reducir el costo inicial del proyecto así como inversiones a largo plazo. Las estructuras son diseñadas para descargar avenidas que fluyan sin causar daños al terraplén, casa de máquinas ó el vertedero principal. Sin embargo, debe ser reconocido que la operación del vertedero de emergencia, durante las avenidas no frecuentes, causarán considerable erosión al canal natural no protegido, desde el umbral del vertedero de servicio hasta el rio aguas abajo de la presa. Además, cualquier estructura adyacente al canal natural, estará sometido a inundación o destrucción, por erosiones no controladas en el canal natural.

Una alternativa al diseño del tipo de vertedero de emergencia es una presa pequeña de concreto de gravedad soportando una serie de compuertas móviles y una rápida de concreto terminado en un esquí de lanzamiento ó un estanque amortiguador. El costo de tal alternativa excederá muchas veces el del tipo de vertedero de emergencia del diseño. Por esto, un vertedero de emergencia, generalmente provee grandes economías en el costo inicial, lo que es sopesado contra los costos no frecuentes de restitución del canal natural y el monto por los daños causados por avenidas y erosiones. Resulta además, que los daños no frecuentes y costos de reparaciones pueden ser minimizados por planeamientos realizados con antelación. Cambios

relativamente no costosos pueden ser hechos por excavaciones y colocación de rellenos de tierra para dirigir y contener la descarga en un canal natural y por relocalización ó protección de estructuras, las cuales podrían ser dañadas.

Canal Inadecuado

En nuestra opinión, el vertedero de Sabaneta no puede ser operado con seguridad bajo las condiciones ahora existentes aguas abajo de la presa. Parte del canal natural esta formado por la excavación de un banco de préstamo, pero la parte aguas abajo del canal, está bloqueada por un relleno de una carretera y una sección no excavada, desde la carretera hasta el rio. Esta obstrucción causará desbordamientos en la villa o poblado con la probabilidad de grandes daños a las casas. En su extremo superior, el canal natural es de dimensiones insuficientes y está bloqueado por otro relleno de una carretera. En el lado hacia el patio del equipo hay una hondonada y protuberancia estrecha. Estas condiciones causarán que las descargas sean desviadas hacia el patio del equipo. Recomendamos corregir estas deficiencias con anterioridad a la operación del vertedero de emergencia.

Protección de la Sección Vertedora de Concreto

Es esencial que la sección de concreto del vertedro de emergencia sea protegida contra daños por erosión en ambos lados y el fondo del canal durante el paso de avenidas. Para proveer protección, a ambos lados de los taludes, aguas arriba y aguas abajo desde la sección de concreto, debe ser cubierto con revestimiento de piedra como se muestra en los planos del diseño original.

También, el revestimiento de piedras de aguas abajo, el cual está más alto que la protección de concreto, causará, en lugar de reducir, la erosión en la fundación de la sección de concreto. Recomendamos que sea excavada una zanja aguas abajo del concreto, y el revestimiento de piedras sea colocado de forma tal que la porte superior de su superficie esté a la elevación de la superficie de l concreto aguas abajo.

Dique Fusible

La eliminación del dique fusible del vertedero de emergencia, causará descargas más frecuentes con incrementos en los daños como resultado de su eliminación. El fallo en no construir el dique fusible reduce el almacenamiento en el embalse en 5 millones de metros cúbicos por metro. Con el dique fusible construído, este almacenamiento está disponible para detener las avenidas de entrada y descargarlas lentamente a través del vertedero principal. En adición a la reducción de la capacidad para controlar avenidas por un embalse de mayor capacidad, la reducción de la elevación del embalse como resultado de la omisión del dique fusible, afectará seriamente la capacidad de descarga del vertedero principal. Cuando el embalse llegue a la elevación 647.5 m., el vertedero de emergencia con el dique fusible entraría en operación. A esta elevación, el vertedero principal tiene una capacidad de descarga de 800 metros cúbicos por segundo. A la elevación de la sección vertedora de concreto (646.0 m.) y sin el dique fusible, el vertedero principal tiene una capacidad de solamente 300 metros cúbicos por segundo. Esta

omisión del dique fusible resultará en una reducción de 67.5 porciento en la capacidad del vertedero principal, cuando el vertedero de emergencia empiece a operar. De acuerdo a esto, recomendamos la construcción del dique fusible de relleno de tierras, como se previó en el diseño original.

Acceso a la casa de Máquinas

El acceso actual a la casa de máquinas y a las válvulas para el control de los desagues, es por una carretera que cruza la estructura del vertedero de emergencia, ó por una carretera en relleno que cruza el canal natural, pero que debe ser removida para abrir este canal hasta el rio. Durante la operación del vertedero de emergencia, ambas carreteras de acceso estarían inundadas. Entonces, los accesos a la casa de máquinas y la operación de las válvulas podrían estar restringidas durante un período crítico de avenidas. Recomendamos que este problema sea examinado con el objetivo de proveer un acceso seguro al estribo derecho, durante períodos de avenidas.

Vertedero Principal

Descripción

El vertedero principal consiste en una entrada de pozo (morning glory), un túnel y un estanque disipador. Una sección en codo conecta la porción vertical de la entrada y la porción horizontal del túnel. La calidad de la construcción la encontramos pobre como se evidencia por las excesivas irregularidades en la superficie, juntas frías, grietas y filtraciones.

A continuación una descripción de tales condiciones en cada componente estructural del vertedero.

Entrada y Codo

Abundantes filtraciones existen en el codo de la entrada, con fuerte concentración en la vecindad del deflector inferior. La superficie del codo está salpicada con mortero, el que probablemente cayó desde trabajos de concretos más arriba. Una gran superficie abombada se notó justamente encima del deflector inferior, y dos áreas de concreto carcomido (cucarachas) fueron visibles en la superficie del codo debajo del deflector inferior. Muchas barras de acero, probablemente soportes del encofrado, se proyectan desde la superficie del concreto en la región del deflector inferior.

Túnel

En toda la longitud del túnel, se nota en forma prominente, filtraciones y pasos de agua en las grietas, juntas frías y juntas verticales de construcción. Cercas del portal aguas abajo, se notaron en dos monolitos del túnel algunas rajaduras de esfuerzos en la corona. En el viejo empalme con el túnel de desvío, se localizaron grandes superficies desplazadas ó retallando, en la parte del túnel en forma de circunferencia, y la superficie del piso del túnel es irregular y ondulada. También existen superficies proyectadas, localizadas en las ventanas de los encofrados.

Estanque Disipador

La losa de la rápida está fuertemente erosionada. Se notaron juntas frías y grietas menores en los muros. El piso del estanque estaba bajo agua y no pudo ser inspeccionado, pero cerca del borde del agua pudo verse una porción de la losa llena de piedras y rocas en la porción inundada. Posiblemente el piso del estanque disipador está cubierto por rocas y escombros.

Inyecciones

La sustancial filtración en el codo a la entrada y el túnel, indican insuficiente inyecciones de consolidación detras del revestimiento de concreto. Tambien, no encontramos evidencia que pudiera indicar que el abanico de inyecciones desde el túnel fuera realizado para amarrarse con la cortina de inyecciones de la presa. Para reducir las filtraciones y mejorar la superficie de contacto entre revestimiento - roca, deberán realizarse inyecciones de consolidación adicionales a todo lo largo del codo del morningglory. Para establecer continuidad con la cortina de inyecciones de la fundación de la presa, deberán realizarse tres anillos de inyecciones profundas. Despues que se ejecuten los anillos de inyecciones, deberá llevarse a cabo un programa de exploración aguas abajo de los anillos de inyecciones, para determinar si es necesario consolidación adicional en esa porción del túnel.

Consideraciones Hidráulicas

Las irregularidades superficiales en el codo de la entrada, túnel y estanque disipador, son de tal naturaleza y extensión que existen serias dudas de su adecuado y seguro funcionamiento durante descargas. Las velocidades esperadas pueden ser tan grandes como 28 metros (92 piés) por segundo, y puede esperarse cavitación extensa con el resultado de fallas en el revestimiento con las condiciones exsistentes en la superficie. Por esta razón, es imperativo que se realicen reparaciones que provean una superficie fuerte y suave sobre toda la longitud del vertedero dentro de los límites del perímetro mojado. De otra manera pueden esperarse reparaciones mayores y costosas despues que pasen por el vertedero grandes descargas. La presencia de rocas, bolos y otros desperdicios de roca en el piso del estanque disipador, podrían producir severa erosión de la superficie. Para protegernos contra la ocurrencia de esa erosión, la parte sumergida del estanque deberá ser desaguada, inspeccionada y limpiada de toda la roca y escombros.

Túnel de Desvío y de Operación

Descripción

La porción del túnel de desvío, aguas arriba de su intersección con el túnel del vertedero, ha sido convertida en una cámara de operación mediante la instalación de una tubería de presión libremente apoyada, de 2.75 m. de diámetro, con una válvula de mariposa para abastecer la casa de máquinas, y un tubo con válvulas de control para un desague auxiliar al canal de descarga. El desague auxiliar es a través del conducto de 2.75 m. de diámetro localizado bajo losa del piso de los túneles de desvío y vertedero, donde originalmente se esperaba que estuviera la tubería de presión de la casa de máquinas.

También están localizadas en la cámara dos tuberías de 75 cm. de diámetro y tienen válvulas de control en su extremo aguas arriba. Estas tuberías fueron usados para pasar flujos del río durante la construcción y no serán necesitadas más.

Adicionalmente a una pequeña galería para paso de personal a través del tapón, entre el vertedero de servicio y el túnel de desvío/operación, el acceso a la cámara de operaciones es desde un punto en la margen derecha, a corta distancia, aguas arriba del eje de la presa. Una galería sumergida se extiende desde este punto hasta la lumbrera vertical, la que conecta con la cámara de operaciones.

Cámara

Agrietamiento extenso del revestimiento de concreto con las consiguientes filtraciones y paso de agua ha ocurrido. Las grietas estructurales son mas extensas en este túnel que en el túnel del vertedero, probablemente debido a cargas mayores en el techo. Es imperativo que el revestimiento del túnel sea auscultado continuamente para detectar cualquier incremento en las grietas, las cuales podrían conducir a peligro estructural.

Existen en abundancia sobre el piso del túnel escombros de construcción y aguas arriba de la casa de válvulas se han acumulado hasta el nivel del arranque de la tubería de presión.

Tuberías y Válvulas

A las superficies expuestas de las tuberías y válvulas no se les ha dado recubrimiento de protección. Las especificaciones indican dos capas de pintura epoxídica sobre una capa primaria.

La porción de la tubería de presión de 2.75 m. de diámetro, localizada aguas arriba de la válvula de mariposa, no ha sido encajonada en concreto como se muestra en el dibujo Sb - 9.2/010. También se han adosado soportes de izaje temporales a esa porción de la tubería. Antes de que se efectuara la prueba de presión, esos soportes debieron haber sido removidos y las soldaduras temporales haberse limado a ras con la superficie de la tubería.

Cerca del final aguas abajo del túnel, la tubería está muy próxima al piso del túnel, sin suficiente espacio para pintura y mantenimiento. El desarrollo de medidas especiales será necesario para pintar y mantener esta porción de la tubería. Deberán tomarse consideraciones para encajonar en concreto esta porción de la tubería de presión.

Los dos tubos de 75 cm. de diámetro, los cuales ya no se necesitarán en las operaciones del proyecto, deberán ser permanentemente taponados con concreto aguas arriba de las válvulas, para proteger contra posibles entradas de agua a la cámara de control debido al deterioro y fallo de la tubería cerca de las válvulas.

Galería de Acceso y Lumbrera

La apariencia del concreto a través de la galería es muy buena, con solamente una insignificante cantidad de filtración. Las filtraciones son fuertes en toda la altura de la lumbrera vertical, ocurriendo principalmente donde se ubican juntas horizontales en el concreto. Estas filtraciones están siendo recogidas en una canaleta en la intersección con el túnel, y desviadas para evitar que entren a la cámara. Aunque estas filtraciones no son aparentemente un problema, debería tomarse en consideración realizar inyecciones suplementarias alrededor de la lumbrera para mejorar su estanqueidad. Esto puede ser realizado al mismo tiempo que se ejecuten las otras inyecciones remediales en el vertedero principal.

Conclusiones y Recomendaciones

Las principales conclusiones y recomendaciones que se encuentran en las secciones anteriores de este memorandum, son resumidas mas abajo. Los detalles con relación a cada recomendación, estan discutidos en las secciones previas. El orden del listado que sigue,representa en algún grado,nuestro mejor juicio de la urgencia de como deben ser realizadas.

1. El vertedero de emergencia debe ser completado de acuerdo con los planos y especificaciones originales, debido a que el dique fusible de tierra es esencial para producir capacidad al vertedero de servicio así como el almacenamiento del embalse requerido.

2. Deberán tomarse medidas aguas abajo de la presa para contener las grandes descargas de emergencia para protección de las personas que al presente viven en la zona de inundación.

3. Las irregularidades encontradas en el vertedero (principal) de servicio (túnel de descarga y morning glory) deben ser reparadas para prevenir daños por cavitación, los cuales podrían ocurrir incluso durante descargas menores que las de máxima capacidad del vertedero.

4. Los tres anillos radiales de inyecciones desde el túnel del vertedero deben ser hechos para proveer continuidad con la cortina de inyecciones de la fundación.

5. Después de realizados los anillos de inyecciones, deberá llevarse a cabo un programa exploratorio de inyecciones de consolidación aguas abajo de los anillos de inyecciones, para determinar la necesidad de inyecciones de consolidación adicionales en esta área.

6. Deberán realizarse inyecciones de consolidación adicionales,alrededor del codo del vertedero del túnel,para proporcionar integridad estructural en el contacto entre las caras roca-concreto y reducir las filtraciones.

7. Las irregularidades en la superficie de la losa del estanque disipador, deben ser reparadas para proporcionarle características hidráulicas satisfactorias. Además, la porción sumergida del estanque, debe ser limpiada de rocas y escombros para prevenir daños durante futuras grandes descargas del vertedero de servicio.

8. Deberían instalarse adicionalmente cuatro piezómetros de tubo abierto en la fundación de la sección aguas abajo de la presa, para observar niveles piezométricos, los cuales son necesarios para evaluar la estabilidad de la presa.

9. En la galería de exploración en el estribo izquierdo, deberán instalarse soportes finales, que consistirán de ademes estructurales adicionales y/o pernos de roca y gunita, para prevenir un colapso del túnel galería.

10. El rip-rap (enrocamiento) por encima de aproximadamente la elevación 640, en el talud aguas arriba, deberá ser hecho conforme a las especificaciones originales, para proveer una adecuada protección contra la erosión de las olas.

11. Los dos tubos de 75 cm. de diámetro localizados en la cámara de control (antiguamente del túnel de desvío) deberán ser taponadas con concreto de forma permanente, aguas arriba de las válvulas, ya que los tubos no se necesitan mas y el taponamiento garantizaría contra inundación de la cámara de control, si el deterioro de los tubos ocasiona su futura falla.

12. Deberán hacerse estudios que determinen un acceso positivo a la casa de máquinas y el estribo derecho durante períodos de descargas de avenidas sobre el vertedero de emergencia.

Respetuosamente sometido,

CUERPO DE CONSULTORES

Francis B. Slichter

Charles F. Corns

Walter E. Hanson

(Traducido por Hanson-Rodríguez, S.A.)

Sección 2.10

Conclusiones y Recomendaciones

del

INFORME DE LA INSPECCION FINAL DE LA CONSTRUCCION

de

HANSON RODRIGUEZ S. A.

marzo de 1982

2.10 Conclusiones y Recomendaciones

Cortina:

1) No se ha podido verificar si las recomendaciones contenidas en el Memorandum No. 9-S de los consultores externos fueron cumplidas en toda su extensión, principalmente en lo referente al párrafo 5, de cubrir la superficie aguas arriba del estribo izquierdo, con un mínimo de 5 m. de material impermeable, y en lo referente a la última parte de la recomendación del Memorandum 3-S que indica que el material procesado para satisfacer los requerimientos de la Zona D aún se necesitará aguas abajo del dren vertical contra los estribos.

2) En lo referente a la calidad y compactación de las distintas zonas que forman la sección de la cortina de la presa, durante el periodo de construcción en que esta Consultora no participó de la Supervisión, solo se obtuvo información correspondiente al periodo comprendido entre mayo y diciembre de 1980. Esta Consultora solo pudo tener acceso a informes de resultados finales correspondientes a los meses antes mencionados, pero no pudo hacer la revisión de los datos que dieron origen a tales informes por no estar disponibles. Los informes antes mencionados, expresan que los valores obtenidos en los controles de calidad del terraplén y los hormigones fueron adecuados. Esta información sería complementaria a las obtenidas durante el proceso de construcción, desde su inicio hasta el 15 de diciembre, donde la Supervisión de la construcción estuvo a cargo de este Consultora.

3) Al completar el terraplén, no se previó darle la debida combo superior. La omisión de la comba en la corona de la cortina, reviste mayor im-

portancia en la actualidad, debido a que el ancho del vertedero de emergencia fue reducido a 130 m.

4) Es necesario iniciar de inmediato un programa de mantenimiento que detenga e impida el crecimiento de arbustos o cualquier vegetación no controlada, en el paramento aguas abajo de la cortina.

5) Las obras de drenaje en el paramento aguas abajo de la cortina no han sido completadas.

6) El enrocamiento en el paramento aguas arriba fue reducido en tamaño del especificado.

7) Se recomienda que las autoridades competentes contraten los servicios de una firma especializada en instrumentación, para recabar toda la información existente sobre la instrumentación de la cortina, efectuar una revisión completa y evaluar la situación de dicho sistema de instrumentación, reparando y/o reemplazando los instrumentos dañados. Adicionalmente deberá proyectarse un programa de lecturas periodicas que deberá efectuar personal entrenado por esta firma especificada.

8) No se pudo revisar en forma completa como quedó la pantalla de inyecciones, y se recomienda que toda la información dispersa no procesada, sea ordenada y que se completen los planos de la pantalla de inyecciones "como se construyó."

Vertedero de Emergencia

1) Se observaron algunas modificaciones al proyecto del vertedero de emergencia. Una de estas modificaciones consiste en utilizar la cresta de dicho vertedero como parte de un acceso a la obra. Se eliminó el dique fusible y el diente en la cresta del vertedero, en el cual debia encajar el núcleo de dicho fusible.

2) Los taludes de los cortes en el vertedero, tanto aguas arriba de la cresta como aguas abajo de la misma presentan ya signos de erosión. Se recomienda que los mismos sean protegidos adecuadamente y que sean provistos de los enrocamientos de protección tal y como se había indicado en los planos del proyecto. Al mismo tiempo se deberá tomar en cuenta la disposición de las aguas provenientes de las zonas naturales o artificiales de drenaje. También se requiere perfilar adecuadamente la margen derecha en la entrada al vertedero de emergencia.

3) El enrocamiento en la solera del canal de descarga del vertedero de emergencia no fue colocado como se especificó.

4) Es necesaria la adecuación del cauce por donde escurrirán las aguas y arrastres del vertedero de emergencia, y la pronta reubicación de las casas emplazadas en una zona donde posiblemente serían peligrosamente afectadas por las descargas del vertedero.

5) Se deberá delimitar toda la zona potencialmente peligrosa del vertedero de emergencia y del proyecto con mallas ciclónicas o algún otro medio

permanente que se considerase adecuado, para evitar la penetración descuidada en esas áreas.

6) Recomendamos se provea a la obra de un acceso al estribo derecho que ofrezca seguridad aún durante la ocurrencia de avenidas extraordinarias.

Vertedero de Servicio

1) Será necesario realizar inyecciones de consolidación en toda la zona de los codos y en la entrada del vertedero. También se deberán realizar tres anillos de inyecciones profundas en la zona de la cortina de inyecciones de la presa. Una vez concluídas estas inyecciones se deberá efectuar un programa de exploraciones, con el fin de determinar si es necesario aplicar inyecciones de consolidación adicionales para la porción del túnel aguas abajo de los anillos de inyecciones.

2) Es apremiante que el vertedero sea provisto de una superficie resistente y de rugosidad correspondiente a las tolerancias admisibles, en toda su longitud y dentro del perímetro mojado.

3) Las mismas recomendaciones hechas para el túnel en cuanto a la terminación de los hormigones se extienden a la rápida y al estanque amortiguador.

4) El estanque amortiguador deberá ser vaciado y se removerá todo el material que evidencia estar depositada en él. Se deberá inspeccionar entonces las paredes y dientes del estanque, y se verificará el estado actual de estos elementos, y de la forma en que los dientes y las losas están conectados.

5) Se requiere una solución definitiva a los cortes en el portal del túnel del vertedero y en la margen izquierda a la salida de este. Al mismo tiempo se deberá dar atención a la disposición de los escurrimientos, para evitar las erosiones que ya se evidencian.

6)No se han realizado aún las obras de protección aguas abajo de la presa contempladas en el proyecto. Se ha reducido además la capacidad del dique J. J. Puello.

Cámara de Válvulas

1) Es muy importante que la cámara de válvulas sea auscultada contínuamente para poder detectar a tiempo cualquier posible cambio en el comportamiento estructural de la misma.

2) Los conductos provisionales de riego deberán ser taponados con hormigón aguas arriba de las válvulas, para contar con un cierre permanente y seguro.

3) Se dará protección adecuada a la tubería de la hidroeléctrica aguas arriba de la válvula mariposa.

4) Si el espacio disponible entre la tubería de la hidroeléctrica y el piso del túnel, en el tramo próximo al extremo aguas abajo de la cámara, es insuficiente para permitir las labores de mantenimiento y protección de la tubería, deberá considerarse la conveniencia de encajonar en hormigón el tramo que lo requiriese.

Galeria y Lumbrera de Acceso a la Cámara de Válvulas

1) Las filtraciones en la lumbrera circular pueden ser reducidas mediante la realización de inyecciones suplementarias alrededor de la misma, las cuales pueden ser realizadas al mismo tiempo que se ejecuten las otras inyecciones remediales recomendadas para el vertedero de servicio.

Galería en el Estribo Izquierdo

1) Recomendamos que la galería en el estribo izquierdo sea provista de un soporte estructural permanente consistente en un revestimiento de hormigón armado.

Tubería de Presión

1) En la inspección de la tubería de presión se han detectado deficiencias en la ejecución. Estas deficiencias deben ser corregidas, pues entre ellas hay algunas que influyen en la seguridad de la obra.

2) Se recomienda una revisión de por lo menos un 10% del total de los registros físicos de radiografías, y una revisión de las uniones de soldadura en donde se utilizó el método de ultrasonido. Se requiere también la inspección, por el métado de partícula magnética, en el interior del túnel, en conexiones del tipo de la mostrada en la foto 45.

3) Recomendamos que se realicen exámenes en diferentes puntos de la tubería, removiendo el material de protección, para verificar en qué consiste éste, y decidir entonces las medidas correctivas requeridas, si es que fuesen necesarias.

4) Se observaron desviaciones evidentes a simple vista en cuanto a la tolerancia por redondez de la tubería de presión. Esto mueve a preguntarse si fueron controladas las tolerancias de alineamiento entre virola y virola según las normas.

5) En la tubería de seis pulgadas que se instaló debajo de la tubería y la válvula mariposa de guarda se montaron dos válvulas. La primera válvula es de 300 lbs/pulg^2 de capacidad y está conectada por medio de bridas. Una de estas bridas se quedó sin soldar al tubo de seis pulgadas. La segunda válvula es de 125 lbs/pulg^2 de capacidad y no es adecuada para el servicio. La válvula de drenaje en el ramal de la tubería de presión, dentro de la casa de máquinas, es también de 125 lbs/pulg^2 de capacidad, por tanto tampoco es adecuada.

6) Uno de los extremos de la tubería de 6 pulgadas se conectó incorrectamente, pues le falta el refuerzo tipo silleta.

7) Los codos de noventa grados de la tubería de dos pulgadas fueron fabricados usando pedazos de tubo de dos pulgadas, los cuales se conectaron con múltiples uniones de soldadura. Esta tubería necesita además soportes adecuados.

Equipos Electromecánicos

1) En la cámara de válvulas se observó la instalación desordenada de cables y la inadecuada protección del equipo eléctrico.

2) Los paneles de servicios en la cása de máquinas tienen interrup

tores que no se usan en República Dominicana y no se tienen repuestos. Las baterías son grandes como si se tratase de un gran banco, y no se dispone de repuestos. El cargador de las baterías tiene problemas de sobretensiones.

3) La cubierta del generador no es funcional para el mantenimiento de éste, y no existe protección por sobretensión.

4) El transformador de alimentación para la regulación automática estaba fuera de servicio.

5) El sincronoscopo estaba fuera de servicio. Una de las fuentes estaba quemada. No se tiene repuesto. El indicador de factor de potencia funciona sin precisión y no tiene control exterior. No existen repuestos de ninguna clase.

6) El transformador principal está en conexión delta, Ye aislada. Sería conveniente que el neutro estuviese aterrizado por medio de un seccionador, aunque se trabaje con este abierto. Los pararrayos para el caso existente deben ser de 72.5 KV y no de 60 KV como se indica en el unifilar.

7) Hay que buscar la forma de aislar de las barras de 12.5 KV, los servicios de iluminación.

8) La unidad no puede trabajar más allá de los 4 MW con una abertura de 1/2 de la total. Es recomendable resolver este problema a la mayor brevedad.

9) Se presentan listas con el mínimo de repuestos requeridos.

10) Los planos recibidos aparentan adecuados a primera mirada. Sin embargo, faltan los instructivos necesarios para interpretar adecuadamente cada detalle. y la garantía de que los planos recibidos no sean los primeros planos enviados por la Constructora.

11) En cuanto a las especificaciones de los equipos algunas lucen adecuadas, tales como la de los transformadores de medidas, pero las de los pararrayos de 12.5 KV no están muy claras. De los demás equipos no hay especificaciones.

12) En lo relativo a la puesta en marcha, los datos de pruebas y gráficas recibidos están ilegibles por lo que es imposible opinar al respecto.

13) No hay planos de la red de tierra de la subestación ni cálculos sobre la misma. El procedimiento de cálculo efectuado para la red de tierra de la Central parece inadecuado.

Otros

1) En genèrál, las obras de drenaje pluvial de la presa son insuficientes. Se considera necesario concluir y acondicionar todo el sistema de cunetas y contracunetas. También recomendamos que en general en el área del proyecto, los taludes sean protegidos sembrando grama en ellos.

2) Es importante que se encomiende la recopilación, ordenamiento e inventario de todo el material informativo técnico referente al proyecto,

especialmente de los planos de obra según se construyó. Además, deberá obtenerse toda la información existente sobre la operación y mantenimiento de los equipos instalados, así como los datos técnicos de los mismos, para elaborar un manual de operación del mismo.

Aspectos Económicos

1) La presentación de partidas globales de la Corporación de Sabaneta no permite un análisis para compararlas con el presupuesto original detallado por conceptos de trabajos individuales, y le ha impedido a Hanson Rodríguez, S. A. poder evaluar la justificación de la diferencia de costo con el presupuesto original, diferencia que asciende a la suma de $17,208,786.36.

2) Se recomienda realizar una auditoría desde el origen de la obra hasta el final de la misma, o continuar la iniciada por la firma "Servicios Profesionales Asociados".

REPUBLICA DOMINICANA

INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA
CENTRO DE PROGRAMAS Y PROYECTOS DE INVERSION
IICA-CEPPI

CONVENIO IICA/BID ATN/SF-3185-RE

PROYECTO DESARROLLO AGRICOLA SOSTENIBLE EN SAN JUAN DE LA MAGUANA

P R O D A S

Diseño y Costos Sistema Riego, Drenaje y Obras Parcelarias Margen Izquierda

Elaborado por:

Guillermo González Martínez.
Consultor Nacional

Colaboradores:

David Nova F.
Marcos González Martínez
Pedro Pablo Santos T.

Santo Domingo, Marzo, 1992

INDICE

ANEXOS

ANEXO No.1

- Presupuesto Consolidado General
- Prepuesto por Canales
- Presupuesto Consolidado de Sistema de Drenajes
- Relación de Planos

ANEXO No.2

- Diseño y Costo Unitario Canaletas Prefafricadas

ANEXO No.3

- Derminación de los requerimientos para la supervisión de las Obras

ANEXO No.4

- Costo de Operación y Mantenimiento del Sistema Proyectado Margen Izquierda

ANEXO No.5

- Determinación del Factor de Costo Indirecto para la Ejecución por Contrato de las Obras.

I. RESUMEN EJECUTIVO

El Estado Dominicano, en su política de aprovechamiento de los recursos hidráulicos del país, inicio a partir de 1968, un ambicioso plan de desarrollo del Valle de San Juan, con la construcción del canal temporero José Joaquín Puello, luego la presa de Sabaneta (1975-1981) y posteriormente la ejecución del Proyecto de Riego Sabaneta, PRISA (préstamo 570/SF-DR, 1979-1991), que consiste en la construcción de un moderno sistema de riego en la Margen Derecha, que cubre 11,625 ha., y que incluye, la rehabilitación del canal principal y la construcción del sistema secundario y terciario de distribución.

El área objeto de este estudio, está situada en la provincia San Juan de la Maguana entre las coordenadas 18°-42' a 19°-11' de latitud Norte y 71°-06'a 71°-33' de longitud Oeste, y está delimitada geográficamente de la siguiente manera: al Norte, canal principal San Juan-Jínova; al Sur, el río San Juan; al Este, arroyo Mogollón y río Yábano y al Oeste el río San Juan y la ciudad del mismo nombre. Esta superficie comprende unas 7000 ha. brutas, de las cuales, 6000 ha se consideran aptas para riego.

El clima de la región es subtropical, la temperatura promedio esta por encima de los 21ºC. La precipitación es del orden de 1,000 mm/año. La vegetación es del tipo sabana, alternado con bosques. Los suelos pertenecen al grupo de los molisoles y, en menor proporción, aparecen zonas de grupos entisoles y vertisoles.

La principal característica hidrológica del río San Juan es la escasez de los recursos superficiales de agua, con algunas pocas excepciones, debido a que la precipitación no es muy abundante durante el año (llega a decrecer casi por completo en el invierno). Por otro lado, la infiltración y evapotranspiración son muy elevadas por las altas temperaturas de su régimen subtropical, que, en la mayoría de los casos, superan o igualan la precipitación. Este elemento de escasez motiva el desarrollo de programas y proyectos que promuevan el uso racional del agua.

El uso que se le da a los terrenos de la Margen Izquierda del río San Juan depende básicamente de la disponibilidad de agua para riego. La mayoría de los suelos son cultivados con arroz durante la época del verano, que coincide con el período de lluvia; y con habichuelas durante la estación del invierno, que coincide con el período seco. En una relación de producción, el cultivo líder de esta zona es el arroz, seguido muy de cerca por la habichuela.

La infraestructura de riego en la Margen Izquierda, se caracteriza por la presencia de un gran número de tomas directas de ríos, arroyos y canales, alcanzando una longitud de 115 km. de canales localizados en forma desordenada y diseminados por toda el área sin un orden lógico. Estos son sistemas tradicionales de riego, construidos sin ningún tipo de planificación, y en su gran mayoría por los propios beneficiarios. La mayoría de estos sistemas carecen de obras de arte, obras de protección y estructuras reguladoras. Así mismo, las secciones en su mayoría son en tierra y de geometría deformada.

Las obras que se están ejecutando en la Margen Izquierda con el Proyecto de Riego Sabaneta mejorará esencialmente la conducción a través del canal principal (San Juan-Jínova) y la distribución en el sector de riego "Canal de Los Indios" (860 ha.). El resto, correspondiente a los diez (10) sectores que completan el sistema Margen Izquierda quedan en las mismas condiciones de precariedad.

Las características del relieve y la topografía de la Margen Izquierda permiten la salida del agua de escorrentía superficial sin mayores problemas, contrastando con algunas áreas de la Margen Derecha. El río San Juan se constituye en el colector principal y permite la descarga libre del sistema de drenes naturales.

La demanda y la oferta de agua en la Margen Izquierda no obedecen a planes de siembra ni a elementos de medición y control. En este sistema, con una gran cantidad de tomas de derivación directas, hay carencia de estructuras de control, de estructuras medidoras, de secciones bien definidas del canal y de compuertas funcionales. Esta situación no permite una distribución de agua de manera organizada. En términos generales, el sistema de riego es operado bajo el criterio de la demanda libre, debido a la ausencia de calendarios de riego y a la siembra no organizada.

Todos los sub-sistemas de riego que componen la Margen Izquierda han sido puestos en operación sin contar con los manuales de conservación correspondientes, en donde establescan los criterios básicos de conservación de cada una de las infraestructuras que componen los sistemas, así como los tratamientos que en materia de conservación deben tener los diferentes tramos. Los métodos que se utilizan para el mantenimiento de los canales son los tradicionales, sin tener en cuenta la naturaleza de las obras, y consisten en extracción de sedimentos; manual o mecánicamente; extracción de malezas y plantas acuáticas, corrección de fisuras, revestimiento con mampostería, protección con muros de saco, etc.

El sistema de riego carece de obras parcelarias, por lo que la administración de riego, a este nivel, se torna difícil, en lo referente a entrega de agua, aplicación de la lámina de riego, frecuencia de riego, evacuación de los excesos de riego, así como la interrelación de los demás componentes que intervienen en los procesos productivos de la agricultura bajo riego.

El 85% de las aguas que se derivan hacia los diferentes sectores de riego se pierden durante el proceso de conducción, distribución y aplicación. Se considera que un 15% de eficiencia es un valor muy bajo, y se debe fundamentalmente al deteriorado sistema de distribución y al proceso de aplicación del agua a nivel de fincas. Los factores que inciden en esta baja eficiencia global son: i) las condiciones físicas del sistema existente, ii) la política de mantenimiento diferido de los canales de riego y drenaje, iii) los procedimientos inadecuados de mantenimiento y conservación de los sistemas de canales, así como de las estructuras y obras de arte, iv) ausencia de una programación de riego, que se base en las disponibilidades reales de agua y tierra, v) ausencia de los manuales de operación, vi) ausentismo de los productores en la planeación del riego y distribución del agua y vii) ausencia del desarrollo parcelario.

Como resultado de una revisión de las áreas actualmente servidas con las aguas reguladas por la Presa de Sabaneta y con un buen índice de uso de suelos, unas 2985 ha, que representan el 50% de la superficie de la Margen Izquierda, y observando que la eficiencia global de los sistemas de riego que componen dicha margen es de apenas el 15 %, se deduce que la limitante principal para lograr un índice de uso de 1.31 en las 5970 ha, definido como meta a lograr por el PRODAS, no es la cantidad de agua disponible, si no el mal uso que se hace de ella (baja eficiencia de operación). Para elevar esa eficiencia, es indispensable completar los sistemas de conducción y distribución de toda la margen izquierda, y construir en su totalidad el sistema de acequias parcelarias.

Partiendo de una revisión conceptual de los diseños realizados por el INDRHI para la Red de Riego y Drenaje de la Margen Izquierda, y tomando como base la experiencia acumulada por el INDRHI en la construcción de la infraestructura de riego de la Margen Derecha, se decidió el estudio de dos alternativas, tomando como base la mayor área de influencia posible, el agua disponible y los patrones de cultivos recomendados. La primera aproximación consistió principalmente en la revisión, verificación en el campo y actualización de los costos del sistema de riego y drenaje, diseñado originalmente por EURO-CONSULT-CODIFESA-CONAGRODOM (1973) y modificado por el INDRHI como consecuencia de la reformulación del Proyecto PRISA (1988). El costo de esta alternativa, asciende a US$28.3 millones, incluyendo el sistema de acequias parcelarias, equivalente a una inversión de US$4,734 por hectárea. Sin embargo profundizando el análisis, combinando

racionalmente la utilización de los recursos de infraestructura existentes en la zona, con recursos de aguas superficiales adicionales al río San Juan, como los ríos Jínova, Arroyos Mogollón, El Donado y Tenguerengue, se rediseñó la red de distribución del riego. De esta forma se definió las siguientes metas:

i) Construir 106.9 km de canales prefabricados de la red principal de riego y 9.km de canales revestidos de hormigón simple.

ii) Construir 37.0 km de drenes colectores principales.

iii) Construir 89.6 km de canaletas prefabricadas para el sistema parcelario.

iv) Construir un dique derivador, de aproximadamente 20 m de largo, aguas abajo de la confluencia del arroyo El Donado y el río Jínova.

El costo total para la obtención de las metas es de US$ 15,440,356.66 distribuidos de la siguiente manera:

Supervisión ..... US$ 2,755,581.00

Costo de Obras Civiles ..... US$ 12,569,775.66

Derecho de Vía ..... US$ 115,000.00

El ejecutor de este Subproyecto será el INDRHI (Distrito de Riego San Juan de la Maguana). La ejecución de los trabajos se hará mediante contratación de firmas constructoras, de conformidad con los procedimientos de licitación establecidos por el INDRHI. Por su parte, la supervisión, que tendrá a su cargo la administración de los contratos de ejecución de las obras, será también objeto de contratación, siguiendo los procedimientos establecidos.

II. MARCO DE REFERENCIA

A. Antecedentes.

El aprovechamiento del agua para fines agrícolas en la Sub-Región del Valle de San Juan y particularmente en la zona de la Margen Izquierda del río San Juan, data del tiempo de la colonia, habiéndose desarrollado a principios de este siglo diversos sistemas de canales privados. En el año de 1954, se produce la primera intervención estatal, con la construcción del Canal San Juan-Jínova y Guanito-San Juan. Estos sistemas, en su conjunto, provocaron una dinámica económica productiva, que convirtió el lugar en uno de los principales abastecedores de arroz y habichuelas para el consumo doméstico. El empuje de esta actividad provocó la necesidad de asegurar un suministro de agua oportuno, razón por la cual, el Estado Dominicano inició en el año 1971 los estudios de factibilidad para la construcción de la presa de Sabaneta, con el propósito de regular las aguas del río San Juan para fines de riego y aprovechamiento energético. La construcción de esta obra fue iniciada en el año 1975 e inaugurada en 1981 con una inversión de US$40.0 Millones.

Para la complementación del desarrollo del Valle de San Juan, el gobierno suscribió en el año 1979 el acuerdo de préstamo 570/SF-DR con el Banco Interamericano de Desarrollo, BID, equivalente a US$59 Millones, para el financiamiento parcial del proyecto de riego de la zona de influencia de la presa de Sabaneta, que comprendió el aprovechamiento integral de los recursos suelos, clima y agua en una superficie bruta de 20 mil hectáreas, localizadas en la Margen Derecha e Izquierda del río San Juan. Este proyecto, que contemplaba la puesta en riego de 17,577 ha. netas (11,625 ha. en la Margen Derecha y 5,952 en la Margen Izquierda), fue reformulado por primera vez en el año 1983, previendo la construcción de obras principales nuevas (básicamente canales secundarios y terciarios) para las 11,625 ha. de la Margen Derecha, y obras menores de riego para 3,062 ha. de la Margen Izquierda. Posteriormente, en la segunda reformulación del proyecto, en el año 1988 (ampliación de metas) se contempló en adición a la propuesta mencionada, mejorar la eficiencia de conducción y cobertura a 1,270 ha. contiguas a la Margen Derecha e incorporar 300 ha. nuevas, mediante la construcción de una "obra de toma" en el río San Juan consistente en una derivadora tipo indio y tres canales revestidos de 4.0, 6.8, y 6.0 km. de longitud respectivamente, los cuales reemplazarían a los canales principales existentes en la Margen Izquierda (San Juan y Jínova) y al canal lateral de "Corral de los indios" (de la misma Margen). Bajo este nuevo esquema se previó la construcción de las conexiones entre los nuevos canales y la red existente. Las obras realizadas en la Margen Izquierda mejoran la conducción y la distribución del agua para 864 ha, del sector de riego Corral de los Indios, quedando con el sistema de riego arcaico una superficie de 5,108 ha.

B. Situación Actual del Sistema de Riego Margen Izquierda.

El área objeto de este estudio, está situada en la provincia San Juan de la Maguana entre las coordenadas 18°-42' a 19°-11' de latitud Norte y 71°-06' a 71°-33' de longitud Oeste, y está delimitada geográficamente, al Norte, canal principal San Juan-Jínova; al Sur, el río San Juan; al Este, arroyo Mogollón y río Yábano y al Oeste el río San Juan y la ciudad del mismo nombre. Esta superficie comprende unas 7000 ha. brutas, de las cuales, 6000 ha se consideran aptas para riego.

1. Aspectos físicos.

a) Clima

Según el método de clasificación de climas de Thornthwaite, basado en las relaciones entre temperaturas y las precipitaciones mensuales promedio, el clima del área de San Juan corresponde al sub-tropical. La temperatura se registra en general por

encima de los 21ºC con una variación de 5ºC. La precipitación es del orden de 1,000 mm/año y la vegetación es del tipo sabana, alternado con bosques.
Para el conocimiento de los elementos climáticos en el área del proyecto se ha considerado la estación climatológica de "El Once" (longitud: 71º 06' 50" - latitud 18º 43' 00" - altitud aproximada 375 metros) localizada 11 Km al Este de la ciudad de San Juan, en la carretera a Santo Domingo, en la cual se registran desde el año 1968 datos de pluviometría, evaporación, temperatura, humedad relativa y nubosidad.

i) Temperatura. En la estación climática "El Once" la temperatura anual promedio (período 1968-1990) es de 24.9 grados centígrados, con valores promedios mensuales máximos y mínimos, de 26.0 ºC y 22.7ºC en los períodos julio - Agosto, Septiembre - Enero, respectivamente.

ii) Insolación. Este elemento climático se refiere al número real de horas de sol, siendo dependiente de la latitud del lugar, pero variable de acuerdo a la nubosidad prevaleciente. Para el área del Proyecto, la insolación varía teóricamente entre un máximo de 13.27 horas de sol en el mes de Junio, hasta un mínimo de 11.00 horas en promedio para el mes de Diciembre. Para apreciar la influencia de la nubosidad, se han instalado en las estaciones de "El Once" y "Matayaya", heliógrafos. De acuerdo a los records existentes (1969-1990) las nubosidades máximas ocurren en los meses de Mayo, Agosto y Septiembre, presentándose en los meses de junio y julio, nubosidades medias.

iii) Humedad Relativa. La humedad relativa es la relación entre la tensión de vapor de agua existente en una masa de aire y la tensión máxima que éste contendría en el caso de encontrarse saturado. Es un elemento importante no sólo desde el punto de vista biológico, sino también por su influencia sobre las precipitaciones y la nubosidad. Para el área del Proyecto los promedios mensuales son estables, habiéndose registrado en la estación climatológica de "El Once" una humedad relativa del 67% al 79% durante los últimos 25 años.

iv) Evaporación. En la zona de riego, la evaporación promedio anual que resgistra la estación "El Once" es bastante estable, en promedio 1750 mm/año, para un evaporímetro Tipo "A". El promedio máximo mensual se tiene en Julio con 5.93 mm/día y el mínimo Diciembre con 3.77 mm/día.

v) Régimen Pluviométrico. La precipitación promedio varía de 750 a 1,300 mm/año (mapa de isoyetas), siendo los meses de Abril a Octubre los lluviosos, con más del 80% de la precipitación.

vi) Huracanes. Las ondas del este crean zonas de vientos divergentes y convergentes que son factores importantes en las lluvias en la cuenca hidrográfica del río San Juan. La temporada ciclónica se inicia en agosto y término generalmente en septiembre.

b) Suelos

En el año de 1984, la Secretaría de Estado de Agricultura realizó el estudio semidetallado de los suelos del Valle de San Juan[1]. En dicho estudio, se determinó que los suelos de la Margen Izquierda, en su gran mayoría, pertenecen al grupo de los molisoles. Los molisoles, son suelos que se caracterizan por la presencia de un horizonte superficial oscuro en color, muy fértil y profundo, con fuerte desarrollo estructural, en los cuales los cationes bivalentes de calcio dominan el complejo de intercambio en todo el perfil.

En menor proporción aparecen, suelos de orden entisol que se caracterizan por su escaso desarrollo pedogenético y suelos de orden vertisol, que se caracterizan por un elevado contenido de arcilla (35%) de tipo expansible, que provocan el agrietamiento de los suelos en los períodos de sequía.

Los suelos de la Margen Izquierda presentan un relieve ligeramente inclinado, con pendientes de 3-7%; y evidencia de erosión laminar de ligero a moderado en surcos y en cárcavas. Son suelos moderadamente profundos a profundos, con evidencias de piedras en la superficie. La escorrentía superficial varía de media a alta, la permeabilidad es moderada y el drenaje natural es bueno. Tienen una alta retención de humedad y presentan una reacción (pH) que varía de moderadamente alcalina a alcalina siendo la fertilidad natural alta.

c. Vegetación natural

La mayoría de la vegetación natural original del Valle de San Juan ha sido eliminada, con el fin de utilizarla en la agricultura y la ganadería.

2. Hidrografía.

La característica hidrológica del valle del río San Juan es la escasez de los recursos superficiales de agua, debido principalmente a la poca precipitación pluvial que registra la zona. Por otra parte la infiltración y evapotranspiración son muy elevadas por las altas temperaturas, que en la mayoría de los casos, superan o igualan la precipitación.

La escorrentía superficial y subterránea va hacia el centro del Valle de San Juan, desde la Cordillera Central y la Sierra de Neyba, hasta el río Yaque del Sur al Este y al río Macasías al Oeste. Los factores geológicos sobre el Valle, con predominio de materiales altamente permeables, genera una gran riqueza de aguas subterráneas y de acuíferos, los mismos que no están siendo explotados en la actualidad.

Las principales posibilidades acuíferas de la región, de acuerdo con García y Harms (1988), se encuentran en los depósitos de los ríos cuyos cauces son relativamente jóvenes y no exhiben meandros de importancia. Estos forman grandes extensiones de terrazas que, junto con los numerosos abanicos aluviales, presentan excelentes reservas hidrogeológicas.

---

1 Estudio de Suelo del Valle de San Juan de la Maguana, Clasificación y Aptitud para Uso y Manejo. Secretaría de Estado de Agricultura, Departamento de Tierras y Aguas. Santo Domingo, R.D. 1984. 178 Páginas.

Hacia el Noreste del Valle (Juan de Herrera), existen pocas posibilidades para la explotación de aguas subterráneas, por su composición mayoritaria de rocas ígneas impermeables. Sin embargo, su posición más elevada respecto al Valle, por donde drenan los ríos provenientes de la Cordillera Central, le dan excelentes posibilidades para el desarrollo de los recursos de aguas superficiales.

3. Aspectos productivos.

El uso que se le da a los suelos de la Margen Izquierda del río San Juan depende básicamente de la disponibilidad de agua para riego. La mayoría de los suelos son cultivados con arroz durante la época del verano, que coincide con el período de lluvia; y con habichuelas durante la estación del invierno, que coincide con el período seco. En una relación de producción, el cultivo líder de esta zona es el arroz, seguido muy de cerca por la habichuela. En el cuadro No.2.1, se presentan las superficies sembradas y cosechadas, por sectores de riego y por cultivos, para el año 1990, de conformidad al estudio presentado por la Consultoría de Desarrollo Agrícola del Proyecto de Riego Sabaneta (PRISA).

4. Infraestructura de riego y drenaje.

Infraestructura de riego. La infraestructura de riego en la margen izquierda, se caracteriza por la presencia de un gran número de tomas directas de ríos, arroyos y canales, alcanzando una longitud de 115 km. de canales localizados en forma desordenada y diseminados por toda el área sin un orden lógico. Estos son canales tradicionales de riego que fueron construidos, por los propios beneficiarios y carecen de obras de arte, obras de protección y estructuras reguladoras. Las secciones, en su mayoría son en tierra y de geometría deformada.

Este sistema de riego, tiene dos diques derivadores en el canal San Juan sobre el río San Juan, y en el canal El Donado, sobre el arroyo del mismo nombre. Los demás canales tienen obras de tomas directas, lo que hace inestable y el servicio del sistema. Cuenta además con once (11) sectores de riego (ver plano No.1), cuya delimitación no obedece a los criterios[2] establecidos para una sectorización de áreas irrigables.

Las obras que se están ejecutando en la Margen Izquierda con el Proyecto de Riego Sabaneta mejorará esencialmente la conducción a través del canal principal (San Juan-Jínova) y la distribución en el sector de riego "Corral de Los Indios" (860 ha. Ver planos No.3 y 4). Sin embargo, el resto del sistema, diez sectores que completan el sistema de la Margen Izquierda, quedan en las mismas condiciones de precariedad.

---

2 Estos criterios son entre otros: accidentes topográficos, fuentes de abastecimiento común, uniformidad de áreas, manejabilidad.

CUADRO No.2.1

AREAS SEMBRADAS Y COSECHADAS ANUAL POR CANALES

SUPERFICIE	188.7		339.6		292.5		700.6		104.4		428.9		817.6		503.1		401.6		666.5		106.9		4,550.6		ha
	J.HERRERA		JINOYA A		L. MONTONES		CORRAL I.		EX-RUSO		EL DORADO		NA-TENGUE		L. CAMBRONES		LAPIE		NOGOLLON		CUENDA		TOTAL MAR. IZQ.		
CULTIVO	S	C	S	C	S	C	S	C	S	C	S	C	S	C	S	C	S	C	S	C	S	C	S	C	%
ARROZ	154.0	126.7	71.2	100.1	225.9	222.8	616.1	918.0	85.6	69.2	263.2	222.6	253.3	246.2	396.9	378.0	173.3	214.0	174.9	227.4	77.2	43.9	2,491.6	2,776.8	0.5
HABICHUELA	107.9	104.9	138.0	100.3	171.8	171.3	269.1	229.5	86.4	72.6	202.0	194.5	772.5	630.6	255.8	191.1	131.3	102.3	215.3	105.0	94.4	75.5	2,444.7	1,977.5	0.5
BATATA	8.6	15.8	19.7	14.9	23.5	23.1	15.3	17.2	1.4	0.2	0.6		52.9	41.6	18.9	15.7	6.2	4.3	18.5	12.6	12.6	17.0	178.2	162.5	0.0
MAIZ			8.8	8.8	3.1	3.1	6.4	6.4	8.3	0.3	12.6	12.6	11.3	11.3	22.3	12.6	11.0		18.2	18.2			94.0	73.3	0.0
SORGO															31.4	31.4	37.7	37.7	75.5	75.5			144.7	144.7	0.0
YUCA	1.3	1.3			0.3		0.3	0.3	0.9	0.1	3.1	0.9	8.4	0.6			4.3	4.3	4.2	4.2			22.7	11.6	0.0
MANI	8.2	12.0	46.4	46.4	16.4	16.4	32.1	32.1	7.7	7.7	13.5	13.5	45.8	45.8	8.2	8.2	7.1	7.1	109.4	106.9	6.3	6.3	301.0	302.3	0.1
OTROS					1.7	1.7	1.5	1.8	0.8	0.8	1.7	1.7	113.2	113.2	23.3	23.3	18.9	18.9			0.2	1.9	161.2	163.1	0.0
TOTALES	280.0	260.7	284.0	278.4	442.8	438.4	940.8	1,205.2	183.0	150.8	496.7	445.7	1,257.5	1,089.4	756.8	660.3	389.7	388.6	616.0	549.8	190.6	144.5	5,838.1	5,611.8	1.3
INDICES DE:	S	C	S	C	S	C	S	C	S	C	S	C	S	C	S	C	S	C	S	C	S	C	S	C	1.3
USO	1.5		0.8		1.5		1.3		1.8		1.2		1.5		1.5		1.0		0.9		1.8		1.3		

En el cuadro No. 2.2, se presentan los canales que actualmente se están ejecutando dentro del Proyecto de Riego Sabaneta y en el cuadro No. 2.3, se describen las principales características de los sectores de riego existentes.

CUADRO 2.2 CANALES EN EJECUCION MARGEN IZQUIERDA

CANAL	LONGITUD (M) *	AREA A REGAR (HA)
SAN JUAN - JINOVA	10,200.00	5,972.00 (A)
LATERAL A	495.62	303.61
LATERAL B	515.00	47.35
LATERAL C	492.00	259.70 (A)
LATERAL D	6,000.00	2,030.31 (A)
SUB-LAT-1-LD	4,200.00	486.95 (A)
RAMAL 1 DEL SL1-LD	1,150.00	105.89 (A)
RAMAL 2 DEL SL1-LD	3,164.80	200.83
SUB-LAT-2-LD	1,860.00	149.86
LATERAL E-E	250.00	117.13
LATERAL E	310.00	126.05
LATERAL F	680.00	198.55
LATERAL F-E	416.00	14.74
LATERAL G	464.00	468.50 (A)
LATERAL H	400.00	1,907.65 (A)
SR1, RAMAL 2-SL1-LD	570.00	46.03

* ESTAS LONGITUDES REPRESENTAN LOS CANALES EN EJECUCION
(A) INCLUYE EL AREA A REGAR POR DICHO CANAL, SUS LATERALES, SUB-LATERALES, RAMALES Y SUB-RAMALES.

a. Infraestructura de drenaje

Las características del relieve y la topografía de la Margen Izquierda permiten la salida del agua de escorrentía superficial sin mayores problemas. El río San Juan se constituye en el colector principal y permite la descarga libre del sistema de drenes naturales.

A pesar, de existir condiciones favorables para el drenaje, el mantenimiento diferido y la inadecuación de los cauces, ha provocado algunos inconvenientes al libre flujo del agua, principalmente en la época de lluvia.

El drenaje parcelario es limitado, constituido por pequeñas zanjas provisionales construidas por los productores. A pesar de la improvisaciones y prácticas, no han ocasionado daños mayores debido a que la génesis de los suelos favorece el movimiento interno del agua. En el cuadro No. 2.4, se presentan los principales sistemas de drenaje.

CUADRO 2.4 ALGUNAS CARACTERISTICAS DEL SISTEMA DE DRENAJE EXISTENTE

DREN	CAPACIDAD M3/SEG	AREAS HA.	LONGITUD M
MOGOLLÓN	0.71	1,050	4,360.00
CABILMA	0.81	1,480	4,180.00
DONAO I	0.40	462	2,250.00
DONAO II	0.40	358	1,780.00
TENGUERENGUE	0.24	170	1,570.00
LAVAPIE	0.52	528	2,180.00
SAN JUAN	0.57	444	1,673.00
CIENEGA	1.58	4,769	6,720.00
CUENDA	0.38	700	3,690.00

CUADRO No.2.3

CARACTERISTICAS PRINCIPALES DE LOS SECTORES DE RIEGO

SECTOR DE RIEGO	CAUDAL m3/seg	SUPERF. IRRIG. ha ORIGINAL	PROYECTO	NUMERO USUARIOS (INDRHI)	FUENTE DE ABASTECIMIENTO	LONGITUD DE CANALES (KM)
JUAN DE HERRERA (J.H.)	3	189	230	71	RIO SAN JUAN/CANAL SAN JUAN	5
JINOVA ABAJO (J.A.)	2	340	405	82	RIO SAN JUAN/CANAL SAN JUAN	5
CORRAL DE LOS INDIOS (C.I.)	1	701	770	102	RIO SAN JUAN/CANAL SAN JUAN	20
LOS MONTONES (L.M.)	2	292	230	88	RIO SAN JUAN/CANAL SAN JUAN	6
EX-RUSO (E.R.)	0	104	125	22	RIO SAN JUAN	3
EL DONADO (E.D.)	0	429	275	56	CANAL EL DONADO/ARROYO DONADO	11
MANOGUAYABO-TENGUERENGUE (M.T.)	-	818	925	195	ARROYO TENGUERENGUE, RIO JINOVA Y RIO SAN JUAN	20
LOS CAMBRONES (L.C.)	1 *1*	503	560	23	RIO JINOVA	17
LAVAPIE (LA)	-	402	910	93	RIO JINOVA	9
MOGOLLON-SOLARIN (M.S.)	-	107	520	193	RIO MOGOLLON	10
CUENDA (CU)	0	667	720	57	ARROYO EL DONADO/RIO JINOVA	11
TOTALES	10	4,552	5,670 *2*	982 *3*		115

1 Incluye el caudal del sector Lavapie

2 Junto a las 300 ha. nuevas incorporadas, suma un total de 5,970 ha.

3 El padron de usuarios realizado en 1991, arroja una cantidad de 1496 usuarios, incluyendo las areas incorporadas.

Es importante señalar que en las reformulaciones al Proyecto de Riego Sabaneta no se consideraron acciones en el sistema de drenaje.

5. Administración actual del sistema de riego de la Margen Izquierda.

a. Operación del sistema

El método utilizado es el de gravedad. La aplicación de este método se hace principalmente por surcos y cuadros, preparados en campo sin criterio técnico sin tomar en cuenta las características del suelo, las cantidades de agua requeridas, la pendiente del terreno, entre otras. El método de riego por cuadros es utilizado en el cultivo de arroz, empleando una sobre lámina de agua para el control de malezas, de manera que, se mantienen inundados los cuadros. El método de riego por surcos es utilizado en los cultivos de habichuela, batata, maíz, y sorgo.

La demanda y la oferta de agua en la Margen Izquierda no obedecen a planes de siembra, cuenta con una indiscriminada cantidad de tomas de derivación directas, sin estructuras de control y de compuertas. No se preparan calendarios de riego por lo que los productores notifican de manera informal al personal de distribución la necesidad de aplicar un riego a su parcela y se le facilita un turno de riego, sin tomar en cuenta tiempo, cultivo, área. La problemática en la entrega del agua se ve agravada durante las épocas de sequía, y el sistema es operado bajo el criterio de demanda libre.

El sistema de riego fue construido para un área de dominio determinado, con secciones y redes principales de conducción definidas. En la actualidad, las prácticas de conservación han modificado las secciones originales y los productores han ido construyendo la red de distribución de los canales aumentando las áreas servidas. Bajo estas condiciones, se hace difícil establecer y ejecutar procedimientos estándares de operación. Este crecimiento desorganizado del sistema de riego ha impedido la obtención de las metas de producción establecidas.

La concepción tarifaria que estuvo imperando en el INDRHI hasta finales de 1990, así como las penalidades por infracciones a las normas de operación de los sistemas de riego, no han favorecido el surgimiento de una buena política de operación a nivel del Distrito de Riego.

El personal técnico encargado de los diferentes niveles de operación del sistema de riego ha recibido entrenamiento suficiente, pero se hace difícil implementar los nuevos conocimientos adquiridos, debido a la ausencia de un sistema de distribución y control que responda a los requerimientos del área servida.

Por otra parte exiten limitaciones de carácter legal financiero e institucional que han agravado la operación del sistema. Entre las limitaciones de carácter legal, podemos mencionar:

i. La tenencia de la tierra

La concentración gradual de tierras ha provocado en el sistema de riego deficiencias de manejo de caudales, ya que el criterio del usuario es aplicar el riego a sus parcelas por el menor número posible de tomas, sin

considerar la capacidad de las mismas; por su parte, el minifundio expresado en el fraccionamiento disperso de la tierra, hace extremadamente difícil el ordenamiento y la planificación del riego.

ii. La Reubicación predial

Los procedimientos legales para el reordenamiento de la tierra, necesario en una buena administración de los sistemas de riego, son tortuosos y de difícil manejo.

iii. La penalización a infracciones

Frecuentemente se violan acuerdos y disposiciones relativas a la distribución de las aguas, tales como el uso de las aguas fuera de los turnos autorizados, siembra de cultivos en áreas vedadas, daños a las estructuras, y las leyes que penalizan estas acciones son muy débiles e insignificantes con relación a los daños que causan.

Las limitaciones de carácter financiero en la administración del sistema de riego se originan en que más del 90% de las inversiones se orientan hacia el área de conservación, descuidando factores claves de la operación, tales como: la adecuación de estructuras y obras de arte, equipos de medición, parcelas de ensayos y capacitación.

Las limitaciones de carácter institucional, comprenden i) la inestabilidad de los cargos ante la ausencia de la carrera administrativa que ha impedido la permanencia de equipos de trabajos consolidados que garanticen una buena operación del sistema de riego, ii) la falta de coordinación inter-institucional para la administración del agua, por lo que acciones tales como crédito, roturación de tierras, entrega de agua, distribución de material de siembra, no son coordinadas y iii) la imposición de disposiciones y normas de operación sin criterios técnicos que agravan los problemas del sistema de riego, como; la instalación de bombas, ampliación de laterales, autorización de cultivos de alto consumo de agua, entre otros.

b. Mantenimiento y conservación

Los sub-sistemas de riego que componen la margen izquierda fueron puestos en operación sin contar con los manuales de conservación correspondientes, que establezcan los criterios básicos de conservación de la infraestructura del sistema y el tratamiento que en materia de conservación deben tener los diferentes tramos. Los métodos que se utilizan para el mantenimiento de los canales no toman en cuenta la naturaleza de las obras y se limitan a la extracción de sedimentos, malezas y plantas acuáticas, corrección de fisuras, revestimiento con mampostería y protección con muros de saco; lo que ha provocado, la pérdida de la sección en canales no revestidos, destrucción de losas y obras de arte en canales revestidos y presencia permanente de plantas acuáticas, lo que ha originado que el mantenimiento y conservación sobrepase la capacidad operativa del distrito de riego ("mantenimiento diferido"), que a su vez es la causa del notable deterioro que se manifiesta en todos los sistemas de riego.

c. Manejo de Agua a Nivel de Finca

La agricultura de regadío en la República Dominicana, ha definido en su etapa de desarrollo fases diferenciadas, que van desde la regulación en la parte alta de las cuencas hidrográficas a través de presas, hasta la conducción de aguas por modernos sistemas de riego. Ha quedado pendiente el desarrollo parcelario, necesario para que desde el momento en que se produzca la recepción del agua en los predios, éstos tengan las suficientes condiciones para que el usuario haga un buen uso y manejo de la misma. Se entiende como desarrollo parcelario la adecuación del terreno para recibir el agua, dotación de acequias de riego, de estructuras internas de regulación, control y repartición, obras de arte (alcantarillas, paso peatonales, etc.) y de canales y drenes parcelarios.

La ausencia de regulaciones para obras parcelarias, ha hecho difícil la administración del riego, en lo referente a entrega de agua, aplicación de la lámina de riego, frecuencia de riego, evacuación de los excesos de riego, así como la interrelación de los demás componentes que intervienen en los procesos productivos de la agricultura bajo riego.

Como la entrega de agua a las parcelas se realiza sin ningún tipo de medición, el productor no aprecia el valor de uso del agua, y entiende erróneamente que un mayor volumen de agua significa una mayor fertilización para los cultivos. Se observa frecuentemente, que en situaciones normales, el usuario deriva caudales mayores a los que puede manejar, provocando lavado de suelos y fertilizantes. La ausencia de estructuras repartidoras en el punto de entrega de las aguas, hace que el productor derive toda el agua hacia una zona de la parcela, produciéndose grandes desperdicios de la misma.

Generalmente los suelos agrícolas no son acondicionados para recibir el riego, dándose situaciones de aplicación de láminas de riego no uniformes, aún en pequeños predios. Es notable ver, perfiles de mojado que varían de muy profundos en la parte alta de los predios, a superficiales en la parte baja.

El productor aplica el agua a los cultivos en el momento en que los mismos demuestran pérdidas de turgencias, e incluso, cuando llegan al "stress" hídrico, sin considerar, que una vez que la planta ha sufrido la falta de agua, los daños son irreversibles disminuyendo sensiblemente su producción. El productor desconoce las prácticas más efectivas sobre las necesidades de agua de los cultivos, a través de observaciones del comportamiento de los suelos.

d. Eficiencia de los Sistemas de Riego

El 85% de las aguas que se derivan hacia los diferentes sectores de riego se pierden durante el proceso de conducción, distribución y aplicación, debido al inadecuado proceso de aplicación del agua a nivel de fincas. Este inadecuado proceso se debe principalmente a: i) las condiciones físicas deficitarias del sistema en uso, ii) el mantenimiento diferido de los canales de riego y drenaje, iii) las prácticas inadecuadas de mantenimiento y conservación del sistema y iv) la ausencia de una programación de riego y manuales de operación.

III. ACCIONES PROPUESTAS

A. Introducción

Con base en el análisis de los aspectos de manejo de aguas a nivel de finca y de operación y mantenimiento de la red de riego de la Margen Izquierda; podemos concluir que el sistema es ineficiente. Por otra parte, habiendo comprobado un buen índice de uso de suelos (ver cuadro 2.3 y planos 1, 2 y 3) podemos deducir que la limitante principal no es la cantidad de agua disponible, si no el mal uso que se hace de ella. Frente a este problema, es indispensable rehabilitar los sistemas de conducción y distribución, así como la construcción del sistema de acequias parcelarias.

En este sentido se revisaron los diseños realizados por el INDRHI para la Red de Riego y Drenaje de la Margen Izquierda, (PRISA) en el marco conceptual de la experiencia acumulada en la construcción de la infraestructura de riego de la Margen Derecha. Una primera aproximación consistió en la revisión, verificación en el campo y actualización de los costos del sistema de riego y drenaje, mencionados. Diseños que contemplan la construcción de un nuevo trazado de canales en terraplén y revestidos de hormigón incluyendo la red principal, secundaria y terciaria. Posteriormente se compararon estos criterios de diseño, con los utilizados en la ejecución del Proyecto PRISA (Margen Derecha) y se vio la necesidad de modificar fundamentalmente los diseños originales, tomando en consideración la capacidad del canal principal (San Juan Jínova) ya construido y los buenos resultados obtenidos con la utilización de canaletas prefabricadas.

B. Objetivo

Aumentar la eficiencia en el uso y manejo de los recursos agua y suelos, completando la infraestructura de riego y drenaje del Río San Juan.

C. Objetivo específico

Completar la infraestructura de conducción y distribución del sistema de riego y drenaje de la Margen Izquierda del Río San Juan, beneficiando[3] un área de 5972 ha.

D. Metas

1. Construir 106.9 km de canales prefabricados de la red principal de riego y 9.2km de canales revestidos de hormigón simple.

2. Construir 37.0 km de drenes colectores principales.

3. Construir 89.6 km de canaletas prefabricadas para el sistema parcelario.

4. Construir un dique derivador, de aproximadamente 20 m de largo, aguas abajo de la confluencia del arroyo El Donado y el río Jínova.

---

3 El Proyecto de Riego Sabaneta, PRISA, rehabilitó el sistema de conducción y distribución correspondiente al sector de riego Corral de los Indios, con una superficie beneficiada de 863 ha. (Ver plano 4).

E. Criterios de diseño para los canales y obras de arte

Para determinar los requerimientos unitarios de agua para cada una de las variables del sistema de riego por canales (ver Cuadro 3.1), se partió de una eficiencia de conducción y distribución de un 73 % sin incluir la aplicación. Se consideró una eficiencia de aplicación del 50 % para cultivos en general y 80 % para el arroz (informaciones del Centro de Manejo de Agua a Nivel de Finca de San Juan, CEMAS, y del Proyecto de Riego Sabaneta, PRISA).

CUADRO No. 3.1
CALCULO DE REQUERIMIENTO UNITARIO DE AGUA
(Arroz)

	MESES					
	M	J	J	A	S	O
1.- EVAPOTRANSPIRACION DEL CULTIVO (MM/DIA)	6.2	5.4	6.2	5.8	5.4	.3
2.- COEFICIENTE DE CULTIVO,KC	1.1	.1	.1	.1	.05	1.0
3.- REQUERIMIENTO DE AGUA DEL CULTIVO (MM/DIA)	6.8	5.9	6.8	6.4	5.7	4.3
4.- FACTOR DE AREA DE R.A.C	0.25	0.75	1.0	1.0	.95	0.05
5. PROMEDIO DE R.A.C(MM/DIA)	1.7	4.4	6.8	6.4	5.4	0.2
6.- AGUA DE FANGUEO (MM/DIA)	2.0	2.0	.0	.0	.0	.0
7.- PERCOLACION (MM/DIA)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.3
8.- REQUERIMIENTO TOTAL DE AGUA (MM/DIA)	4.2	6.9	7.3	6.9	5.9	2.5
9.- REQUERIMIENTO TOTAL DEAGUA (LPS/HA)	0.5	0.8	0.9	0.8	0.7	0.3
10. EFICIENCIA DE RIEGO	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44
11. REQUERIMIENTO BRUTO(LPS/HA)	1.1	.8	2.0	1.8	1.6	0.7

Eficiencia de riego

- Conducción en principal, flujo continuo 0.85
- Distribución red secundaria 0.80
- Aplicación con reuso 0.65

Partiendo de los datos asumidos de eficiencias, se ha tomado como caudal de diseño para el canal principal 1.1 Lts/seg/ha.

Red de distribución, Q=1.4 litro/seg/ha

Aplicación en campo, Q=2.0 litro/seg/ha

RAC = Rendimiento de agua de cultivo.

LPS = Litro por segundo

El cuadro No. 3.1, muestra que la capacidad del nuevo canal San Juan - Jínova, de 6.5 m^3/seg es adecuada para regar las 5,972 ha., (Margen Izquierda). Sin embargo el canal principal no garantiza el riego en época de estiaje, lo que implica aprovechar al máximo las fuentes disponibles de agua, en ese sentido, i) para el dimensionamiento de las secciones de canales, se consideró un flujo continuo, durante las 24 horas del día, estableciendo sistemas de distribución no simultánea dentro de un mismo núcleo de riego y ii) el caudal o dotación de módulo para las tomas parcelarias correspondiente a una unidad de riego de 40 ha, son de 2.0 litro/seg/ha. a fin de, satisfacer el

requerimiento de 17 mm/día para el arroz, con un reuso de un 30 %, tomando en cuenta que las parcelas dentro de una misma unidad de riego no requerirán simultáneamente una máxima demanda de agua.

F. Dimensionamiento y localización de los canales

Se plantea la construcción de un dique derivador aguas abajo de la confluencia del arroyo Donado y el río Jínova con la finalidad de captar los caudales de dichas corrientes y los excedentes de riego de los sectores situados aguas arriba. (Jínova Abajo, Los Montones y Corral de los Indios). De la margen derecha de dicho dique saldrá un canal revestido de hormigón simple de 1.2km que se interconectará al sistema proyectado para el Lateral "D" en la E-9+100 (próximo al cruce con la carretera Sánchez).

De igual forma, de la margen izquierda del dique, saldrá un canal revestido de 1.2km que se interconectará al lateral "H" en la E-5+000 (ver plano general) y para mantener una oferta de agua adecuada, se prevee prolongar el lateral "D" a partir de la E-6+000 hasta su intersección con el arroyo Donado, aguas arriba de la confluencia, mediante un tramo de canal revestido de 2.2km.

La dotación de 2.0 l/s/h lps, que corresponde a la mitad de la utilizada por los diseñadores originales del sistema de riego (PRISA), disminuye la densidad de las tomas y de las obras parcelarias y por tanto de los costos.

Es importante resaltar que se utilizará la capacidad instalada, ya construida, del lateral "D" para que en época de estiaje se pueda regar la superficie baja de los laterales "H" y "D", correspondiente a los sectores de riego B2-5 (parcial), B2-6 y B2-7 que representan los antiguos sectores de Lavapie, Cuenda y Los Cambrones con aproximadamente 2,000 ha. Producto de esta nueva concepción el área de influencia del lateral "H" en su tramo inicial a quedado reducida, variando significativamente la sección de diseño y de esta manera, las dimensiones de los canales y canaletas prefabricados que conforman el sistema, quedaría conformada como se presenta en el Cuadro 3.2.

La selección de las canaletas prefabricadas como alternativa al canal terraplenado y revestido de hormigón simple, obedece a los siguientes criterios: i) disminución de los costos de construcción, ii) disminución de los costos de operación y mantenimiento y iii) experiencia local en su fabricación e instalación.

Para el sistema principal se ha propuesto la construcción de 7.56 Km. de canaletas del tipo BP-80, 7.73 Km. del tipo BP-70, 13.14 Km. del tipo BP-60, 36.31 Km. del tipo BP-50 y 42.14 Km. del tipo BP-40, para un total de 106.88 Km. de canales prefabricados. (ver cuadro No.3.2).

CUADRO NO.3.2
SISTEMA PRINCIPAL DE CANALES PROYECTADOS*

CANAL	TRAMO	LONG. TOTAL (M)	AREA A REGAR (HA)	CAUDAL (LPS)	CANALETAS PREFABRICADAS. TIPO
SAN JUAN-JINOVA	10 + 200 A 10 + 400	200.00	578.21	693.85	TRAMO REVESTIDO
" " "	10 + 400 A 11 + 310	910.00	275.21	330.25	BP-70
LATERAL A	0 + 495.62 A 1 + 348	852.38	303.61	425.05	BP-70
LATERAL B	0 + 515 A 1 + 244	729.00	47.35	66.29	BP-40
LATERAL C	0 + 475 A 1 + 000	525.00	259.70	363.58	BP-70
" "	1 + 000 A 1 + 700	700.00	100.00	140.00	BP-50
" "	1 + 700 A 2 + 252	552.00	50.00	70.00	BP-40
SL1 - LC	0 + 000 A 0 + 453	453.00	50.00	70.00	BP-40
SL2 - LC	0 + 000 A 1 + 410	1,410.00	90.00	126.00	BP-50
SL2 - LC	1 + 410 A 2 + 270	860.00	50.00	70.00	BP-40
LATERAL D	6 + 000 A C. DONAO	2,200.00	2,538.65	3,550.00	REVESTIR DE HORMIGON SIMPLE
	DIQUE A 9 + 100	1,200.00	1,111.00	1,560.00	" " " "
" "	9 + 100 A 9 + 850	750.00	560.00	785.00	" " " "
" "	9 + 850 A 10 + 730	880.00	525.00	735.00	" " " O BP-90
" "	10 + 730 A 11 + 480	750.00	388.00	532.00	BP-80
" "	11 + 480 A 12 + 900	1,420.00	266.00	372.40	BP-70
" "	11 + 900 A 14 + 500	2,600.00	157.00	220.00	BP-60
" "	14 + 500 A 15 + 740	1,200.00	70.00	98.00	BP-50
" "	15 + 740 A 16 + 800	1,060.00	40.00	56.00	BP-40
SL3 - LD	0 + 000 A 1 + 010	1,010.00	390.00	546.00	BP-80
" "	1 + 010 A 2 + 425	1,415.00	143.00	200.00	BP-60
" "	2 + 425 A 3 + 200	775.00	57.00	80.00	BP-40
RI-SL3-LD	0 + 000 A 1 + 700	1,700.00	157.00	219.80	BP-60
" "	1 + 700 A 1 + 900	200.00	89.00	115.00	BP-50
" "	1 + 900 A 2 + 840	940.00	50.00	70.00	BP-40
SL4-LD	0 + 000 A 0 + 900	900.00	65.92	92.29	BP-50
" "	0 + 900 A 1 + 300	400.00	50.00	70.00	BP-40
LATERAL E	0 + 310 A 1 + 100	790.00	126.00	176.00	BP-50
" "	1 + 100 A 2 + 000	900.00	45.00	63.00	BP-40
LATERAL F	0 + 680 A 1 + 500	820.00	199.00	278.00	BP-50
" "	1 + 500 A 1 + 705	205.00	50.00	70.00	BP-40
LATERAL G	0 + 464 A 1 + 980	1,516.00	469.00	656.00	BP-80
" "	1 + 980 A 2 + 400	420.00	126.00	176.40	BP-50
" "	2 + 400 A 2 + 850	450.00	50.00	70.00	BP-40
SL1 - LG	0 + 000 A 0 + 320	320.00	267.00	373.00	BP-70
" "	0 + 320 A 1 + 960	1,640.00	235.00	330.00	BP-60
" "	1 + 960 A 2 + 850	890.00	142.00	199.00	BP-50
" "	2 + 850 A 3 + 736	886.00	50.00	70.00	BP-40
LATERAL H	0 + 000 A 0 + 400	400.00	647.34	906.28	REVESTIDO
" "	0 + 000 A 1 + 700	1,700.00	440.00	616.00	BP-80
" "	1 + 700 A 3 + 400	1,700.00	200.00	280.00	BP-60
" "	3 + 400 A 4 + 200	800.00	140.00	196.00	BP-50
" "	4 + 200 A 5 + 000	800.00	60.00	84.00	BP-40
" "	0 + 000 A 1 + 200	1,200.00	1,260.30	1,764.40	REVESTIDO DE HORMIGON SIMPLE
SUB-LAT 1-LH	0 + 000 A 2 + 100	2,100.00	95.70	134.00	BP-50
" "	2 + 100 A 2 + 700	600.00	50.00	70.00	BP-40

17

CUADRO NO. 3.2
SISTEMA PRINCIPAL DE CANALES PROYECTADOS*

CANAL	TRAMO	LONG. TOTAL (M)	AREA A REGAR (HA)	CAUDAL (LPS)	CANALETAS PREFABRICADAS. TIPO
SL2 - LH	0 + 000 A 0 + 740	740.00	317.61	445.00	BP-80
" "	0 + 740 A 1 + 000	260.00	293.00	410.00	BP-70
" "	1 + 000 A 1 + 900	900.00	95.00	133.00	BP-50
" "	1 + 900 A 2 + 675	775.00	50.00	70.00	BP-40
RM1 - SL2	0 + 000 A 2 + 440	2,440.00	54.00	75.60	BP-40
LATERAL H	1+200=5+000 A 7+760	2,760.00	846.40	1,185.00	REVESTIDO DE HORMIGON SIMPLE
" "	7 + 760 A 9 + 260	1,500.00	321.40	452.40	BP-80
" "	9 + 260 A 10 + 480	1,220.00	272.00	380.00	BP-70
" "	10 + 480 A 11 + 700	1,220.00	199.00	278.00	BP-60
" "	11 + 700 A 13 + 600	1,900.00	132.00	185.00	BP-50
" "	13 + 600 A 14 + 480	880.00	50.00	70.00	BP-40
SL 3 - LH	0 + 000 A 0 + 340	340.00	324.00	453.60	BP-80
" "	0 + 340 A 1 + 500	1,160.00	201.50	394.00	BP-70
" "	1 + 500 A 2 + 300	800.00	169.00	236.00	BP-60
" "	2 + 300 A 3 + 820	1,520.00	104.00	145.00	BP-50
" "	3 + 820 A 4 + 330	510.00	50.00	70.00	BP-40
LATERAL I	0 + 000 A 1 + 060	1,060.00	303.80	425.00	BP-70
" "	1 + 060 A 1 + 900	840.00	190.50	266.70	BP-60
" "	1 + 900 A 3 + 400	1,500.00	97.80	137.00	BP-50
" "	3 + 400 A 3 + 980	580.00	40.00	56.00	BP-40
LATERAL J	0 + 000 A 1 + 220	1,220.00	195.21	273.00	BP-60
" "	1 + 220 A 2 + 500	1,280.00	141.30	198.00	BP-50
" "	2 + 500 A 3 + 680	1,180.00	50.00	70.00	BP-40

El sistema cuaternario que comprende los ramales y sub-ramales ha sido proyectado conforme a los requerimientos de riego a nivel parcelario, considerando los criterios de diseño señalados en el Cuadro 3.1. Este sistema se presenta a continuación:[4]

1) DEL CANAL PRINCIPAL.		
RAMAL 1	:	775 M. DEL TIPO BP-40
2) LATERAL "A".		
RAMAL 1	:	725 M. DEL TIPO BP-40
3) LATERAL "B"	:	550 M. DEL TIPO BP-40
4) LATERAL "C"	:	1,333 M. DEL TIPO BP-40
5) SUB-LAT. 1 DEL LC.		
RAMAL 1	:	871 M. DEL TIPO BP-50
SUB-RAMAL 1	:	1,307 M. DEL TIPO BP-40
6) LATERAL "D".		
RAMAL 1	:	1,200 M. DEL TIPO BP-50
RAMAL 2	:	1,500 M. DEL TIPO BP-50
SUB-RAMAL 1 - R1	:	2,000 M. DEL TIPO BP-40
SUB-RAMAL 1 - R2	:	1,000 M. DEL TIPO BP-40
7) SUB-LAT. 3 - LD.		
RAMAL 2	:	1,850 M. DEL TIPO BP-50
SUB-RAMAL 1 - R2	:	690 M. DEL TIPO BP-40
8) SUB-LAT. 4 - LD.		
RAMAL 1	:	450 M. DEL TIPO BP-50
SUB-RAMAL 1	:	890 M. DEL TIPO BP-40
9) LATERAL "E".		
RAMAL 1	:	1,183 M. DEL TIPO BP-50
10) LATERAL "E".		
RAMAL 1	:	718 M. DEL TIPO BP-40
11) LATERAL "G".		
RAMAL 1	:	1,100 M. DEL TIPO BP-50
SUB-RAMAL 1	:	720 M. DEL TIPO BP-40
12) SUB-LAT. 1 - LG.		
RAMAL 1	:	800 M. DEL TIPO BP-50
SUB-RAMAL 1	:	960 M. DEL TIPO BP-40
SUB-RAMAL 2	:	1,050 M. DEL TIPO BP-40
13) LATERAL "H".		
RAMAL 1	:	900 M. DEL TIPO BP-50
RAMAL 2	:	700 M. DEL TIPO BP-50
SUB-RAMAL 1 - R1	:	700 M. DEL TIPO BP-40
SUB-RAMAL 2 - R1	:	1,000 M. DEL TIPO BP-40
SUB-RAMAL 1 - R2	:	1,300 M. DEL TIPO BP-40
14) SUB-LAT. 1 - LH.		
RAMAL 1	:	1,800 M. DEL TIPO BP-50
SUB-RAMAL 1 - R1	:	950 M. DEL TIPO BP-40
SUB-RAMAL 2 - R1	:	850 M. DEL TIPO BP-40
SUB-RAMAL 3 - R1	:	1,000 M. DEL TIPO BP-40

4 Los planos generales no registran el sistema cuaternario a nivel de parcelas.

15) SUB-LAT. 2 - LH.		
RAMAL 2	:	1,000 M. DEL TIPO BP-50
RAMAL 3	:	700 M. DEL TIPO BP-50
SUB-RAMAL 1 - R2	:	850 M. DEL TIPO BP-40
SUB-RAMAL 2 - R2	:	800 M. DEL TIPO BP-40
SUB-RAMAL 1 - R3	:	950 M. DEL TIPO BP-40
16) SUB-LAT. 3 - LH.		
RAMAL 1	:	1,700 M. DEL TIPO BP-50
SUB-RAMAL 1	:	1,000 M. DEL TIPO BP-40
SUB-RAMAL 2	:	800 M. DEL TIPO BP-40
SUB-RAMAL 3	:	900 M. DEL TIPO BP-40
17) LATERAL "I".		
RAMAL 1	:	800 M. DEL TIPO BP-50
RAMAL 2	:	700 M. DEL TIPO BP-50
SUB-RAMAL 1 - R1	:	600 M. DEL TIPO BP-40
SUB-RAMAL 1 - R2	:	700 M. DEL TIPO BP-40
18) LATERAL "J".		
RAMAL 1	:	900 M. DEL TIPO BP-50
RAMAL 2	:	780 M. DEL TIPO BP-50
SUB-RAMAL 1 - R2	:	850 M. DEL TIPO BP-40

LA LONGITUD TOTAL DEL SISTEMA CUATERNARIO INDICADO ASCIENDE A 44.95 KM.

G. Drenes

La infraestructura de canales será complementada por un sistema de drenes colectores principales, secundarios y terciarios que evitarán el encharcamiento de los predios a consecuencia de los flujos superficiales y del mal uso de agua. El sistema de drenes proyectado plantea la rehabilitación, encauzamiento y en algunos casos la ampliación de la capacidad del drenaje existente. Para el dimensionamiento del sistema de drenaje se han considerado los resultados del análisis de lluvia realizado para el sistema margen derecha y de acuerdo a la topografía de la zona se dispondrá de un adecuado sistema principal de drenaje constituido por los drenes siguientes: i) Mogollón, ii) Ciénaga, iii) Cabilma, iv) Tenguerengue, v) Cuenda, vi) Donao I, vii) Donao II, viii) Dren San Juan y ix) Lavapie; lo que representa la construcción de aproximadamente 37.00 km de drenes, para cubrir las 6,000 Has. que conforman el sistema de riego. Para el sistema secundario, terciario y parcelario se deberá disponer de topografía más detallada para completar los diseños.

H. Costos.

El costo total para la ejecución de las obras propuestas es de US$ 15,440,356.66 distribuidos de la siguiente manera:

Supervisión ..... US$ 2,755,581.00

Costo de Obras Civiles ..... US$ 12,569,775.66

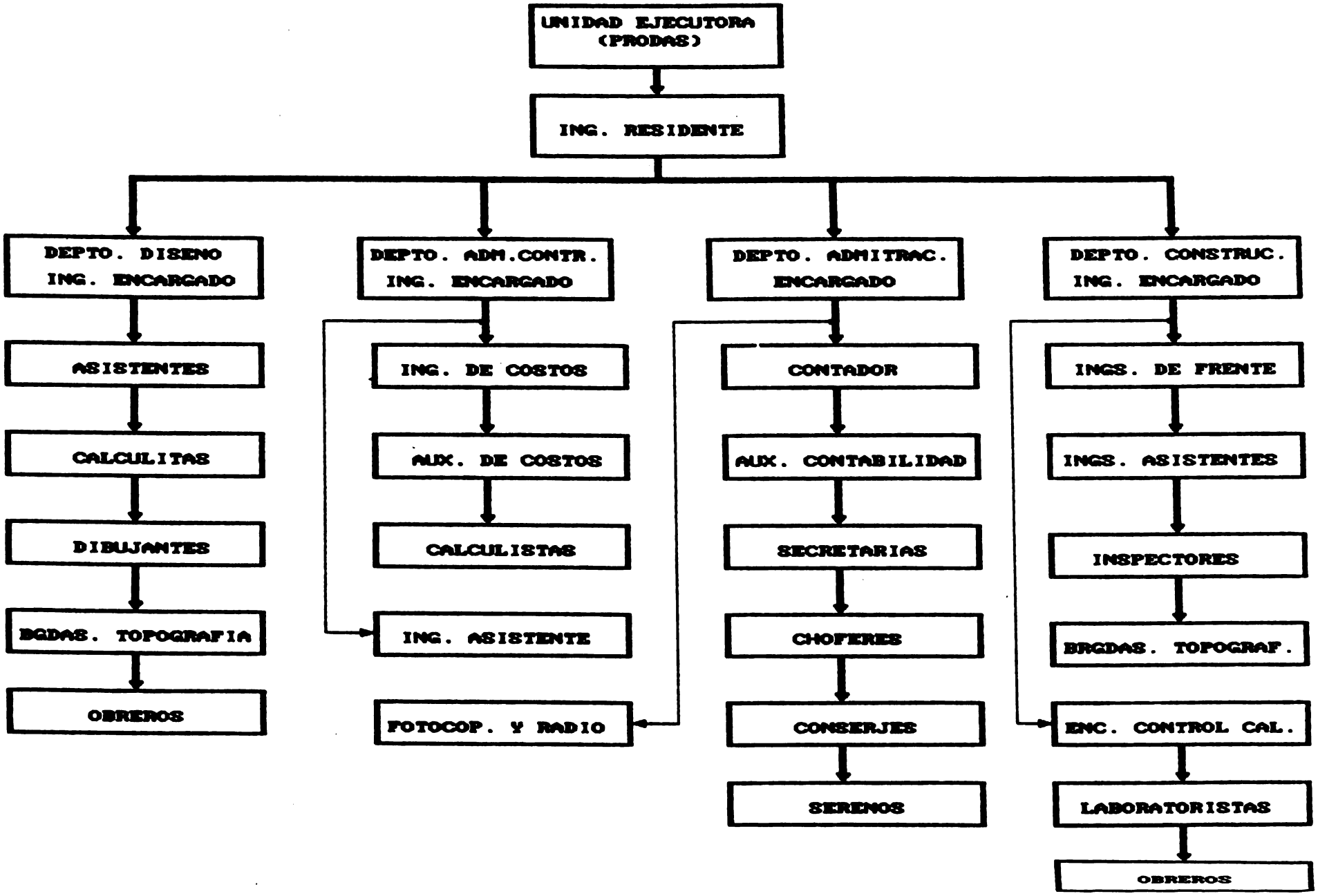
Derecho de Vía ..... US$ 115,000.00

Los detalles específicos y análisis de las partidas de Supervisión y Obras Civiles se presentan en los anexos 2 y 5 respectivamente. El costo del derecho de vía se estimó en base a la experiencia en la ejecución de la Margen Derecha.

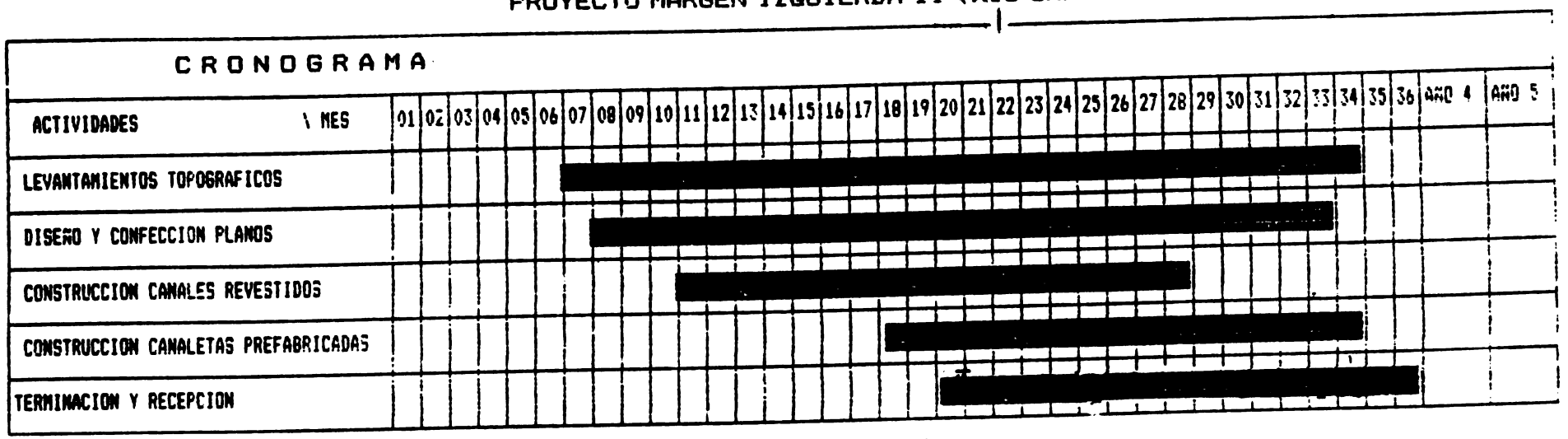
IV. EJECUCION

El ejecutor de este Subproyecto será el INDRHI, a través de la Dirección Distrital de Riego de San Juan de la Maguana que será la Unidad Ejecutora del PRODAS. La ejecución de los trabajos se hará mediante contratación de firmas constructoras, de conformidad con los procedimientos de licitación establecidos por el INDRHI. Por su parte, la supervisión, que tendrá a su cargo la administración de los contratos de ejecución de las obras, será también objeto de contratación siguiendo los procedimientos establecidos.

ORGANIGRAMA DE LA SUPERVISION



PROYECTO MARGEN IZQUIERDA II (RIO SAN JUAN)



Nota: Se entiende que los trabajos de construcción e instalación de canaletas serán ejecutados por sectores de riego, los cuales serán recibidos por el INDRHI para entrar en operación.

V. JUSTIFICACION

El sistema de riego que depende de la Presa de Sabaneta, cuenta con dos redes de distribución ambos lados del Río San Juan. En la Margen Derecha se ha concluido la construcción de canales principales, secundarios y terciarios, dentro del Proyecto PRISA, que además incluye la rehabilitación del sistema principal de conducción de la Margen Izquierda, a ser concluida en mayo de 1992. Sin embargo ha quedado descuidado, con un sistema de riego anticuado, con 60 años de uso, la red de distribución de la Margen Izquierda.

De otra parte, esta red de distribución en la Margen Izquierda, dada la precariedad anotada, no obedece a planes de siembra y contiene una inadecuada cantidad de tomas de derivación directa, sin estructuras de control y una red de distribución desordenada, estructurada de acuerdo a las necesidades de los productores, sin ninguna planificación. El resultado, un sistema de riego caótico que se refleja en una ineficiencia del sistema que llega a extremos alarmantes, el 85% de las aguas que se derivan a los sectores de riego, se pierde.

Lo señalado anteriormente, justifica la rehabilitación urgente de la red de distribución de la Margen Izquierda, buscando la mayor eficiencia del uso del agua, a menor costo.

En esa perspectiva, se hizo una revisión conceptual de los diseños finales preparados en 1973 para el Proyecto original de PRISA, tomando en consideración las variables validadas en la construcción de la red de riego de la margen derecha, como; la eficiencia de conducción y distribución, la incorporación de un nuevo dique derivador y la utilización de canaletas prefabricadas, habiéndose obtenido la mejor opción, técnicamente factible.

En cuanto a la ejecución, el INDHRI en la zona del proyecto, ha desarrollado una adecuada capacidad institucional y operativa, con la ejecución del Proyecto PRISA (Margen Derecha) que unido al nuevo sistema de ejecución propuesto para el Proyecto, comprometiéndo al Distrito de Riego del Valle de San Juan como ejecutor y el hecho comprobado del adecuado desarrollo de la capacidad técnica y operativa de empresas consultoras y constructoras instaladas en la zona del Proyecto, permiten asegurar la viabilidad institucional y operativa de la ejecución de las obras de infraestructura de la red de riego y drenaje de la Margen Izquierda.

RESUMEN

PROBLEMA	SOLUCION PROPUESTA
- Tomas directas de ríos y arroyos	Canales revistidos y canaletes con sus tomas.
- Carencia de regulación	Regulación mediante tomas.
- Carencia de obras de arte	Alcantarrillas, sifones, entre otros. Propuestos
- Canales en tierra	Sistema de canales revestidos y canaletas propuestas
- Sectores desordenadamente establecidos	El proyecto Sabaneta trabaja actualmente en la sectorización adecuada de la zona.
- Con la construcción actual quedan 10 sectores en condiciones precarias	Sistema de riego y drenaje propuesto.
- Uso inadecuado del agua	Obras parcelarias propuestas.
- Política de operación y mantenimiento del sistema	-Cursos de extensión y talleres a los encargados. -Cursos de extensión a los parcelarios.
- Limitación de carácter legal e institucional	Código de agua y las organizaciones

ANEXOS

ANEXO NO. 1

PRESUPUESTO CONSOLIDADO GENERAL

PRESUPUESTO POR CANALES

PRESUPUESTO CONSOLIDADO DE SISTEMA DE DRENAJE

RELACION DE PLANOS

PROYECTO DE RIEGO SABANETA

PROYECTO : MARGEN IZQUIERDA II (RIO SAN JUAN) — 19 DE MARZO DEL 1992

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO RD$	PRECIO UNITARIO US$	TOTALES RD$	TOTALES US$
LISTA 1. GENERAL							
1.1	Movilizacion, Oficina, Talleres, etc., para el Contratista.			P.A.	P.A.	1,200,000.00	
1.2	Operacion y Mantenimiento			P.A.	P.A.	900,000.00	
1.3	Seguros (Clausula 21 y 23) de las Condiciones del Contrato			S.P.	S.P.	3,640,608.56	
1.4	Jornal diario para trabajos por - Administracion			S.P.	S.P.	800,000.00	
1.5	Fianza de Cumplimiento			P.A.	P.A.	72,812.17	
1.6	Levantamiento Topografico			P.A.	P.A.	2,400,000.00	
1.7	Derecho a pagar por la obtencion de agregados y materiales de relleno			S.P.	S.P.	300,000.00	
1.8	Desmovilizacion			P.A.	P.A.	200,000.00	
1.9	Imprevistos			S.P.	S.P.	1,500,000.00	
1.10	Investigacion de Suelos			S.P.	S.P.	40,000.00	
	Sub-Total					11,053,420.75	0.00
LISTA 2. CANALES Y CAMINOS							
2.1	Desmonte y Limpieza	4,768.30	Ha	3,202.09		15,268,525.75	0.00
2.2	Desbrozo	14.23	Ha	41,435.91		589,633.00	0.00
2.3	Excavacion en cualquier material no apto para relleno con colocacion - dentro de una distancia libre de - 100 metros	4,774.75	m3	30.57		145,964.11	0.00
2.4	Excavacion de material no apto para relleno, para saneo de cubeta y - acarreo limite de 100 Mts.	22,019.78	m3	40.95		901,709.99	0.00
2.5	Excavacion de material apto para relleno con colocacion en area de almacenamiento o directamente en lugar de relleno dentro de una distancia libre de 100 Mts.	3,450.76	m3	30.57		105,489.73	0.00
2.6	Excavacion de la cubeta en canales y colocacion del material en el - area de relleno, almacenamiento o desperdicio dentro de una distancia libre de 100 Mts.	36,896.23	m3	35.65		1,315,350.60	0.00
2.7	Compensacion adicional por excavacion en roca	132.52	m3	234.58		31,086.54	0.00
2.8	Revestimiento de caminos y bermas con acarreo libre de dos Kms.	30,674.59	m2	14.08		431,898.23	0.00
2.9	Obtencion, acarreo en los dos primeros Kilometros, colocacion y - compactacion del material proveniente de los bancos de prestamo	44,721.48	m3	68.91		3,081,757.19	0.00
2.10	Compactacion de material provenien-						

PROYECTO DE RIEGO SABANETA

PROYECTO : MARGEN IZQUIERDA II (RIO SAN JUAN) — 19 DE MARZO DEL 1992

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO RD$	PRECIO UNITARIO US$	TOTALES RD$	TOTALES US$
	te de excavaciones previas	7,156.52	m3	50.05		358,183.83	0.00
2.11	Obtencion, acarreo en el primer Km. colocacion y compactacion del material proveniente de las areas de almacenamiento	13,236.21	m3	61.75		817,459.47	0.00
2.12	Ranura de construccion en fondo y taludes de canales	14,104.09	ml	38.87		548,225.98	0.00
2.13	Sobreacarreo de materiales	159,024.39	m3-Km	6.85		1,089,317.07	0.00
2.14	Carguio y Transporte de Material no apto con acerreo libre de 1.0 Km.	26,793.36	m3	46.40		1,243,211.90	0.00
2.15	Hormigon Simple para revestimiento de canales	3,367.67	m3	1,121.64		3,777,313.38	0.00
2.16	Material de filtro compactado en fondo de canales	874.67	m3	203.19		177,724.20	0.00
2.17	Excavacion de cunetas longitudinales de caminos	9,011.79	ml	4.32		38,930.93	0.00
2.18	Excavaciones de cubeta Dren Interceptor para canales principales y laterales	750.00	m3	40.95		30,712.50	0.00
2.19	Excavacion de materiales saturados en canales, con acarreo libre de 100 Mts.	397.58	m3	40.95		16,280.90	0.00
2.20	Hormigon pobre en la cubeta de los Canales	198.79	m3	866.30		172,211.78	0.00
2.21	Malla de Acero estructural para revestimiento de Canales	2,650.52	Kg	33.49		88,765.91	0.00
	Sub-Total					30,229,752.98	0.00
LISTA 3. REPRESAS Y TOMAS							
3.1	TOMAS LATERALES						
3.1.1	Excavacion en cualquier material excepto roca	954.40	m3	88.82		84,769.81	0.00
3.1.2	Compactacion de material proveniente de excavaciones previas	231.52	m3	69.13		16,004.98	0.00
3.1.3	Hormigon Clase 2	92.23	m3	1,253.53		115,613.07	0.00
3.1.4	Hormigon Pobre para proteccion del acero de refuerzo	27.95	m3	866.30		24,213.09	0.00
3.1.5	Armadura para Hormigon	8,656.00	Kg	22.90		198,222.40	0.00
3.1.6	Relleno de grava y arena para la formacion de filtros	68.35	m3	203.19		13,888.04	0.00
3.1.7	Tuberias de Hormigon de:						
	Diametro 18"	14.90	ml	702.48		10,466.95	0.00
	Diametro 24"	62.70	ml	1,046.09		65,589.84	0.00
	Diametro 36"	7.42	ml	2,052.97		15,233.04	0.00
3.1.8	Compuertas deslizantes de:						
	18"x18"	2.00	Ud	11,599.50		23,199.00	0.00

PROYECTO DE RIEGO SABANETA

PROYECTO : MARGEN IZQUIERDA II (RIO SAN JUAN) — 19 DE MARZO DEL 1992

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO RD$	PRECIO UNITARIO US$	TOTALES RD$	TOTALES US$
	24"x24"	6.00	Ud	15,160.86		90,965.16	0.00
	36"x36"	1.00	Ud	18,716.95		18,716.95	0.00
3.2	TOMAS PARCELARIAS						
3.2.1	Excavacion en cualquier material						
	excepto roca	5,367.76	m3	88.82		476,764.44	0.00
3.2.2	Compactacion de material provenien-						
	te de excavaciones previas	1,835.29	m3	69.13		126,873.60	0.00
3.2.3	Hormigon Clase 2	252.26	m3	1,253.53		316,215.48	0.00
3.2.4	Armadura	1,969.15	Kg	22.90		45,093.54	0.00
3.2.5	Compuertas de 18"x18"	163.00	Ud	4,906.28		799,723.64	0.00
3.2.6	Tuberias de Hormigon de 15"	1,164.58	ml	543.47		632,914.29	0.00
3.2.7	Relleno para filtro	742.59	m3	203.19		150,886.86	0.00
3.2.8	Rip-Rap	31.52	m3	147.82		4,659.29	0.00
3.3	R.P. CAIDAS (RPCA)						
3.3.1	Excavacion en cualquier material						
	excepto roca	523.65	m3	88.82		46,510.59	0.00
3.3.2	Compactacion de material provenien-						
	te de excavaciones previas	121.70	m3	69.13		8,413.12	0.00
3.3.3	Hormigon Clase 2	93.11	m3	1,253.53		116,716.18	0.00
3.3.4	Hormigon Pobre para proteccion del						
	acero de refuerzo	10.91	m3	866.30		9,451.33	0.00
3.3.5	Armadura para Hormigon	7,124.40	Kg	22.90		163,148.76	0.00
3.3.6	Junta de P.V.C. de 6"	119.98	Ml	216.60		25,987.67	0.00
3.4	COMPUERTAS						
3.4.1	Tipo 1	0.00	Ud	5,657.25		0.00	0.00
3.4.2	Tipo 2	0.00	Ud	6,519.87		0.00	0.00
3.4.3	Tipo 3	2.00	Ud	7,125.00		14,250.00	0.00
3.4.4	Tipo 4	8.00	Ud	8,000.82		64,006.56	0.00
3.4.5	Tipo 5	1.00	Ud	11,638.96		11,638.96	0.00
3.4.6	Tipo V de dos hojas	0.00	Ud	20,000.00		0.00	0.00
3.4.7	Tipo V de tres hojas	0.00	Ud	30,000.00		0.00	0.00
3.4.8	Tipo V de cuatro hojas	0.00	Ud	40,000.00		0.00	0.00
3.4.9	Tipo IV de tres hojas	0.00	Ud	22,000.00		0.00	0.00
3.4.10	Tipo IV de dos hojas	0.00	Ud	15,000.00		0.00	0.00
	Sub-Total					3,690,136.63	0.00
LISTA 4	FLUMES - PUENTES - ALCANTARILLAS - SIFONES						
4.1	FLUMES						
4.1.1	Excavacion en cualquier material						
	excepto roca	110.00	m3	88.82		9,770.20	0.00
4.1.2	Compactacion de material provenien-						
	te de excavaciones previas	60.00	m3	69.13		4,147.80	0.00

PROYECTO DE RIEGO SABANETA

PROYECTO : MARGEN IZQUIERDA II (RIO SAN JUAN) — 19 DE MARZO DEL 1992

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO RD$	PRECIO UNITARIO US$	TOTALES RD$	TOTALES US$
4.1.3	Hormigon Clase 2	150.00	m3	1,253.53		188,029.50	0.00
4.1.4	Armadura de Hormigon	11,573.79	Kg	22.90		265,039.79	0.00
4.1.5	Apoyo para Flumes (Fabreeka 5/8")	3.00	M2	7,359.84		22,079.52	0.00
4.1.6	Hormigon Pobre para proteccion del acero de refuerzo	79.29	m3	866.30		68,688.93	0.00
4.1.7	Material granular para la formacion de filtros	15.86	m3	203.00		3,219.58	0.00
4.1.8	Junta de P.V.C. de 6"	14.80	Ml	216.60		3,205.68	0.00
4.2	PUENTES LOSA						
4.2.1	Excavacion en cualquier material excepto roca	332.50	m3	88.82		29,532.65	0.00
4.2.2	Compactacion de material proveniente de excavaciones previas	66.50	m3	69.13		4,597.15	0.00
4.2.3	Hormigon Pobre para proteccion del acero de refuerzo	10.00	m3	866.30		8,663.00	0.00
4.2.4	Hormigon Clase 2	136.42	m3	1,253.53		171,006.56	0.00
4.2.5	Hormigon Ciclopeo en Pilas	91.00	m3	821.57		74,762.87	0.00
4.2.6	Armadura de Hormigon	21,797.20	Kg	22.90		499,155.88	0.00
4.2.7	Apoyo para Puentes (Fabreeka 5/8")	17.23	m2	7,359.84		126,810.04	0.00
4.2.8	Junta de 1" de Poliestireno	20.67	m2	113.12		2,338.19	0.00
4.2.9	Material granular para la formacion de filtros	4.76	m3	203.19		967.18	0.00
4.3	PUENTES ALCANTARILLA						
4.3.1	Excavacion en cualquier material excepto roca	0.00	m3	88.82		0.00	0.00
4.3.2	Compactacion de material proveniente de excavaciones previas	0.00	m3	69.13		0.00	0.00
4.3.3	Hormigon Pobre para proteccion del acero de refuerzo	0.00	m3	866.30		0.00	0.00
4.3.4	Hormigon Clase 2	0.00	m3	1,253.53		0.00	0.00
4.3.5	Armadura de Hormigon	0.00	Kg	22.90		0.00	0.00
4.3.6	Material granular para la formacion de filtros	0.00	m3	203.19		0.00	0.00
4.3.7	Tuberias de Hormigon de:						
	Diametro 18"	0.00	ml	702.48		0.00	0.00
	Diametro 24"	0.00	ml	1,046.09		0.00	0.00
	Diametro 30"	0.00	ml	1,518.04		0.00	0.00
	Diametro 36"	0.00	ml	2,052.97		0.00	0.00
	Diametro 42"	0.00	ml	2,689.09		0.00	0.00
	Diametro 48"	0.00	ml	3,029.75		0.00	0.00
4.3.8	Transicion de Mamposteria	0.00	m3	741.13		0.00	0.00
4.4	ALCANTARILLAS						
4.4.1	Excavacion en cualquier material excepto roca	2,265.65	m3	88.82		201,235.03	0.00

PROYECTO DE RIEGO SABANETA

PROYECTO : MARGEN IZQUIERDA II (RIO SAN JUAN) — 19 DE MARZO DEL 1992

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO RD$	PRECIO UNITARIO US$	TOTALES RD$	TOTALES US$
4.4.2	Compactacion de material provenien-						
	te de excavaciones previas	706.14	m3	69.13		48,815.46	0.00
4.4.3	Material granular para la formacion						
	de filtros	657.68	m3	203.19		133,634.00	0.00
4.4.4	Hormigon Clase 2	163.76	m3	1,253.53		205,278.07	0.00
4.4.5	Armadura de Hormigon	13,240.00	Kg	22.90		303,196.00	0.00
4.4.6	Tuberias de Hormigon de:						
	Diametro 24"	151.96	ml	1,046.09		158,963.84	0.00
	Diametro 30"	227.74	ml	1,518.04		345,718.43	0.00
	Diametro 36"	80.98	ml	2,052.97		166,249.51	0.00
4.4.7	Mamposteria	182.51	m3	741.13		135,263.64	0.00
4.5	CAIDAS VERTICALES (SIN CONTROL)						
4.5.1	Excavacion en cualquier material						
	excepto roca	590.64	m3	68.82		52,460.64	0.00
4.5.2	Compactacion de material provenien-						
	te de excavaciones previas	177.24	m3	69.13		12,252.60	0.00
4.5.3	Material granular para la formacion						
	de filtros	24.00	m3	203.19		4,876.56	0.00
4.5.4	Hormigon Clase 2	1,920.00	m3	1,253.53		2,406,777.60	0.00
4.5.5	Armadura de Hormigon	3.60	Kg	22.90		82.44	0.00
4.6	SIFONES						
4.6.1	Excavacion en cualquier material						
	excepto roca	102.60	m3	88.82		9,112.93	0.00
4.6.2	Compactacion de material provenien-						
	te de excavaciones previas	30.78	m3	69.13		2,127.82	0.00
4.6.3	Hormigon Clase 2	5.61	m3	1,253.53		7,032.30	0.00
4.6.4	Hormigon Simple	4.00	m3	866.30		3,465.20	0.00
4.6.5	Armadura de Hormigon	420.75	Kg	22.90		9,635.18	0.00
4.6.6	Rejilla entrada de Sifones	60.00	Kg	47.71		2,862.60	0.00
4.6.7	Material granular para la formacion						
	de filtros	6.00	m3	203.19		1,219.14	0.00
4.6.8	Junta de P.V.C. de 6" (Sellos de -						
	juntas impermeables tipo 3)	4.80	Ml	216.60		1,039.68	0.00
4.6.9	Tuberias de Hormigon de 30"	20.00	ml	2,052.97		41,059.40	0.00
4.7	CAIDA INCLINADA						
						0.00	0.00
4.7.1	Excavacion en cualquier material						
	excecto roca	168.00	m3	88.82		14,921.76	0.00
4.7.2	Compactacion de material provenien-						
	te de excavaciones previas	50.40	m3	69.13		3,484.15	0.00
4.7.3	Material granular para formacion					0.00	0.00
	de filtros		m3	203.19		0.00	0.00
4.7.4	Hormigon Clase 2	22.00	m3	1,253.53		27,577.66	
4.7.5	Armadura de Hormigon	3,321.08	Kg	22.90		76,052.73	
4.7.6	Hormigon pobre para proteccion del					0.00	

PROYECTO DE RIEGO SABANETA

PROYECTO : MARGEN IZQUIERDA II (RIO SAN JUAN) — 19 DE MARZO DEL 1992

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO RD$	PRECIO UNITARIO US$	TOTALES RD$	TOTALES US$
	acero de refuerzo	5.00	m3	866.30		4,331.50	
						0.00	
	Sub-Total					5,860,740.40	0.00
LISTA 5	DESAGUE DE EXCEDENCIAS						
5.1	Excavacion en cualquier material excepto roca	400.00	m3	88.82		35,528.00	0.00
5.2	Compactacion de material proveniente de excavaciones previas	80.00	m3	69.13		5,530.40	0.00
5.3	Material granular para la formacion de filtros	14.00	m3	203.19		2,844.66	0.00
5.4	Hormigon Clase 2	40.36	m3	1,253.53		50,592.47	0.00
5.5	Armadura de Hormigon	3,632.40	Kg	22.90		83,181.96	0.00
5.6	Tuberias de Hormigon de:		ml	1,046.04		0.00	0.00
	Diametro 15"	0.00	ml	543.47		0.00	0.00
	Diametro 18"	18.80	ml	702.48		13,206.62	0.00
	Diametro 24"	29.72	ml	1,046.09		31,089.79	0.00
	Diametro 30"	0.00	ml	1,518.04		0.00	0.00
	Diametro 36"	0.00	ml	2,052.97		0.00	0.00
5.7	Compuertas deslizantes de:						
	18"x18"	3.00	Ud	11,599.50		34,798.50	0.00
	24"x24"	1.00	Ud	15,160.86		15,160.86	0.00
	30"x30"	0.00	Ud	16,333.35		0.00	0.00
	36"x36"	0.00	Ud	18,716.95		0.00	0.00
5.8	Mamposteria	0.00	m3	741.13		0.00	0.00
	Sub-Total					271,933.27	0.00
LISTA 6	CANALETAS PREFABRICADAS TIPO						
6.1	BP - 80	7,556.00	m	680.55		5,142,235.80	
6.2	BP - 70	7,727.38	m	593.92		4,589,445.53	
6.3	BP - 60	13,135.00	m	504.72		6,629,497.20	
6.4	BP - 50	36,314.00	m	427.64		15,529,318.96	
6.5	BP - 40	42,141.00	m	413.27		17,415,611.07	
	Sub-Total					49,306,108.56	
LISTA 7	BERMA DE OPERACION Y MANTENIMIENTO						
7.1	Berma de Operacion y Mantenimiento	61.72	Km	139,120.00		8,586,486.40	
	Sub-Total					8,586,486.40	
LISTA 8	DRENES PRINCIPAL						

PROYECTO DE RIEGO SABANETA

PROYECTO : MARGEN IZQUIERDA II (RIO SAN JUAN) — 19 DE MARZO DEL 1992

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO RD$	PRECIO UNITARIO US$	TOTALES RD$	TOTALES US$
8.1	Excavacion de material no apto para relleno con colocacion dentro de una distancia libre de 100 Mts.	24,000.00	m3	40.95		982,800.00	0.00
8.2	Gaviones, incluyendo material de relleno e instalacion	1,180.00	m3	608.90		718,502.00	0.00
8.3	Excavacion en cualquier material excepto roca	2,000.00	m3	88.82		177,640.00	0.00
8.4	Material granular para la formacion de filtros	900.00	m3	203.19		182,871.00	0.00
8.5	Rip-Rap	50.00	m3	147.82		7,391.00	0.00
	Sub-Total					2,069,204.00	0.00
LISTA 9	TRABAJOS MISCELANEOS						
9.1	CERCA DE ALAMBRE DE PUAS						
9.1.1	Remocion y reubicacion de cercas existentes	54,567.00	ml	8.08		440,901.36	0.00
9.1.2	Suministro y colocacion de nuevas cercas	81,850.80	ml	19.95		1,632,923.46	0.00
9.1.3	Dique + Compuertas			P.A.	P.A.	5,000,000.00	
	Sub-Total					7,073,824.82	0.00
LISTA 10	SISTEMATIZACION PARCELARIA						
10.1	ACEQUIAS PREFABRICADAS			P.A.	P.A.	36,617,788.00	
10.2	RESTITUCION DE TERRENO			P.A.	P.A.	2,362,800.00	
	Sub-Total					38,980,588.00	0.00
	TOTAL GENERAL					157,122,195.81	

PROYECTO DE RIEGO SABANETA

::PROYECTO : CANAL PRINCIPAL SAN JUAN-JINOVA MARGEN IZQUIERDA II (RIO SAN JUAN) 19 DE MARZO DEL 1992

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO RD$	PRECIO UNITARIO US$	TOTALES RD$	TOTALES US$
LISTA 2. CANALES Y CAMINOS							
2.1	Desmonte y Limpieza	0.11	Ha	3,202.09		345.83	0.00
2.2	Desbrozo	0.29	Ha	41,435.91		12,016.41	0.00
2.3	Excavacion en cualquier material no apto para relleno con colocacion dentro de una distancia libre de 100 metros	386.70	m3	30.57		11,821.42	0.00
2.4	Excavacion de material no apto para relleno, para saneo de cubeta y acarreo limite de 100 Mts.	339.80	m3	40.95		13,914.81	0.00
2.5	Excavacion de material apto para relleno con colocacion en area de almacenamiento o directamente en lugar de relleno dentro de una distancia libre de 100 Mts.	902.33	m3	30.57		27,584.23	0.00
2.6	Excavacion de la cubeta en canales y colocacion del material en el area de relleno, almacenamiento o desperdicio dentro de una distancia libre de 100 Mts.	271.20	m3	35.65		9,668.28	0.00
2.7	Compensacion adicional por excavacion en roca	3.01	m3	234.58		706.09	0.00
2.8	Revestimiento de caminos y bermas con acarreo libre de dos Kms.	904.00	m2	14.08		12,728.32	0.00
2.9	Obtencion, acarreo en los dos primeros Kilometros, colocacion y compactacion del material proveniente de los bancos de prestamo	644.84	m3	68.91		44,435.92	0.00
2.10	Compactacion de material proveniente de excavaciones previas	559.86	m3	50.05		28,020.99	0.00
2.11	Obtencion, acarreo en el primer Km. colocacion y compactacion del material proveniente de las areas de almacenamiento	644.89	m3	61.75		39,821.96	0.00
2.12	Ranura de construccion en fondo y taludes de canales	243.60	ml	38.87		9,468.73	0.00
2.13	Sobreacarreo de materiales	45.20	m3-Km	6.85		309.62	0.00
2.14	Carguio y Transporte de Material no apto con acerreo libre de 1.0 Km.	726.51	m3	46.40		33,710.06	0.00
2.15	Hormigon Simple para revestimiento de canales	54.00	m3	1,121.64		60,568.56	0.00
2.16	Material de filtro compactado en fondo de canales	19.88	m3	203.19		4,039.42	0.00
2.17	Excavacion de cunetas longitudinales de caminos	204.83	ml	4.32		884.87	0.00
2.18	Excavaciones de cubeta Dren Interceptor para canal principal y lats.	750.00	m3	40.95		30,712.50	0.00
2.19	Excavacion de materiales saturados						

::PROYECTO : CANAL PRINCIPAL SAN JUAN-JINOVA MARGEN IZQUIERDA II (RIO SAN JUAN) 19 DE MARZO DEL 1992

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO RD$	PRECIO UNITARIO US$	TOTALES RD$	TOTALES US$
	en canales, con acarreo libre de						
	100 Mts.	9.04	m3	40.95		370.19	0.00
2.20	Hormigon pobre en la cubeta de los						
	Canales	4.52	m3	866.30		3,915.68	0.00
2.21	Malla de Acero estructural para						
	revestimiento de Canales	60.24	Kg	33.49		2,017.44	0.00
	Sub-Total					347,061.32	0.00
LISTA 3. REPRESAS Y TOMAS							
3.1	TOMAS LATERALES						
3.1.1	Excavacion en cualquier material						
	excepto roca	146.40	m3	88.82		13,003.25	0.00
3.1.2	Compactacion de material provenien-						
	te de excavaciones previas	28.80	m3	69.13		1,990.94	0.00
3.1.3	Hormigon Clase 2	14.88	m3	1,253.53		18,652.53	0.00
3.1.4	Hormigon Pobre para proteccion del						
	acero de refuerzo	7.72	m3	866.30		6,687.84	0.00
3.1.5	Armadura para Hormigon	1,480.80	Kg	22.90		33,910.32	0.00
3.1.6	Relleno de grava y arena para la						
	formacion de filtros	7.20	m3	203.19		1,462.97	0.00
3.1.7	Tuberias de Hormigon de 24" (d.i.)	18.00	ml	1,046.09		18,829.62	0.00
3.1.8	Compuertas deslizantes de 24"x24"	2.00	Ud	15,160.86		30,321.72	0.00
3.1.9	Junta de P.V.C. de 6"	4.42	Ml	216.60		957.37	0.00
3.1.10	Mamposteria	2.24	m3	741.13		1,660.13	0.00
3.2	TOMAS PARCELARIAS						
3.2.1	Excavacion en cualquier material						
	excepto roca	78.00	m3	88.82		6,927.96	0.00
3.2.2	Compactacion de material provenien-						
	te de excavaciones previas	72.24	m3	69.13		4,993.95	0.00
3.2.3	Hormigon Clase 2	5.76	m3	1,253.53		7,220.33	0.00
3.2.4	Armadura	432.00	Kg	22.90		9,892.80	0.00
3.2.5	Compuertas de 18"x18"	4.00	Ud	4,906.28		19,625.12	0.00
3.2.6	Tuberias de Hormigon de 15"	29.00	ml	543.47		15,760.63	0.00
3.2.7	Relleno para filtro	5.80	m3	203.19		1,178.50	0.00
3.2.8	Rip-Rap	0.36	m3	147.82		53.22	0.00
3.3	R.P. CAIDAS (RPCA)						
3.3.1	Excavacion en cualquier material						
	excepto roca	69.60	m3	88.82		6,181.87	0.00
3.3.2	Compactacion de material provenien-						
	te de excavaciones previas	30.88	m3	69.13		2,134.73	0.00
3.3.3	Hormigon Clase 2	23.04	m3	1,253.53		28,881.33	0.00
3.3.4	Hormigon Pobre para proteccion del						
	acero de refuerzo	1.30	m3	866.30		1,126.19	0.00

PROYECTO DE RIEGO SABANETA

::PROYECTO : CANAL PRINCIPAL SAN JUAN-JINOVA MARGEN IZQUIERDA II (RIO SAN JUAN) 19 DE MARZO DEL 1992

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO RD$	PRECIO UNITARIO US$	TOTALES RD$	TOTALES US$
3.3.5	Armadura para Hormigon	1,843.20	Kg	22.90		42,209.28	0.00
3.3.6	Junta de P.V.C. de 6"	28.90	Ml	216.60		6,259.74	0.00
3.4	COMPUERTAS						
3.4.4	Tipo 4	2.00	Ud	8,000.82		16,001.64	0.00
	Sub-Total					295,923.98	0.00
LISTA 4	FLUMES - PUENTES - ALCANTARILLAS - SIFONES						
4.4	ALCANTARILLAS						
4.4.1	Excavacion en cualquier material excepto roca	203.18	m3	88.82		18,046.45	0.00
4.4.2	Compactacion de material proveniente de excavaciones previas	94.38	m3	69.13		6,524.49	0.00
4.4.3	Material granular para la formacion de filtros	59.40	m3	203.19		12,069.49	0.00
4.4.4	Hormigon Clase 2	11.52	m3	1,253.53		14,440.67	0.00
4.4.5	Armadura de Hormigon	921.60	Kg	22.90		21,104.64	0.00
4.4.8	Mamposteria	28.04	m3	741.13		20,781.29	0.00
4.4.9	Tuberias de Hormigon de 36"	51.20	ml	2,052.97		105,112.06	0.00
	Sub-Total					198,079.08	0.00
LISTA 6.	CANALETAS PREFABRICADAS TIPO						
6.1	BP - 80		m	680.55		0.00	
6.2	BP - 70	910.00	m	593.92		540,467.20	
6.3	BP - 60		m	504.72		0.00	
6.4	BP - 50		m	427.64		0.00	
6.5	BP - 40	774.00	m	413.27		319,870.98	
	SUB TOTAL					860,338.18	
LISTA 7	BERMA DE OPERACION Y MANTENIMIENTO						
7.1	Berma de operacion y mantenimiento	0.91	Km	139,120.00		126,599.20	
	SUB TOTAL					126,599.20	
	TOTAL GENERAL					1,828,001.76	

PROYECTO DE RIEGO SABANETA

::PROYECTO : LATERAL "A" MARGEN IZQUIERDA II (RIO SAN JUAN) 19 DE MARZO DEL 1992

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO RD$	PRECIO UNITARIO US$	TOTALES RD$	TOTALES US$
LISTA 2. CANALES Y CAMINOS							
2.1	Desmonte y Limpieza	0.30	Ha	3,202.09		960.63	0.00
2.2	Desbrozo	0.79	Ha	41,435.91		32,734.37	0.00
2.3	Excavacion en cualquier material no apto para relleno con colocacion dentro de una distancia libre de 100 metros	0.00	m3	30.57		0.00	0.00
2.4	Excavacion de material no apto para relleno, para saneo de cubeta y acarreo limite de 100 Mts.	0.00	m3	40.95		0.00	0.00
2.5	Excavacion de material apto para relleno con colocacion en area de almacenamiento o directamente en lugar de relleno dentro de una distancia libre de 100 Mts.		m3	30.57		0.00	0.00
2.6	Excavacion de la cubeta en canales y colocacion del material en el area de relleno, almacenamiento o desperdicio dentro de una distancia libre de 100 Mts.	0.00	m3	35.65		0.00	0.00
2.7	Compensacion adicional por excavacion en roca	0.00	m3	234.58		0.00	0.00
2.8	Revestimiento de caminos y bermas con acarreo libre de dos Kms.	0.00	m2	14.08		0.00	0.00
2.9	Obtencion, acarreo en los dos primeros Kilometros, colocacion y compactacion del material proveniente de los bancos de prestamo	0.00	m3	68.91		0.00	0.00
2.10	Compactacion de material proveniente de excavaciones previas	0.00	m3	50.05		0.00	0.00
2.11	Obtencion, acarreo en el primer Km. colocacion y compactacion del material proveniente de las areas de almacenamiento	0.00	m3	61.75		0.00	0.00
2.12	Ranura de construccion en fondo y taludes de canales	0.00	ml	38.87		0.00	0.00
2.13	Sobreacarreo de materiales	0.00	m3-Km	6.85		0.00	0.00
2.14	Carguio y Transporte de Material no apto con acerreo libre de 1.0 Km.	0.00	m3	46.40		0.00	0.00
2.15	Hormigon Simple para revestimiento de canales	0.00	m3	1,121.64		0.00	0.00
2.16	Material de filtro compactado en fondo de canales	0.00	m3	203.19		0.00	0.00
2.17	Excavacion de cunetas longitudinales de caminos	0.00	ml	4.32		0.00	0.00
2.18	Excavaciones de cubeta Dren Interceptor		m3	40.95		0.00	0.00
2.19	Excavacion de materiales saturados						

PROYECTO DE RIEGO SABANETA

::PROYECTO : LATERAL "A" MARGEN IZQUIERDA II (RIO SAN JUAN) 19 DE MARZO DEL 1992

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO RD$	PRECIO UNITARIO US$	TOTALES RD$	TOTALES US$
	en canales, con acarreo libre de 100 Mts.	0.00	m3	40.95		0.00	0.00
2.20	Hormigon pobre en la cubeta de los Canales	0.00	m3	866.30		0.00	0.00
2.21	Malla de Acero estructural para revestimiento de Canales	0.00	Kg	33.49		0.00	0.00
	Sub-Total					33,695.00	0.00
LISTA 3. REPRESAS Y TOMAS							
3.2	TOMAS PARCELARIAS						
3.2.1	Excavacion en cualquier material excepto roca	99.00	m3	88.82		8,793.18	0.00
3.2.2	Compactacion de material proveniente de excavaciones previas	33.00	m3	69.13		2,281.29	0.00
3.2.3	Hormigon Clase 2	4.50	m3	1,253.53		5,640.89	0.00
3.2.4	Armadura	315.00	Kg	22.90		7,213.50	0.00
3.2.5	Compuertas de 18"x18"	3.00	Ud	4,906.28		14,718.84	0.00
3.2.6	Tuberias de Hormigon de 15"	26.25	ml	543.47		14,266.09	0.00
3.2.7	Relleno para filtro	15.78	m3	203.19		3,206.34	0.00
3.2.8	Rip-Rap	0.57	m3	147.82		84.26	0.00
	Sub-Total					89,899.37	0.00
LISTA 4 FLUMES - PUENTES - ALCANTARILLAS - SIFONES							
4.1	FLUMES						
4.1.1	Excavacion en cualquier material excepto roca	30.00	m3	88.82		2,664.60	0.00
4.1.2	Compactacion de material proveniente de excavaciones previas	18.00	m3	69.13		1,244.34	0.00
4.1.3	Hormigon Clase 2	45.00	m3	1,253.53		56,408.85	0.00
4.1.4	Armadura de Hormigon	23.79	Kg	22.90		544.79	0.00
4.1.5	Apoyo para Flumes (Fabreeka 5/8")	0.91	M2	7,359.84		6,697.45	0.00
4.1.6	Hormigon Pobre para proteccion del acero de refuerzo	23.79	m3	866.30		20,609.28	0.00
4.1.7	Material granular para la formacion de filtros	4.76	m3	203.00		966.28	0.00
4.1.8	Junta de P.V.C. de 6"	4.50	Ml	216.60		974.70	0.00
4.2	PUENTES LOSA						
4.2.1	Excavacion en cualquier material excepto roca	33.25	m3	88.82		2,953.27	0.00
4.2.2	Compactacion de material proveniente de excavaciones previas	6.65	m3	69.13		459.71	0.00
4.2.3	Hormigon Pobre para proteccion del acero de refuerzo	0.40	m3	866.30		346.52	0.00

PROYECTO DE RIEGO SABANETA

::PROYECTO : LATERAL "A" MARGEN IZQUIERDA II (RIO SAN JUAN) 19 DE MARZO DEL 1992

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO RD$	PRECIO UNITARIO US$	TOTALES RD$	TOTALES US$
4.2.4	Hormigon Clase 2	12.87	m3	1,253.53		16,132.93	0.00
4.2.5	Hormigon Ciclopeo en Pilas	9.10	m3	821.57		7,476.29	0.00
4.2.6	Armadura de Hormigon	2,059.20	Kg	22.90		47,155.68	0.00
4.2.7	Apoyo para Puentes (Fabreeka 5/8")	1.65	m2	7,359.84		12,143.74	0.00
4.2.8	Junta de 1" de Poliestireno	1.98	m2	98.56		195.15	0.00
4.2.9	Material granular para la formacion de filtros		m3	203.19		0.00	0.00
	Sub-Total					176,973.57	0.00
LISTA 6.	CANALETAS PREFABRICADAS TIPO						
6.1	BP - 80		m	680.55		0.00	
6.2	BP - 70	852.38	m	593.92		506,245.53	
6.3	BP - 60		m	504.72		0.00	
6.4	BP - 50		m	427.64		0.00	
6.5	BP - 40	724.00	m	413.27		299,207.48	
	SUB TOTAL					805,453.01	
LISTA 7	BERMA DE OPERACION Y MANTENIMIENTO						
7.1	Berma de operacion y mantenimiento	0.85	Km	139,120.00		118,530.24	
	SUB TOTAL					118,530.24	
	TOTAL GENERAL					1,224,551.19	

PROYECTO DE RIEGO SABANETA

::PROYECTO : LATERAL B MARGEN IZQUIERDA II (RIO SAN JUAN) 19 DE MARZO DEL 1992

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO RD$	PRECIO UNITARIO US$	TOTALES RD$	TOTALES US$

PROYECTO DE RIEGO SABANETA

::PROYECTO : LATERAL B MARGEN IZQUIERDA II (RIO SAN JUAN) 19 DE MARZO DEL 1992

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO RD$	PRECIO UNITARIO US$	TOTALES RD$	TOTALES US$
LISTA 3. REPRESAS Y TOMAS							
3.2	TOMAS PARCELARIAS						
3.2.1	Excavacion en cualquier material						
	excepto roca	132.00	m3	88.82		11,724.24	0.00
3.2.2	Compactacion de material provenien-						
	te de excavaciones previas	44.00	m3	69.13		3,041.72	0.00
3.2.3	Hormigon Clase 2	6.50	m3	1,253.53		8,147.95	0.00
3.2.4	Armadura	420.00	Kg	22.90		9,618.00	0.00
3.2.5	Compuertas de 18"x18"	4.00	Ud	4,906.28		19,625.12	0.00
3.2.6	Tuberias de Hormigon de 15"	33.50	ml	543.47		18,206.25	0.00
3.2.7	Relleno para filtro	21.04	m3	203.19		4,275.12	0.00
3.2.8	Rip-Rap	0.76	m3	147.82		112.34	0.00
	Sub-Total					74,750.73	0.00
LISTA 4 FLUMES - PUENTES - ALCANTARILLAS - SIFONES							
4.2	PUENTES LOSA						
4.2.1	Excavacion en cualquier material						
	excepto roca	33.25	m3	88.82		2,953.27	0.00
4.2.2	Compactacion de material provenien-						
	te de excavaciones previas	6.65	m3	69.13		459.71	0.00
4.2.3	Hormigon Pobre para proteccion del						
	acero de refuerzo	0.40	m3	866.30		346.52	0.00
4.2.4	Hormigon Clase 2	12.87	m3	1,253.53		16,132.93	0.00
4.2.5	Hormigon Ciclopeo en Pilas	9.10	m3	821.57		7,476.29	0.00
4.2.6	Armadura de Hormigon	2,049.20	Kg	22.90		46,926.68	0.00
4.2.7	Apoyo para Puentes (Fabreeka 5/8")	1.65	m2	7,359.84		12,143.74	0.00
4.2.8	Junta de 1" de Poliestireno	1.98	m2	113.12		223.98	0.00
4.2.9	Material granular para la formacion						
	de filtros	4.76	m3	203.19		967.18	0.00
	Sub-Total					87,630.30	0.00
4.4	ALCANTARILLAS						
4.4.1	Excavacion en cualquier material						
	excepto roca	119.32	m3	88.82		10,598.00	0.00
4.4.2	Compactacion de material provenien-						

PROYECTO DE RIEGO SABANETA

::PROYECTO : LATERAL B MARGEN IZQUIERDA II (RIO SAN JUAN) 19 DE MARZO DEL 1992 :

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO RD$	PRECIO UNITARIO US$	TOTALES RD$	TOTALES US$
	te de excavaciones previas	35.80	m3	69.13		2,474.85	0.00
4.4.3	Material granular para la formacion						
	de filtros	52.00	m3	203.19		10,565.88	0.00
4.4.4	Hormigon Clase 2	8.08	m3	1,253.53		10,128.52	0.00
4.4.5	Armadura de Hormigon	728.00	Kg	22.90		16,671.20	0.00
4.4.6	Tuberias de Hormigon de 24"	25.50	ml	1,046.04		26,674.02	0.00
4.4.7	Tuberias de Hormigon de 30"		ml	1,518.04		0.00	0.00
4.4.8	Mamposteria	4.55	m3	741.13		3,372.14	0.00
	Sub-Total					80,484.62	0.00
LISTA 6. CANALETAS PREFABRICADAS TIPO							
6.1	BP - 80		m	680.55		0.00	
6.2	BP - 70		m	593.92		0.00	
6.3	BP - 60		m	504.72		0.00	
6.4	BP - 50		m	427.64		0.00	
6.5	BP - 40	1,279.00	m	413.27		528,572.33	
	SUB TOTAL					528,572.33	
LISTA 7	BERMA DE OPERACION Y MANTENIMIENTO						
7.1	Berma de operacion y mantenimiento	0.73	Km	139,120.00		101,557.60	
	SUB TOTAL					101,557.60	
	TOTAL GENERAL					872,995.58	

PROYECTO DE RIEGO SABANETA

PROYECTO : LATERAL C MARGEN IZQUIERDA II (RIO SAN JUAN) — 19 DE MARZO DEL 1992

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO RD$	PRECIO UNITARIO US$	TOTALES RD$	TOTALES US$
LISTA 3. REPRESAS Y TOMAS							
3.1	TOMAS LATERALES						
3.1.1	Excavacion en cualquier material excepto roca	240.00	m3	88.82		21,316.80	0.00
3.1.2	Compactacion de material proveniente de excavaciones previas	73.68	m3	69.13		5,093.50	0.00
3.1.3	Hormigon Clase 2	18.66	m3	1,253.53		23,390.87	0.00
3.1.4	Hormigon Pobre para proteccion del acero de refuerzo	5.00	m3	866.30		4,331.50	0.00
3.1.5	Armadura para Hormigon	1,492.80	Kg	22.90		34,185.12	0.00
3.1.6	Relleno de grava y arena para la formacion de filtros	13.08	m3	203.19		2,657.73	0.00
3.1.7	Tuberias de Hormigon de 24" (d.i.)	15.00	ml	1,046.09		15,691.35	0.00
3.1.8	Compuertas deslizantes de 24"x24"	1.00	Ud	15,160.86		15,160.86	0.00
3.1.9	Tuberias de Hormigon de 18"	5.00	ml	702.48		3,512.40	0.00
3.1.10	Junta de P.V.C. de 6"	8.40	Ml	216.60		1,819.44	0.00
3.1.11	Compuertas deslizante de 18"x18"	1.00	Ud	11,599.50		11,599.50	0.00
3.1.12	Mamposteria	1.68	m3	741.13		1,245.10	0.00
3.2	TOMAS PARCELARIAS						
3.2.1	Excavacion en cualquier material excepto roca	198.00	m3	88.82		17,586.36	0.00
3.2.2	Compactacion de material proveniente de excavaciones previas	66.00	m3	69.13		4,562.58	0.00
3.2.3	Hormigon Clase 2	9.00	m3	1,253.53		11,281.77	0.00
3.2.4	Armadura	945.00	Kg	22.90		21,640.50	0.00
3.2.5	Compuertas de 18"x18"	6.00	Ud	15,312.50		91,875.00	0.00
3.2.6	Tuberias de Hormigon de 15"	51.00	ml	543.47		27,716.97	0.00
3.2.7	Relleno para filtro	31.50	m3	203.19		6,400.49	0.00
3.2.8	Rip-Rap	1.14	m3	147.82		168.51	0.00
3.3	R.P. CAIDAS (RPCA)						
3.3.1	Excavacion en cualquier material excepto roca	81.43	m3	88.82		7,232.61	0.00
3.3.2	Compactacion de material proveniente de excavaciones previas	16.29	m3	69.13		1,126.13	0.00
3.3.3	Hormigon Clase 2	16.31	m3	1,253.53		20,445.07	0.00
3.3.4	Hormigon Pobre para proteccion del acero de refuerzo	2.27	m3	866.30		1,966.50	0.00
3.3.5	Armadura para Hormigon	1,142.00	Kg	22.90		26,151.80	0.00
3.3.6	Junta de P.V.C. de 6"	35.04	Ml	216.60		7,589.66	0.00
3.4	COMPUERTAS						
3.4.2	Tipo 2	0.00	Ud	6,518.87		0.00	0.00
3.4.3	Tipo 3	2.00	Ud	7,125.00		14,250.00	0.00

PROYECTO DE RIEGO SABANETA

PROYECTO : LATERAL C MARGEN IZQUIERDA II (RIO SAN JUAN) 19 DE MARZO DEL 1992

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO RD$	PRECIO UNITARIO US$	TOTALES RD$	TOTALES US$
3.4.4	Tipo 4	2.00	Ud	8,000.92		16,001.84	0.00
	Sub-Total					415,999.96	0.00
LISTA 4	FLUMES - PUENTES - ALCANTARILLAS - SIFONES						
4.2	PUENTES LOSA						
4.2.1	Excavacion en cualquier material excepto roca	33.25	m3	88.82		2,953.27	0.00
4.2.2	Compactacion de material proveniente de excavaciones previas	6.65	m3	69.13		459.71	0.00
4.2.3	Hormigon Pobre para proteccion del acero de refuerzo	0.40	m3	866.30		346.52	0.00
4.2.4	Hormigon Clase 2	12.87	m3	1,253.53		16,132.93	0.00
4.2.5	Hormigon Ciclopeo en Pilas	9.10	m3	821.57		7,476.29	0.00
4.2.6	Armadura de Hormigon	2,059.20	Kg	22.90		47,155.68	0.00
4.2.7	Apoyo para Puentes (Fabreeka 5/8")	1.65	m2	7,359.84		12,143.74	0.00
4.2.8	Junta de 1" de Poliestireno	1.98	m2	113.12		223.98	0.00
4.2.9	Material granular para la formacion de filtros		m3	203.19		0.00	0.00
4.4	ALCANTARILLAS						
4.4.1	Excavacion en cualquier material excepto roca	120.00	m3	88.82		10,658.40	0.00
4.4.2	Compactacion de material proveniente de excavaciones previas	18.00	m3	69.13		1,244.34	0.00
4.4.3	Material granular para la formacion de filtros	43.16	m3	203.19		8,769.68	0.00
4.4.4	Hormigon Clase 2	11.52	m3	1,253.53		14,440.67	0.00
4.4.5	Armadura de Hormigon	921.60	Kg	22.90		21,104.64	0.00
4.4.6	Tuberias de Hormigon de 24"		ml	1,046.04		0.00	0.00
4.4.7	Tuberias de Hormigon de 30"	21.50	ml	1,518.04		32,637.86	0.00
4.4.8	Mamposteria	14.02	m3	741.13		10,390.64	0.00
	Sub-Total					186,138.34	0.00
LISTA 6.	CANALETAS PREFABRICADAS TIPO						
6.1	BP - 80		m	680.55		0.00	
6.2	BP - 70	525.00	m	593.92		311,808.00	
6.3	BP - 60		m	504.72		0.00	
6.4	BP - 50	1,571.00	m	427.64		671,822.44	
6.5	BP - 40	1,885.00	m	413.27		779,013.95	
	SUB TOTAL					1,762,644.39	
LISTA 7	BERMA DE OPERACION Y MANTENIMIENTO						

PROYECTO DE RIEGO SABANETA

PROYECTO : LATERAL C MARGEN IZQUIERDA II (RIO SAN JUAN) — 19 DE MARZO DEL 1992

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO RD$	PRECIO UNITARIO US$	TOTALES RD$	TOTALES US$
7.1	Berma de operacion y mantenimiento	1.78	Km	139,120.00		247,633.60	
	SUB TOTAL					247,633.60	
	TOTAL GENERAL					2,612,416.29	

PROYECTO DE RIEGO SABANETA

PROYECTO : SUB LAT 1 DEL LAT C MARGEN IZQUIERDA II (RIO SAN JUAN) 19 DE MARZO DEL 1992

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO RD$	PRECIO UNITARIO US$	TOTALES RD$	TOTALES US$
LISTA 3. REPRESAS Y TOMAS							
3.2	TOMAS PARCELARIAS						
3.2.1	Excavacion en cualquier material						
	excepto roca	33.00	m3	88.82		2,931.06	0.00
3.2.2	Compactacion de material provenien-						
	te de excavaciones previas	11.00	m3	69.13		760.43	0.00
3.2.3	Hormigon Clase 2	1.50	m3	1,253.53		1,880.30	0.00
3.2.4	Armadura	157.50	Kg	22.90		3,606.75	0.00
3.2.5	Compuertas de 18"x18"	1.00	Ud	4,906.28		4,906.28	0.00
3.2.6	Tuberias de Hormigon de 15"	2.50	ml	543.47		1,358.68	0.00
3.2.7	Relleno para filtro	5.25	m3	203.19		1,066.75	0.00
3.2.8	Rip-Rap	0.19	m3	147.82		28.09	0.00
	SUB TOTAL					16,538.32	0.00
LISTA 6. CANALETAS PREFABRICADAS TIPO							
6.1	BP - 80		m				
6.2	BP - 70		m				
6.3	BP - 60		m				
6.4	BP - 50		m				
6.5	BP - 40	453.00	m	413.27		187,211.31	
	SUB TOTAL					187,211.31	
LISTA 7	BERMA DE OPERACION Y MANTENIMIENTO						
7.1	Berma de operacion y mantenimiento	0.45	Km	139,120.00		62,604.00	
	SUB TOTAL					62,604.00	
	TOTAL GENERAL					266,353.63	

PROYECTO DE RIEGO SABANETA

PROYECTO : SUB LAT 2 DEL LAT C MARGEN IZQUIERDA II (RIO SAN JUAN) 19 DE MARZO DEL 1992

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO RD$	PRECIO UNITARIO US$	TOTALES RD$	TOTALES US$
LISTA 3. REPRESAS Y TOMAS							
3.2	TOMAS PARCELARIAS						
3.2.1	Excavacion en cualquier material						
	excepto roca	198.00	m3	88.82		17,586.36	0.00
3.2.2	Compactacion de material provenien-						
	te de excavaciones previas	66.00	m3	69.13		4,562.58	0.00
3.2.3	Hormigon Clase 2	9.00	m3	1,253.53		11,281.77	0.00
3.2.4	Armadura	945.00	Kg	22.90		21,640.50	0.00
3.2.5	Compuertas de 18"x18"	6.00	Ud	4,906.28		29,437.68	0.00
3.2.6	Tuberias de Hormigon de 15"	40.50	ml	543.47		22,010.54	0.00
3.2.7	Relleno para filtro	31.50	m3	203.19		6,400.49	0.00
3.2.8	Rip-Rap	1.14	m3	147.82		168.51	0.00
	Sub-Total					113,088.42	0.00
4.4	ALCANTARILLAS						
4.4.1	Excavacion en cualquier material						
	excepto roca	119.32	m3	88.82		10,598.00	0.00
4.4.2	Compactacion de material provenien-						
	te de excavaciones previas	35.80	m3	69.13		2,474.85	0.00
4.4.3	Material granular para la formacion						
	de filtros	62.23	m3	203.19		12,644.51	0.00
4.4.4	Hormigon Clase 2	8.08	m3	1,253.53		10,128.52	0.00
4.4.5	Armadura de Hormigon	646.40	Kg	22.90		14,802.56	0.00
4.4.6	Tuberias de Hormigon de 24"	15.50	ml	1,046.04		16,213.62	0.00
4.4.7	Tuberias de Hormigon de 30"	15.50	ml	1,518.04		23,529.62	0.00
4.4.8	Mamposteria		m3	741.13		0.00	0.00
	Sub-Total					90,391.69	0.00
LISTA 6. CANALETAS PREFABRICADAS TIPO							
6.1	BP - 80		m	680.55		0.00	
6.2	BP - 70		m	593.92		0.00	
6.3	BP - 60		m	504.72		0.00	
6.4	BP - 50	1,410.00	m	427.64		602,972.40	
6.5	BP - 40	2,167.00	m	413.27		895,556.09	
	SUB TOTAL					1,498,528.49	
LISTA 7	BERMA DE OPERACION Y MANTENIMIENTO						
7.1	Berma de operacion y mantenimiento	2.27	Km	139,120.00		315,802.40	
	SUB TOTAL					315,802.40	

PROYECTO DE RIEGO SABANETA

PROYECTO : SUB LAT 2 DEL LAT C MARGEN IZQUIERDA II (RIO SAN JUAN) 19 DE MARZO DEL 1992

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO RD$	PRECIO UNITARIO US$	TOTALES RD$	TOTALES US$
	TOTAL GENERAL					2,017,811.01	

PROYECTO DE RIEGO SABANETA

PROYECTO : LATERAL D MARGEN IZQUIERDA II (RIO SAN JUAN) 19 DE MARZO DEL 1992

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO RD$	PRECIO UNITARIO US$	TOTALES RD$	TOTALES US$
LISTA 2. CANALES Y CAMINOS							
2.1	Desmonte y Limpieza	2.63	Ha	3,202.09		8,421.50	0.00
2.2	Desbrozo	2.61	Ha	41,435.91		108,147.73	0.00
2.3	Excavacion en cualquier material no apto para relleno con colocacion - dentro de una distancia libre de - 100 metros	1,579.98	m3	30.57		48,299.99	0.00
2.4	Excavacion de material no apto para relleno, para saneo de cubeta y - acarreo limite de 100 Mts.	4,339.65	m3	40.95		177,708.67	0.00
2.5	Excavacion de material apto para relleno con colocacion en area de almacenamiento o directamente en lugar de relleno dentro de una dis- tancia libre de 100 Mts.	677.05	m3	30.57		20,697.42	0.00
2.6	Excavacion de la cubeta en canales y colocacion del material en el - area de relleno, almacenamiento o desperdicio dentro de una distancia libre de 100 Mts.	20,094.38	m3	35.65		716,364.65	0.00
2.7	Compensacion adicional por excava- cion en roca	73.06	m3	234.58		17,138.41	0.00
2.8	Revestimiento de caminos y bermas con acarreo libre de dos Kms.	21,927.07	m2	14.08		308,733.15	0.00
2.9	Obtencion, acarreo en los dos pri- meros Kilometros, colocacion y - compactacion del material prove- niente de los bancos de prestamo	31,751.79	m3	68.91		2,188,015.85	0.00
2.10	Compactacion de material provenien- te de excavaciones previas	4,535.97	m3	50.05		227,025.30	0.00
2.11	Obtencion, acarreo en el primer Km. colocacion y compactacion del mate- rial proveniente de las areas de - almacenamiento	9,071.94	m3	61.75		560,192.30	0.00
2.12	Ranura de construccion en fondo y taludes de canales	7,993.08	ml	38.87		310,691.02	0.00
2.13	Sobreacarreo de materiales	115,554.80	m3-Km	6.85		791,550.38	0.00
2.14	Carguio y Transporte de Material no apto con acerreo libre de 1.0 Km.	5,919.43	m3	46.40		274,661.55	0.00
2.15	Hormigon Simple para revestimiento de canales	1,954.76	m3	1,121.64		2,192,537.01	0.00
2.16	Material de filtro compactado en fondo de canales	482.20	m3	203.19		97,978.22	0.00
2.17	Excavacion de cunetas longitudina- les de caminos	4,968.15	ml	4.32		21,462.41	0.00
2.18	Excavaciones de cubeta Dren Inter- ceptor	0.00	m3	40.95		0.00	0.00
2.19	Excavacion de materiales saturados						

PROYECTO DE RIEGO SABANETA

PROYECTO : LATERAL D MARGEN IZQUIERDA II (RIO SAN JUAN) 19 DE MARZO DEL 1992

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO RD$	PRECIO UNITARIO US$	TOTALES RD$	TOTALES US$
	en canales, con acarreo libre de 100 Mts.	219.18	m3	40.95		8,975.42	0.00
2.20	Hormigon pobre en la cubeta de los Canales	109.59	m3	866.30		94,937.82	0.00
2.21	Malla de Acero estructural para revestimiento de Canales	1,461.92	Kg	33.49		48,959.70	0.00
	Sub-Total					8,222,498.47	0.00
LISTA 3. REPRESAS Y TOMAS							
3.2	TOMAS PARCELARIAS						
3.2.1	Excavacion en cualquier material excepto roca	825.00	m3	88.82		73,276.50	0.00
3.2.2	Compactacion de material proveniente de excavaciones previas	275.00	m3	69.13		19,010.75	0.00
3.2.3	Hormigon Clase 2	37.50	m3	1,253.53		47,007.38	0.00
3.2.4	Armadura	2,625.00	Kg	22.90		60,112.50	0.00
3.2.5	Compuertas de 18"x18"	25.00	Ud	4,906.28		122,657.00	0.00
3.2.6	Tuberias de Hormigon de 15"	171.61	ml	543.47		93,264.89	0.00
3.2.7	Relleno para filtro	112.74	m3	203.19		22,907.64	0.00
3.2.8	Rip-Rap	4.75	m3	147.82		702.15	0.00
3.3	R.P. CAIDAS (RPCA)						
3.3.1	Excavacion en cualquier material excepto roca	71.86	m3	88.82		6,382.61	0.00
3.3.2	Compactacion de material proveniente de excavaciones previas	14.37	m3	69.13		993.40	0.00
3.3.3	Hormigon Clase 2	10.16	m3	1,253.53		12,735.86	0.00
3.3.4	Hormigon Pobre para proteccion del acero de refuerzo	4.06	m3	866.30		3,517.18	0.00
3.3.5	Armadura para Hormigon	812.56	Kg	22.90		18,607.62	0.00
3.3.6	Junta de P.V.C. de 6"	15.00	Ml	216.60		3,249.00	0.00
3.4	COMPUERTAS						
3.4.1	Tipo V de tres hojas	0.00	Ud	30,000.00		0.00	0.00
3.4.2	Tipo V de una hoja	1.00	Ud	11,638.96		11,638.96	0.00
3.4.3	Tipo IV de tres hojas	0.00	Ud	22,000.00		0.00	0.00
3.4.4	Tipo IV de dos hojas	0.00	Ud	15,000.00		0.00	0.00
3.4.5	Tipo IV de una hoja	1.00	Ud	8,000.82		8,000.82	0.00
3.4.6	Tipo III de una hoja	0.00	Ud	7,125.00		0.00	0.00
	Sub-Total					504,064.25	0.00
LISTA 4 FLUMES - PUENTES - ALCANTARILLAS - SIFONES							
4.2	PUENTES LOSA						

PROYECTO DE RIEGO SABANETA

PROYECTO : LATERAL D MARGEN IZQUIERDA II (RIO SAN JUAN) 19 DE MARZO DEL 1992

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO RD$	PRECIO UNITARIO US$	TOTALES RD$	TOTALES US$
4.2.1	Excavacion en cualquier material excepto roca	99.75	m3	88.82		8,859.80	0.00
4.2.2	Compactacion de material proveniente de excavaciones previas	19.95	m3	69.13		1,379.14	0.00
4.2.3	Hormigon Pobre para proteccion del acero de refuerzo	0.80	m3	866.30		693.04	0.00
4.2.4	Hormigon Clase 2	33.62	m3	1,253.53		42,143.68	0.00
4.2.5	Hormigon Ciclopeo en Pilas	18.20	m3	821.57		14,952.57	0.00
4.2.6	Armadura de Hormigon	5,379.20	Kg	22.90		123,183.68	0.00
4.2.7	Apoyo para Puentes (Fabreeka 5/8")	3.30	m2	7,359.84		24,287.47	0.00
4.2.8	Junta de 1" de Poliestireno	3.96	m2	113.12		447.96	0.00
4.2.9	Material granular para la formacion de filtros		m3	203.19		0.00	0.00
4.7	CAIDA INCLINADA						
4.7.1	Excavacion en cualquier material excepto roca	168.00	m3	88.82		14,921.76	0.00
4.7.2	Compactacion de material proveniente de excavaciones previas	50.40	m3	69.13		3,484.15	0.00
4.7.3	Material granular para la formacion de filtros		m3	203.19		0.00	0.00
4.7.4	Hormigon Clase 2	22.00	m3	1,253.53		27,577.66	0.00
4.7.5	Armadura de Hormigon	3,321.08	Kg	22.90		76,052.73	0.00
4.7.6	Hormigon Pobre para proteccion del acero de refuerzo	5.00	m3	866.30		4,331.50	0.00
	Sub-Total					342,315.14	0.00
LISTA 5	DESAGUE DE EXCEDENCIAS						
5.1	Excavacion en cualquier material excepto roca	400.00	m3	88.82		35,528.00	0.00
5.2	Compactacion de material proveniente de excavaciones previas	80.00	m3	69.13		5,530.40	0.00
5.3	Material granular para la formacion de filtros	14.00	m3	203.19		2,844.66	0.00
5.4	Hormigon Clase 2	40.36	m3	1,253.53		50,592.47	0.00
5.5	Armadura de Hormigon	3,632.40	Kg	22.90		83,181.96	0.00
5.6	Tuberias de Hormigon de 18"	18.80	ml	702.48		13,206.62	0.00
5.7	Tuberias de Hormigon de 24"	29.72	ml	1,046.04		31,088.31	0.00
5.8	Compuertas deslizantes de 18"x18"	3.00	Ud	11,599.50		34,798.50	0.00
5.9	Compuertas deslizantes de 24"x24"	1.00	Ud	15,160.86		15,160.86	0.00
5.10	Mamposteria	7.56	m3	741.13		5,602.94	0.00
	Sub-Total					277,534.73	0.00

PROYECTO DE RIEGO SABANETA

PROYECTO : LATERAL D MARGEN IZQUIERDA II (RIO SAN JUAN) 19 DE MARZO DEL 1992

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO RD$	PRECIO UNITARIO US$	TOTALES RD$	TOTALES US$
LISTA 6. CANALETAS PREFABRICADAS TIPO							
6.1	BP - 80	750.00	m	680.55		510,412.50	
6.2	BP - 70	1,420.00	m	593.92		843,366.40	
6.3	BP - 60	2,600.00	m	504.72		1,312,272.00	
6.4	BP - 50	3,900.00	m	427.64		1,667,796.00	
6.5	BP - 40	4,060.00	m	413.27		1,677,876.20	
	SUB TOTAL					6,011,723.10	
LISTA 7	BERMA DE OPERACION Y MANTENIMIENTO						
7.1	Berma de operacion y mantenimiento	7.03	Km	139,120.00		978,013.60	
	SUB TOTAL					978,013.60	
	TOTAL GENERAL					16,336,149.29	

PROYECTO DE RIEGO SABANETA

PROYECTO : SUB LAT 3 DEL LATERAL D MARGEN IZQUIERDA II (RIO SAN JUAN) 19 DE MARZO DEL 1992

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO RD$	PRECIO UNITARIO US$	TOTALES RD$	TOTALES US$
LISTA 3. REPRESAS Y TOMAS							
3.1	TOMAS LATERALES						
3.1.1	Excavacion en cualquier material excepto roca	120.00	m3	88.82		10,658.40	0.00
3.1.2	Compactacion de material proveniente de excavaciones previas	36.84	m3	69.13		2,546.75	0.00
3.1.3	Hormigon Clase 2	9.33	m3	1,253.53		11,695.43	0.00
3.1.4	Hormigon Pobre para proteccion del acero de refuerzo	2.00	m3	866.30		1,732.60	0.00
3.1.5	Armadura para Hormigon	746.40	Kg	22.90		17,092.56	0.00
3.1.6	Relleno de grava y arena para la formacion de filtros	6.54	m3	203.19		1,328.86	0.00
3.1.7	Tuberias de Hormigon de 18" (d.i.)	9.90	ml	702.48		6,954.55	0.00
3.1.8	Compuertas deslizantes de 18"x18"	1.00	Ud	11,599.50		11,599.50	0.00
3.1.9	Junta de P.V.C. de 6"	4.20	Ml	216.60		909.72	0.00
3.1.10	Mamposteria	0.84	m3	741.13		622.55	0.00
3.2	TOMAS PARCELARIAS						
3.2.1	Excavacion en cualquier material excepto roca	198.00	m3	88.82		17,586.36	0.00
3.2.2	Compactacion de material proveniente de excavaciones previas	66.00	m3	69.13		4,562.58	0.00
3.2.3	Hormigon Clase 2	9.00	m3	1,253.53		11,281.77	0.00
3.2.4	Armadura	630.00	Kg	22.90		14,427.00	0.00
3.2.5	Compuertas de 18"x18"	6.00	Ud	4,906.28		29,437.68	0.00
3.2.6	Tuberias de Hormigon de 15"	52.50	ml	543.47		28,532.18	0.00
3.2.7	Relleno para filtro	31.56	m3	203.19		6,412.68	0.00
3.2.8	Rip-Rap	1.14	m3	147.82		168.51	0.00
3.3	R.P. CAIDAS (RPCA)						
3.3.1	Excavacion en cualquier material excepto roca	61.43	m3	88.82		5,456.21	0.00
3.3.2	Compactacion de material proveniente de excavaciones previas	12.29	m3	69.13		849.61	0.00
3.3.3	Hormigon Clase 2	9.80	m3	1,253.53		12,284.59	0.00
3.3.4	Hormigon Pobre para proteccion del acero de refuerzo	1.37	m3	866.30		1,186.83	0.00
3.3.5	Armadura para Hormigon	686.30	Kg	22.90		15,716.27	0.00
3.3.6	Junta de P.V.C. de 6"	11.81	Ml	216.60		2,558.05	0.00
3.4	COMPUERTAS						
3.4.3	Tipo 3	0.00	Ud	7,125.00		0.00	0.00
3.4.4	Tipo 4	1.00	Ud	8,000.82		8,000.82	0.00
	Sub-Total					223,602.07	0.00

PROYECTO DE RIEGO SABANETA

PROYECTO : SUB LAT 3 DEL LATERAL D MARGEN IZQUIERDA II (RIO SAN JUAN) 19 DE MARZO DEL 1992

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO RD$	PRECIO UNITARIO US$	TOTALES RD$	TOTALES US$
LISTA 4	FLUMES - PUENTES - ALCANTARILLAS - SIFONES						
4.2	PUENTES LOSA						
4.2.1	Excavacion en cualquier material excepto roca	33.25	m3	88.82		2,953.27	0.00
4.2.2	Compactacion de material proveniente de excavaciones previas	6.65	m3	69.13		459.71	0.00
4.2.3	Hormigon Pobre para proteccion del acero de refuerzo	0.40	m3	866.30		346.52	0.00
4.2.4	Hormigon Clase 2	14.35	m3	1,253.53		17,988.16	0.00
4.2.5	Hormigon Ciclopeo en Pilas	9.10	m3	821.57		7,476.29	0.00
4.2.6	Armadura de Hormigon	2,296.00	Kg	22.90		52,578.40	0.00
4.2.7	Apoyo para Puentes (Fabreeka 5/8")	1.65	m2	7,359.84		12,143.74	0.00
4.2.8	Junta de 1" de Poliestireno	1.98	m2	113.12		223.98	0.00
4.2.9	Material granular para la formacion de filtros		m3	203.19		0.00	0.00
4.4	ALCANTARILLAS						
4.4.1	Excavacion en cualquier material excepto roca	59.66	m3	88.82		5,299.00	0.00
4.4.2	Compactacion de material proveniente de excavaciones previas	17.90	m3	69.13		1,237.43	0.00
4.4.3	Material granular para la formacion de filtros	14.85	m3	203.19		3,017.37	0.00
4.4.4	Hormigon Clase 2	4.04	m3	1,253.53		5,064.26	0.00
4.4.5	Armadura de Hormigon	323.20	Kg	22.90		7,401.28	0.00
4.4.6	Tuberias de Hormigon de 24"		ml	1,046.04		0.00	0.00
4.4.7	Tuberias de Hormigon de 30"	12.38	ml	1,518.04		18,793.34	0.00
4.4.8	Mamposteria	4.55	m3	741.13		3,372.14	0.00
	Sub-Total					138,354.87	0.00
LISTA 6.	CANALETAS PREFABRICADAS TIPO						
6.1	BP - 80	1,010.00	m	680.55		687,355.50	
6.2	BP - 70		m	593.92		0.00	
6.3	BP - 60	1,415.00	m	504.72		714,178.80	
6.4	BP - 50	1,850.00	m	427.64		791,134.00	
6.5	BP - 40	1,665.00	m	413.27		688,094.55	
	SUB TOTAL					2,880,762.85	
LISTA 7	BERMA DE OPERACION Y MANTENIMIENTO						
7.1	Berma de operacion y mantenimiento	3.20	Km	139,120.00		445,184.00	
	SUB TOTAL					445,184.00	

PROYECTO DE RIEGO SABANETA

PROYECTO : SUB LAT 3 DEL LATERAL D MARGEN IZQUIERDA II (RIO SAN JUAN) 19 DE MARZO DEL 1992

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO RD$	PRECIO UNITARIO US$	TOTALES RD$	TOTALES US$
	TOTAL GENERAL					3,687,903.79	

PROYECTO DE RIEGO SABANETA

PROYECTO : RAMAL 1 DEL SUB LATERAL 3 DEL LATERAL D MARGEN IZQUIERDA II (RIO SAN JUANN) 19 DE MARZO DEL 1992

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO RD$	PRECIO UNITARIO US$	TOTALES RD$	TOTALES US$
LISTA 3. REPRESAS Y TOMAS							
3.2	TOMAS PARCELARIAS						
3.2.1	Excavacion en cualquier material excepto roca	165.00	m3	88.82		14,655.30	0.00
3.2.2	Compactacion de material proveniente de excavaciones previas	55.00	m3	69.13		3,802.15	0.00
3.2.3	Hormigon Clase 2	7.50	m3	1,253.53		9,401.48	0.00
3.2.4	Armadura	525.00	Kg	22.90		12,022.50	0.00
3.2.5	Compuertas de 18"x18"	5.00	Ud	4,906.28		24,531.40	0.00
3.2.6	Tuberias de Hormigon de 15"	36.25	ml	543.47		19,700.79	0.00
3.2.7	Relleno para filtro	21.80	m3	203.19		4,429.54	0.00
3.2.8	Rip-Rap	1.52	m3	147.82		224.69	0.00
	Sub-Total					88,767.84	0.00
LISTA 4 FLUMES - PUENTES - ALCANTARILLAS - SIFONES							
4.2	PUENTES LOSA						
4.2.1	Excavacion en cualquier material excepto roca	33.25	m3	88.82		2,953.27	0.00
4.2.2	Compactacion de material proveniente de excavaciones previas	6.65	m3	69.13		459.71	0.00
4.2.3	Hormigon Pobre para proteccion del acero de refuerzo	0.40	m3	866.30		346.52	0.00
4.2.4	Hormigon Clase 2	14.35	m3	1,253.53		17,988.16	0.00
4.2.5	Hormigon Ciclopeo en Pilas	9.10	m3	821.57		7,476.29	0.00
4.2.6	Armadura de Hormigon	2,296.00	Kg	22.90		52,578.40	0.00
4.2.7	Apoyo para Puentes (Fabreeka 5/8")	1.65	m2	7,359.84		12,143.74	0.00
4.2.8	Junta de 1" de Poliestireno	1.98	m2	113.12		223.98	0.00
4.2.9	Material granular para la formacion de filtros		m3	203.19		0.00	0.00
4.4	ALCANTARILLAS						
4.4.1	Excavacion en cualquier material excepto roca	59.66	m3	88.82		5,299.00	0.00
4.4.2	Compactacion de material proveniente de excavaciones previas	17.90	m3	69.13		1,237.43	0.00
4.4.3	Material granular para la formacion de filtros	19.87	m3	203.19		4,037.39	0.00
4.4.4	Hormigon Clase 2	4.04	m3	1,253.53		5,064.26	0.00
4.4.5	Armadura de Hormigon	323.20	Kg	22.90		7,401.28	0.00
4.4.6	Tuberias de Hormigon de 24"	9.90	ml	1,046.04		10,355.80	0.00
4.4.7	Tuberias de Hormigon de 30"		ml	1,518.04		0.00	0.00
4.4.8	Mamposteria	4.55	m3	741.13		3,372.14	0.00

PROYECTO DE RIEGO SABANETA

PROYECTO : RAMAL 1 DEL SUB LATERAL 3 DEL LATERAL D MARGEN IZQUIERDA II (RIO SAN JUANN) 19 DE MARZO DEL 1992

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO RD$	PRECIO UNITARIO US$	TOTALES RD$	TOTALES US$
	Sub-Total					130,937.35	0.00
LISTA 6. CANALETAS PREFABRICADAS TIPO							
6.1	BP - 80		m	680.55		0.00	
6.2	BP - 70		m	593.92		0.00	
6.3	BP - 60	1,700.00	m	504.72		858,024.00	
6.4	BP - 50	200.00	m	427.64		85,528.00	
6.5	BP - 40	940.00	m	413.27		388,473.80	
	SUB TOTAL					1,332,025.80	
LISTA 7	BERMA DE OPERACION Y MANTENIMIENTO						
7.1	Berma de operacion y mantenimiento	2.84	Km	139,120.00		395,100.80	
	SUB TOTAL					395,100.80	
	TOTAL GENERAL					1,946,831.79	

PROYECTO DE RIEGO SABANETA

PROYECTO : SUB LATERAL 4 DEL LATERAL D MARGEN IZQUIERDA II (RIO SAN JUAN) 19 DE MARZO DEL 1992

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO RD$	PRECIO UNITARIO US$	TOTALES RD$	TOTALES US$
LISTA 3. REPRESAS Y TOMAS							
3.2	TOMAS PARCELARIAS						
3.2.1	Excavacion en cualquier material						
	excepto roca	165.00	m3	88.82		14,655.30	0.00
3.2.2	Compactacion de material provenien-						
	te de excavaciones previas	55.00	m3	69.13		3,802.15	0.00
3.2.3	Hormigon Clase 2	7.50	m3	1,253.53		9,401.48	0.00
3.2.4	Armadura	525.00	Kg	22.90		12,022.50	0.00
3.2.5	Compuertas de 18"x18"	5.00	Ud	4,906.28		24,531.40	0.00
3.2.6	Tuberias de Hormigon de 15"	28.75	ml	543.47		15,624.76	0.00
3.2.7	Relleno para filtro	26.30	m3	203.19		5,343.90	0.00
3.2.8	Rip-Rap	0.95	m3	147.82		140.43	0.00
	Sub-Total					85,521.91	0.00
4.4	ALCANTARILLAS						
4.4.1	Excavacion en cualquier material						
	excepto roca	59.66	m3	88.82		5,299.00	0.00
4.4.2	Compactacion de material provenien-						
	te de excavaciones previas	17.90	m3	69.13		1,237.43	0.00
4.4.3	Material granular para la formacion						
	de filtros	14.85	m3	203.19		3,017.37	0.00
4.4.4	Hormigon Clase 2	4.04	m3	1,253.53		5,064.26	0.00
4.4.5	Armadura de Hormigon	323.20	Kg	22.90		7,401.28	0.00
4.4.6	Tuberias de Hormigon de 24"		ml	1,046.04		0.00	0.00
4.4.7	Tuberias de Hormigon de 30"	12.38	ml	1,518.04		18,793.34	0.00
4.4.8	Mamposteria	4.55	m3	741.13		3,372.14	0.00
	Sub-Total					44,184.82	ERR
LISTA 6. CANALETAS PREFABRICADAS TIPO							
6.1	BP - 80		m	680.55		0.00	
6.2	BP - 70		m	593.92		0.00	
6.3	BP - 60		m	504.72		0.00	
6.4	BP - 50	1,350.00	m	427.64		577,314.00	
6.5	BP - 40	1,290.00	m	413.27		533,118.30	
	SUB TOTAL					1,110,432.30	
LISTA 7	BERMA DE OPERACION Y MANTENIMIENTO						
7.1	Berma de operacion y mantenimiento	1.30	Km	139,120.00		180,856.00	
	SUB TOTAL					180,856.00	

PROYECTO DE RIEGO SABANETA

:PROYECTO : SUB LATERAL 4 DEL LATERAL D MARGEN IZQUIERDA II (RIO SAN JUAN) 19 DE MARZO DEL 1992 :

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO RD$	PRECIO UNITARIO US$	TOTALES RD$	TOTALES US$
	TOTAL GENERAL					1,420,995.03	

PROYECTO DE RIEGO SABANETA

PROYECTO : LATERAL E MARGEN IZQUIERDA II (RIO SAN JUAN) 19 DE MARZO DEL 1992

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO RD$	PRECIO UNITARIO US$	TOTALES RD$	TOTALES US$
LISTA 3. REPRESAS Y TOMAS							
3.2	TOMAS PARCELARIAS						
3.2.1	Excavacion en cualquier material excepto roca	165.00	m3	88.82		14,655.30	0.00
3.2.2	Compactacion de material proveniente de excavaciones previas	55.00	m3	69.13		3,802.15	0.00
3.2.3	Hormigon Clase 2	7.50	m3	1,253.53		9,401.48	0.00
3.2.4	Armadura	787.50	Kg	22.90		18,033.75	0.00
3.2.5	Compuertas de 18"x18"	5.00	Ud	4,906.28		24,531.40	0.00
3.2.6	Tuberias de Hormigon de 15"	31.50	ml	543.47		17,119.31	0.00
3.2.7	Relleno para filtro con acarreo de 2.0 Km.	12.02	m3	203.19		2,442.34	0.00
3.2.8	Rip-Rap	0.95	m3	147.82		140.43	0.00
	Sub Total					90,126.15	
LISTA 6. CANALETAS PREFABRICADAS TIPO							
6.1	BP - 80		m	680.55		0.00	
6.2	BP - 70		m	593.92		0.00	
6.3	BP - 60		m	504.72		0.00	
6.4	BP - 50	1,973.00	m	427.64		843,733.72	
6.5	BP - 40	900.00	m	413.27		371,943.00	
	SUB TOTAL					1,215,676.72	
LISTA 7	BERMA DE OPERACION Y MANTENIMIENTO						
7.1	Berma de operacion y mantenimiento	1.69	Km	139,120.00		235,112.80	
	SUB TOTAL					235,112.80	
	TOTAL GENERAL					1,540,915.67	

PROYECTO DE RIEGO SABANETA

PROYECTO : LATERAL F MARGEN IZQUIERDA II (RIO SAN JUAN) — 19 DE MARZO DEL 1992

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO RD$	PRECIO UNITARIO US$	TOTALES RD$	TOTALES US$
LISTA 3. REPRESAS Y TOMAS							
3.2	TOMAS PARCELARIAS						
3.2.1	Excavacion en cualquier material excepto roca	122.90	m3	88.82		10,915.98	0.00
3.2.2	Compactacion de material proveniente de excavaciones previas	40.76	m3	69.13		2,817.74	0.00
3.2.3	Hormigon Clase 2	9.00	m3	1,253.53		11,281.77	0.00
3.2.4	Armadura	675.00	Kg	22.90		15,457.50	0.00
3.2.5	Compuertas de 18"x18"	6.00	Ud	15,312.50		91,875.00	0.00
3.2.6	Tuberias de Hormigon de 15"	31.50	ml	543.47		17,119.31	0.00
3.2.7	Relleno para filtro	19.46	m3	203.19		3,954.08	0.00
3.2.8	Rip-Rap	1.14	m3	147.82		168.51	0.00
	Sub-Total					153,589.88	0.00
LISTA 4	FLUMES - PUENTES - ALCANTARILLAS - SIFONES						
4.2	PUENTES LOSA						
4.2.1	Excavacion en cualquier material excepto roca	33.35	m3	88.82		2,962.15	0.00
4.2.2	Compactacion de material proveniente de excavaciones previas	6.65	m3	69.13		459.71	0.00
4.2.3	Hormigon Pobre para proteccion del acero de refuerzo	0.40	m3	866.30		346.52	0.00
4.2.4	Hormigon Clase 2	12.87	m3	1,253.53		16,132.93	0.00
4.2.5	Hormigon Ciclopeo en Pilas	9.10	m3	821.57		7,476.29	0.00
4.2.6	Armadura de Hormigon	2,059.20	Kg	22.90		47,155.68	0.00
4.2.7	Apoyo para Puentes (Fabreeka 5/8")	1.65	m2	7,359.84		12,143.74	0.00
4.2.8	Junta de 1" de Poliestireno	1.98	m2	113.12		223.98	0.00
4.2.9	Material granular para la formacion de filtros		m3	203.19		0.00	0.00
	Sub-Total					86,900.99	0.00
LISTA 6.	CANALETAS PREFABRICADAS TIPO						
6.1	BP - 80		m	680.55		0.00	
6.2	BP - 70		m	593.92		0.00	
6.3	BP - 60		m	504.72		0.00	
6.4	BP - 50	820.00	m	427.64		350,664.80	
6.5	BP - 40	923.00	m	413.27		381,448.21	
	SUB TOTAL					732,113.01	
LISTA 7	BERMA DE OPERACION Y MANTENIMIENTO						

PROYECTO DE RIEGO SABANETA

PROYECTO : LATERAL F MARGEN IZQUIERDA II (RIO SAN JUAN) 19 DE MARZO DEL 1992

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO RD$	PRECIO UNITARIO US$	TOTALES RD$	TOTALES US$
7.1	Berma de operacion y mantenimiento	1.03	Km	139,120.00		143,293.60	
	SUB TOTAL					143,293.60	
	TOTAL GENERAL					962,307.60	

PROYECTO DE RIEGO SABANETA

PROYECTO : LATERAL G MARGEN IZQUIERDA II (RIO SAN JUAN) — 19 DE MARZO DEL 1992

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO RD$	PRECIO UNITARIO US$	TOTALES RD$	TOTALES US$
LISTA 3. REPRESAS Y TOMAS							
3.1	TOMAS LATERALES						
3.1.1	Excavacion en cualquier material excepto roca	112.00	m3	88.82		9,947.84	0.00
3.1.2	Compactacion de material proveniente de excavaciones previas	25.00	m3	69.13		1,728.25	0.00
3.1.3	Hormigon Clase 2	12.34	m3	1,253.53		15,468.56	0.00
3.1.4	Hormigon Pobre para proteccion del acero de refuerzo	3.31	m3	866.30		2,867.45	0.00
3.1.5	Armadura para Hormigon	1,234.00	Kg	22.90		28,258.60	0.00
3.1.6	Relleno de grava y arena para la formacion de filtros	8.30	m3	203.19		1,686.48	0.00
3.1.7	Tuberias de Hormigon de 36" (d.i.)	7.42	ml	2,052.97		15,233.04	0.00
3.1.8	Compuertas deslizante de 36"x36"	1.00	Ud	18,716.95		18,716.95	0.00
3.1.9	Junta de P.V.C. de 6"	2.21	Ml	216.60		478.69	0.00
3.1.10	Mamposteria	1.12	m3	741.13		830.07	0.00
3.2	TOMAS PARCELARIAS						
3.2.1	Excavacion en cualquier material excepto roca	363.00	m3	88.82		32,241.66	0.00
3.2.2	Compactacion de material proveniente de excavaciones previas	121.00	m3	69.13		8,364.73	0.00
3.2.3	Hormigon Clase 2	16.50	m3	1,253.53		20,683.25	0.00
3.2.4	Armadura	1,155.00	Kg	22.90		26,449.50	0.00
3.2.5	Compuertas de 18"x18"	11.00	Ud	4,906.28		53,969.08	0.00
3.2.6	Tuberias de Hormigon de 15"	131.25	ml	543.47		71,330.44	0.00
3.2.7	Relleno para filtro	57.86	m3	203.19		11,756.57	0.00
3.2.8	Rip-Rap	2.09	m3	147.82		308.94	0.00
3.3	R.P. CAIDAS (RPCA)						
3.3.1	Excavacion en cualquier material excepto roca	39.62	m3	88.82		3,519.05	0.00
3.3.2	Compactacion de material proveniente de excavaciones previas	7.93	m3	69.13		548.20	0.00
3.3.3	Hormigon Clase 2	6.40	m3	1,253.53		8,022.59	0.00
3.3.4	Hormigon Pobre para proteccion del acero de refuerzo	0.36	m3	866.30		311.87	0.00
3.3.5	Armadura para Hormigon	448.12	Kg	22.90		10,261.95	0.00
3.3.6	Junta de P.V.C. de 6"	11.56	Ml	216.60		2,503.90	0.00
3.3.7	Material granular para la formacion de filtros	0.09	m3	203.00		18.27	0.00
3.4	COMPUERTAS						
3.4.2	Tipo 2	0.00	Ud	6,519.87		0.00	0.00
3.4.3	Tipo 3	0.00	Ud	7,125.00		0.00	0.00

PROYECTO DE RIEGO SABANETA

PROYECTO : LATERAL G MARGEN IZQUIERDA II (RIO SAN JUAN) — 19 DE MARZO DEL 1992

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO RD$	PRECIO UNITARIO US$	TOTALES RD$	TOTALES US$
3.4.4	Tipo 4	1.00	Ud	8,000.82		8,000.82	0.00
3.4.5	Tipo 5	0.00	Ud	11,638.96		0.00	0.00
	Sub-Total					353,506.73	0.00
LISTA 4	FLUMES - PUENTES - ALCANTARILLAS - SIFONES						
4.2	PUENTES LOSA						
4.2.1	Excavacion en cualquier material excepto roca	33.25	m3	88.82		2,953.27	0.00
4.2.2	Compactacion de material proveniente de excavaciones previas	6.65	m3	69.13		459.71	0.00
4.2.3	Hormigon Pobre para proteccion del acero de refuerzo	0.80	m3	866.30		693.04	0.00
4.2.4	Hormigon Clase 2	12.87	m3	1,253.53		16,132.93	0.00
4.2.5	Hormigon Ciclopeo en Pilas	9.10	m3	821.57		7,476.29	0.00
4.2.6	Armadura de Hormigon	2,059.20	Kg	22.90		47,155.68	0.00
4.2.7	Apoyo para Puentes (Fabreeka 5/8")	1.65	m2	7,359.84		12,143.74	0.00
4.2.8	Junta de 1" de Poliestireno	1.98	m2	113.12		223.98	0.00
4.2.9	Material granular para la formacion de filtros		m3	203.19		0.00	0.00
	Sub-Total					87,238.63	0.00
LISTA 6.	CANALETAS PREFABRICADAS TIPO						
6.1	BP - 80	1,516.00	m	680.55		1,031,713.80	
6.2	BP - 70		m	593.92		0.00	
6.3	BP - 60		m	504.72		0.00	
6.4	BP - 50	1,520.00	m	427.64		650,012.80	
6.5	BP - 40	1,170.00	m	413.27		483,525.90	
	SUB TOTAL					2,165,252.50	
LISTA 7	BERMA DE OPERACION Y MANTENIMIENTO						
7.1	Berma de operacion y mantenimiento	2.39	Km	139,120.00		332,496.80	
	SUB TOTAL					332,496.80	
	TOTAL GENERAL					2,938,494.66	

PROYECTO DE RIEGO SABANETA

PROYECTO : SUB LAT 1 DEL LAT G MARGEN IZQUIERDA II (RIO SAN JUAN) 19 DE MARZO DEL 1992

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO RD$	PRECIO UNITARIO US$	TOTALES RD$	TOTALES US$
LISTA 3. REPRESAS Y TOMAS							
3.2	TOMAS PARCELARIAS						
3.2.1	Excavacion en cualquier material excepto roca	330.00	m3	88.82		29,310.60	0.00
3.2.2	Compactacion de material proveniente de excavaciones previas	110.00	m3	69.13		7,604.30	0.00
3.2.3	Hormigon Clase 2	15.00	m3	1,253.53		18,802.95	0.00
3.2.4	Armadura	1,050.00	Kg	22.90		24,045.00	0.00
3.2.5	Compuertas de 18"x18"	10.00	Ud	4,906.28		49,062.80	0.00
3.2.6	Tuberias de Hormigon de 15"	75.50	ml	543.47		41,031.99	0.00
3.2.7	Relleno para filtro	52.60	m3	203.19		10,687.79	0.00
3.2.8	Rip-Rap	1.90	m3	147.82		280.86	0.00
	Sub-Total					180,826.29	0.00
LISTA 4	FLUMES - PUENTES - ALCANTARILLAS - SIFONES						
4.2	PUENTES LOSA						
4.2.1	Excavacion en cualquier material excepto roca	66.50	m3	88.82		5,906.53	0.00
4.2.2	Compactacion de material proveniente de excavaciones previas	13.30	m3	69.13		919.43	0.00
4.2.3	Hormigon Pobre para proteccion del acero de refuerzo	2.00	m3	866.30		1,732.60	0.00
4.2.4	Hormigon Clase 2	25.74	m3	1,253.53		32,265.86	0.00
4.2.5	Hormigon Ciclopeo en Pilas	18.20	m3	821.57		14,952.57	0.00
4.2.6	Armadura de Hormigon	4,118.40	Kg	22.90		94,311.36	0.00
4.2.7	Apoyo para Puentes (Fabreeka 5/8")	3.30	m2	7,359.84		24,287.47	0.00
4.2.8	Junta de 1" de Poliestireno	3.96	m2	113.12		447.96	0.00
4.2.9	Material granular para la formacion de filtros		m3	203.19		0.00	0.00
4.4	ALCANTARILLAS						
4.4.1	Excavacion en cualquier material excepto roca	169.98	m3	88.82		15,097.62	0.00
4.4.2	Compactacion de material proveniente de excavaciones previas	50.99	m3	69.13		3,524.94	0.00
4.4.3	Material granular para la formacion de filtros	35.99	m3	203.19		7,312.81	0.00
4.4.4	Hormigon Clase 2	12.12	m3	1,253.53		15,192.78	0.00
4.4.5	Armadura de Hormigon	969.60	Kg	22.90		22,203.84	0.00
4.4.6	Tuberias de Hormigon de 24"	14.86	ml	1,046.04		15,544.15	0.00
4.4.7	Tuberias de Hormigon de 30"	14.86	ml	1,518.04		22,558.07	0.00
4.4.8	Mamposteria	13.65	m3	741.13		10,116.42	0.00
4.4.9	Tuberias de Hormigon de 36"	14.86	ml	2,052.97		30,507.13	0.00

PROYECTO DE RIEGO SABANETA

PROYECTO : SUB LAT 1 DEL LAT G MARGEN IZQUIERDA II (RIO SAN JUAN) 19 DE MARZO DEL 1992

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO RD$	PRECIO UNITARIO US$	TOTALES RD$	TOTALES US$
	Sub-Total					316,881.56	0.00
LISTA 6. CANALETAS PREFABRICADAS TIPO							
6.1	BP - 80		m	680.55		0.00	
6.2	BP - 70	320.00	m	593.92		190,054.40	
6.3	BP - 60	1,640.00	m	504.72		827,740.80	
6.4	BP - 50	1,690.00	m	427.64		722,711.60	
6.5	BP - 40	2,896.00	m	413.27		1,196,829.92	
	SUB TOTAL					2,937,336.72	
LISTA 7	BERMA DE OPERACION Y MANTENIMIENTO						
7.1	Berma de operacion y mantenimiento	3.74	Km	139,120.00		520,308.80	
	SUB TOTAL					520,308.80	
	TOTAL GENERAL					3,955,353.37	

PROYECTO DE RIEGO SABANETA

PROYECTO : LATERAL H MARGEN IZQUIERDA II (RIO SAN JUAN) — 19 DE MARZO DEL 1992

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO RD$	PRECIO UNITARIO US$	TOTALES RD$	TOTALES US$
LISTA 2. CANALES Y CAMINOS							
2.1	Desmonte y Limpieza	2.03	Ha	3,202.09		6,500.24	0.00
2.2	Desbrozo	6.54	Ha	41,435.91		270,990.85	0.00
2.3	Excavacion en cualquier material no apto para relleno con colocacion dentro de una distancia libre de 100 metros	2,807.07	m3	30.57		85,812.13	0.00
2.4	Excavacion de material no apto para relleno, para saneo de cubeta y acarreo limite de 100 Mts.	17,340.34	m3	40.95		710,086.92	0.00
2.5	Excavacion de material apto para relleno con colocacion en area de almacenamiento o directamente en lugar de relleno dentro de una distancia libre de 100 Mts.	1,871.38	m3	30.57		57,208.09	0.00
2.6	Excavacion de la cubeta en canales y colocacion del material en el area de relleno, almacenamiento o desperdicio dentro de una distancia libre de 100 Mts.	16,530.65	m3	35.65		589,317.67	0.00
2.7	Compensacion adicional por excavacion en roca	56.45	m3	234.58		13,242.04	0.00
2.8	Revestimiento de caminos y bermas con acarreo libre de dos Kms.	7,843.52	m2	14.08		110,436.76	0.00
2.9	Obtencion, acarreo en los dos primeros Kilometros, colocacion y compactacion del material proveniente de los bancos de prestamo	12,324.85	m3	68.91		849,305.41	0.00
2.10	Compactacion de material proveniente de excavaciones previas	1,760.69	m3	50.05		88,122.53	0.00
2.11	Obtencion, acarreo en el primer Km. colocacion y compactacion del material proveniente de las areas de almacenamiento	3,521.38	m3	61.75		217,445.22	0.00
2.12	Ranura de construccion en fondo y taludes de canales	5,867.41	ml	38.87		228,066.23	0.00
2.13	Sobreacarreo de materiales	39,217.59	m3-Km	6.85		268,640.49	0.00
2.14	Carguio y Transporte de Material no apto con acerreo libre de 1.0 Km.	20,147.42	m3	46.40		934,840.29	0.00
2.15	Hormigon Simple para revestimiento de canales	1,368.91	m3	1,121.64		1,535,424.21	0.00
2.16	Material de filtro compactado en fondo de canales	372.59	m3	203.19		75,706.56	0.00
2.17	Excavacion de cunetas longitudinales de caminos	3,838.81	ml	4.32		16,583.66	0.00
2.18	Excavaciones de cubeta Dren Interceptor	0.00	m3	40.95		0.00	0.00
2.19	Excavacion de materiales saturados						

PROYECTO DE RIEGO SABANETA

PROYECTO : LATERAL H MARGEN IZQUIERDA II (RIO SAN JUAN) 19 DE MARZO DEL 1992

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO RD$	PRECIO UNITARIO US$	TOTALES RD$	TOTALES US$
	en canales, con acarreo libre de 100 Mts.	169.36	m3	40.95		6,935.29	0.00
2.20	Hormigon pobre en la cubeta de los Canales	84.68	m3	866.30		73,358.28	0.00
2.21	Malla de Acero estructural para revestimiento de Canales	1,129.06	Kg	33.49		37,812.22	0.00
	Sub-Total					6,175,835.11	0.00
LISTA 3. REPRESAS Y TOMAS							
3.1	TOMAS LATERALES						
3.1.1	Excavacion en cualquier material excepto roca	336.00	m3	88.82		29,843.52	0.00
3.1.2	Compactacion de material proveniente de excavaciones previas	67.20	m3	69.13		4,645.54	0.00
3.1.3	Hormigon Clase 2	37.02	m3	1,253.53		46,405.68	0.00
3.1.4	Hormigon Pobre para proteccion del acero de refuerzo	9.92	m3	866.30		8,593.70	0.00
3.1.5	Armadura para Hormigon	3,702.00	Kg	22.90		84,775.80	0.00
3.1.6	Relleno de grava y arena para la formacion de filtros	33.23	m3	203.19		6,752.00	0.00
3.1.7	Tuberias de Hormigon de 24" (d.i.)	29.70	ml	1,046.09		31,068.87	0.00
3.1.8	Compuertas deslizantes de 24"x24"	3.00	Ud	15,160.86		45,482.58	0.00
3.1.9	Junta de P.V.C. de 6"	6.63	Ml	216.60		1,436.06	0.00
3.1.10	Mamposteria	3.36	m3	741.13		2,490.20	0.00
3.2	TOMAS PARCELARIAS						
3.2.1	Excavacion en cualquier material excepto roca	990.00	m3	88.82		87,931.80	0.00
3.2.2	Compactacion de material proveniente de excavaciones previas	330.00	m3	69.13		22,812.90	0.00
3.2.3	Hormigon Clase 2	45.00	m3	1,253.53		56,408.85	0.00
3.2.4	Armadura	3,150.00	Kg	22.90		72,135.00	0.00
3.2.5	Compuertas de 18"x18"	30.00	Ud	4,906.28		147,188.40	0.00
3.2.6	Tuberias de Hormigon de 15"	172.22	ml	543.47		93,596.40	0.00
3.2.7	Relleno para filtro con acarreo de 2.0 Km.	157.80	m3	203.19		32,063.38	0.00
3.2.8	Rip-Rap	5.70	m3	147.82		842.57	0.00
3.3	R.P. CAIDAS (RPCA)						
3.3.1	Excavacion en cualquier material excepto roca	199.71	m3	88.82		17,738.24	0.00
3.3.2	Compactacion de material proveniente de excavaciones previas	39.94	m3	69.13		2,761.05	0.00
3.3.3	Hormigon Clase 2	27.40	m3	1,253.53		34,346.72	0.00
3.3.4	Hormigon Pobre para proteccion del						

PROYECTO DE RIEGO SABANETA

PROYECTO : LATERAL H MARGEN IZQUIERDA II (RIO SAN JUAN) — 19 DE MARZO DEL 1992

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO RD$	PRECIO UNITARIO US$	TOTALES RD$	TOTALES US$
	acero de refuerzo	1.55	m3	866.30		1,342.76	0.00
3.3.5	Armadura para Hormigon	2,192.22	Kg	22.90		50,201.84	0.00
3.3.6	Junta de P.V.C. de 6"	17.67	Ml	216.60		3,827.32	0.00
3.4	COMPUERTAS						
3.4.6	Tipo IV de 1 Hoja	2.00	Ud	8,000.82		16,001.64	0.00
	Sub-Total					900,692.83	0.00
LISTA 4	FLUMES - PUENTES - ALCANTARILLAS - SIFONES						
4.2	PUENTES LOSA						
4.2.1	Excavacion en cualquier material excepto roca	33.25	m3	88.82		2,953.27	0.00
4.2.2	Compactacion de material proveniente de excavaciones previas	6.65	m3	69.13		459.71	0.00
4.2.3	Hormigon Pobre para proteccion del acero de refuerzo	0.80	m3	866.30		693.04	0.00
4.2.4	Hormigon Clase 2	17.63	m3	1,253.53		22,099.73	0.00
4.2.5	Hormigon Ciclopeo en Pilas	9.10	m3	821.57		7,476.29	0.00
4.2.6	Armadura de Hormigon	2,820.80	Kg	22.90		64,596.32	0.00
4.2.7	Apoyo para Puentes (Fabreeka 5/8")	2.38	m2	7,359.84		17,516.42	0.00
4.2.8	Junta de 1" de Poliestireno	2.85	m2	113.12		322.39	0.00
4.2.9	Material granular para la formacion de filtros		m3	203.19		0.00	0.00
4.4	ALCANTARILLAS						
4.4.1	Excavacion en cualquier material excepto roca	630.00	m3	88.82		55,956.60	0.00
4.4.2	Compactacion de material proveniente de excavaciones previas	200.00	m3	69.13		13,826.00	0.00
4.4.3	Material granular para la formacion de filtros	136.76	m3	203.19		27,788.26	0.00
4.4.4	Hormigon Clase 2	51.84	m3	1,253.53		64,983.00	0.00
4.4.5	Armadura de Hormigon	4,147.20	Kg	22.90		94,970.88	0.00
4.4.6	Tuberias de Hormigon de 36"	14.86	ml	2,052.97		30,507.13	0.00
4.4.7	Tuberias de Hormigon de 30"	99.04	ml	1,518.04		150,346.68	0.00
4.4.8	Mamposteria	54.00	m3	741.13		40,021.02	0.00
4.5	CAIDAS VERTICALES (SIN CONTROL)						
4.5.1	Excavacion en cualquier material excepto roca	590.64	m3	88.82		52,460.64	0.00
4.5.2	Compactacion de material proveniente de excavaciones previas	177.24	m3	69.13		12,252.60	0.00
4.5.3	Material granular para la formacion de filtros		m3	203.19		0.00	0.00
4.5.4	Hormigon Clase 2	24.00	m3	1,253.53		30,084.72	0.00

PROYECTO DE RIEGO SABANETA

PROYECTO : LATERAL H MARGEN IZQUIERDA II (RIO SAN JUAN) — 19 DE MARZO DEL 1992

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO RD$	PRECIO UNITARIO US$	TOTALES RD$	TOTALES US$
4.5.5	Armadura de Hormigon	1,920.00	Kg	22.90		43,968.00	0.00
4.5.6	Hormigon Pobre para proteccion del acero de refuerzo	3.60	m3	866.30		3,118.68	0.00
	Sub-Total					736,401.39	0.00
LISTA 6.	CANALETAS PREFABRICADAS TIPO						
6.1	BP - 80	3,200.00	m	680.55		2,177,760.00	
6.2	BP - 70	1,220.00	m	593.92		724,582.40	
6.3	BP - 60	2,920.00	m	504.72		1,473,782.40	
6.4	BP - 50	4,300.00	m	427.64		1,838,852.00	
6.5	BP - 40	4,680.00	m	413.27		1,934,103.60	
	SUB TOTAL					8,149,080.40	
LISTA 7	BERMA DE OPERACION Y MANTENIMIENTO						
7.1	Berma de operacion y mantenimiento	11.72	Km	139,120.00		1,630,486.40	
	SUB TOTAL					1,630,486.40	
	TOTAL GENERAL					17,592,496.13	

PROYECTO DE RIEGO SABANETA

PROYECTO : SUB LAT 1 DEL LAT H MARGEN IZQUIERDA II (RIO SAN JUAN) 19 DE MARZO DEL 1992

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO RD$	PRECIO UNITARIO US$	TOTALES RD$	TOTALES US$
LISTA 3. REPRESAS Y TOMAS							
3.2	TOMAS PARCELARIAS						
3.2.1	Excavacion en cualquier material excepto roca	132.00	m3	88.82		11,724.24	0.00
3.2.2	Compactacion de material proveniente de excavaciones previas	44.00	m3	69.13		3,041.72	0.00
3.2.3	Hormigon Clase 2	6.00	m3	1,253.53		7,521.18	0.00
3.2.4	Armadura	420.00	Kg	22.90		9,618.00	0.00
3.2.5	Compuertas de 18"x18"	4.00	Ud	4,906.28		19,625.12	0.00
3.2.6	Tuberias de Hormigon de 15"	23.00	ml	543.47		12,499.81	0.00
3.2.7	Relleno para filtro	15.12	m3	203.19		3,072.23	0.00
3.2.8	Rip-Rap	0.76	m3	147.82		112.34	0.00
	Sub-Total					67,214.65	0.00
LISTA 4	FLUMES - PUENTES - ALCANTARILLAS - SIFONES						
4.4	ALCANTARILLAS						
4.4.1	Excavacion en cualquier material excepto roca	178.98	m3	88.82		15,897.00	0.00
4.4.2	Compactacion de material proveniente de excavaciones previas	53.69	m3	69.13		3,711.59	0.00
4.4.3	Material granular para la formacion de filtros	45.53	m3	203.19		9,251.24	0.00
4.4.4	Hormigon Clase 2	12.12	m3	1,253.53		15,192.78	0.00
4.4.5	Armadura de Hormigon	969.60	Kg	22.90		22,203.84	0.00
4.4.6	Tuberias de Hormigon de 24"	25.56	ml	1,046.04		26,736.78	0.00
4.4.7	Tuberias de Hormigon de 30"	12.38	ml	1,518.04		18,793.34	0.00
4.4.8	Mamposteria	13.65	m3	741.13		10,116.42	0.00
4.6	SIFONES						
4.6.1	Excavacion en cualquier material excepto roca	102.60	m3	88.82		9,112.93	0.00
4.6.2	Compactacion de material proveniente de excavaciones previas	30.78	m3	69.13		2,127.82	0.00
4.6.3	Hormigon Clase 2	5.61	m3	1,253.53		7,032.30	0.00
4.6.4	Hormigon Simple	4.00	m3	866.30		3,465.20	0.00
4.6.5	Armadura de Hormigon	420.75	Kg	22.90		9,635.18	0.00
4.6.6	Rejilla entrada de Sifones	60.00	Kg	47.71		2,862.60	0.00
4.6.7	Material granular para la formacion de filtros	6.00	m3	203.19		1,219.14	0.00
4.6.8	Junta de P.V.C. de 6" (Sellos de juntas impermeables tipo 3)	4.80	Ml	216.60		1,039.68	0.00
4.6.9	Tuberias de Hormigon de 24"	20.00	ml	1,046.04		20,920.80	0.00
	Sub-Total					179,318.65	0.00

PROYECTO DE RIEGO SABANETA

PROYECTO : SUB LAT 1 DEL LAT H MARGEN IZQUIERDA II (RIO SAN JUAN) 19 DE MARZO DEL 1992

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO RD$	PRECIO UNITARIO US$	TOTALES RD$	TOTALES US$
LISTA 6. CANALETAS PREFABRICADAS TIPO							
6.1	BP - 80		m	680.55		0.00	
6.2	BP - 70		m	593.92		0.00	
6.3	BP - 60		m	504.72		0.00	
6.4	BP - 50	3,900.00	m	427.64		1,667,796.00	
6.5	BP - 40	3,400.00	m	413.27		1,405,118.00	
	SUB TOTAL					3,072,914.00	
LISTA 7	BERMA DE OPERACION Y MANTENIMIENTO						
7.1	Berma de operacion y mantenimiento	2.70	Km	139,120.00		375,624.00	
	SUB TOTAL					375,624.00	
	TOTAL GENERAL					3,695,071.30	

PROYECTO DE RIEGO SABANETA

PROYECTO : SUB LAT 2 DEL LAT H MARGEN IZQUIERDA II (RIO SAN JUAN) 19 DE MARZO DEL 1992

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO RD$	PRECIO UNITARIO US$	TOTALES RD$	TOTALES US$
LISTA 3	TOMAS PARCELARIAS						
3.2.1	Excavacion en cualquier material excepto roca	231.00	m3	88.82		20,517.42	0.00
3.2.2	Compactacion de material provenien-te de excavaciones previas	77.00	m3	69.13		5,323.01	0.00
3.2.3	Hormigon Clase 2	10.50	m3	1,253.53		13,162.07	0.00
3.2.4	Armadura	735.00	Kg	22.90		16,831.50	0.00
3.2.5	Compuertas de 18"x18"	7.00	Ud	4,906.28		34,343.96	0.00
3.2.6	Tuberias de Hormigon de 15"	40.25	ml	543.47		21,874.67	0.00
3.2.7	Relleno para filtro	37.05	m3	203.19		7,528.19	0.00
3.2.8	Rip-Rap	1.33	m3	147.82		196.60	0.00
	Sub-Total					119,777.41	ERR
4.4	ALCANTARILLAS						
4.4.1	Excavacion en cualquier material excepto roca	130.00	m3	88.82		11,546.60	0.00
4.4.2	Compactacion de material provenien-te de excavaciones previas	39.00	m3	69.13		2,696.07	0.00
4.4.3	Material granular para la formacion de filtros	59.40	m3	203.19		12,069.49	0.00
4.4.4	Hormigon Clase 2	8.08	m3	1,253.53		10,128.52	0.00
4.4.5	Armadura de Hormigon	646.40	Kg	22.90		14,802.56	0.00
4.4.6	Tuberias de Hormigon de 24"		ml	1,046.04		0.00	0.00
4.4.7	Tuberias de Hormigon de 30"	24.76	ml	1,518.04		37,586.67	0.00
4.4.8	Mamposteria	9.10	m3	741.13		6,744.28	0.00
	Sub-Total					95,574.19	0.00
LISTA 6.	CANALETAS PREFABRICADAS TIPO						
6.1	BP - 80	740.00	m	680.55		503,607.00	
6.2	BP - 70	260.00	m	593.92		154,419.20	
6.3	BP - 60		m	504.72		0.00	
6.4	BP - 50	2,600.00	m	427.64		1,111,864.00	
6.5	BP - 40	3,375.00	m	413.27		1,394,786.25	
	SUB TOTAL					3,164,676.45	
LISTA 7	BERMA DE OPERACION Y MANTENIMIENTO						
7.1	Berma de operacion y mantenimiento	2.68	Km	139,120.00		372,841.60	
	SUB TOTAL					372,841.60	
	TOTAL GENERAL					3,752,869.65	

PROYECTO DE RIEGO SABANETA

PROYECTO : RAMAL 1 DEL SUB LATERAL 2 DEL LATERAL H MARGEN IZQUIERDA II (RIO SAN JUAN 19 DE MARZO DEL 1992

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO RD$	PRECIO UNITARIO US$	TOTALES RD$	TOTALES US$
LISTA 3. REPRESAS Y TOMAS							
3.2	TOMAS PARCELARIAS						
3.2.1	Excavacion en cualquier material excepto roca	132.00	m3	88.82		11,724.24	0.00
3.2.2	Compactacion de material proveniente de excavaciones previas	44.00	m3	69.13		3,041.72	0.00
3.2.3	Hormigon Clase 2	6.00	m3	1,253.53		7,521.18	0.00
3.2.4	Armadura	420.00	Kg	22.90		9,618.00	0.00
3.2.5	Compuertas de 18"x18"	4.00	Ud	4,906.28		19,625.12	0.00
3.2.6	Tuberias de Hormigon de 15"	23.00	ml	543.47		12,499.81	0.00
3.2.7	Relleno para filtro	15.12	m3	203.19		3,072.23	0.00
3.2.8	Rip-Rap	0.76	m3	147.82		112.34	0.00
	Sub-Total					67,214.65	0.00
4.4	ALCANTARILLAS						
4.4.1	Excavacion en cualquier material excepto roca	119.32	m3	88.82		10,598.00	0.00
4.4.2	Compactacion de material proveniente de excavaciones previas	35.80	m3	69.13		2,474.85	0.00
4.4.3	Material granular para la formacion de filtros	10.77	m3	203.19		2,188.36	0.00
4.4.4	Hormigon Clase 2	8.80	m3	1,253.53		11,031.06	0.00
4.4.5	Armadura de Hormigon	704.00	Kg	22.90		16,121.60	0.00
4.4.6	Tuberias de Hormigon de 24"	8.66	ml	1,046.04		9,058.71	0.00
4.4.7	Tuberias de Hormigon de 30"	9.90	ml	1,518.04		15,028.60	0.00
4.4.8	Mamposteria	9.10	m3	741.13		6,744.28	0.00
	Sub-Total					73,245.46	0.00
LISTA 6. CANALETAS PREFABRICADAS TIPO							
6.1	BP - 80		m	680.55		0.00	
6.2	BP - 70		m	593.92		0.00	
6.3	BP - 60		m	504.72		0.00	
6.4	BP - 50		m	427.64		0.00	
6.5	BP - 40	2,440.00	m	413.27		1,008,378.80	
	SUB TOTAL					1,008,378.80	
LISTA 7	BERMA DE OPERACION Y MANTENIMIENTO						
7.1	Berma de operacion y mantenimiento	2.44	Km	139,120.00		339,452.80	
	SUB TOTAL					339,452.80	

PROYECTO DE RIEGO SABANETA

:PROYECTO : RAMAL 1 DEL SUB LATERAL 2 DEL LATERAL H MARGEN IZQUIERDA II (RIO SAN JUAN 19 DE MARZO DEL 1992 :

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO RD$	PRECIO UNITARIO US$	TOTALES RD$	TOTALES US$
	TOTAL GENERAL					1,488,291.71	

PROYECTO DE RIEGO SABANETA

PROYECTO : SUB LAT 3 DEL LAT H MARGEN IZQUIERDA II (RIO SAN JUAN) 14 DE MARZO DEL 1992

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO RD$	PRECIO UNITARIO US$	TOTALES RD$	TOTALES US$
LISTA 3. REPRESAS Y TOMAS							
3.2	TOMAS PARCELARIAS						
3.2.1	Excavacion en cualquier material						
	excepto roca	198.00	m3	88.82		17,586.36	0.00
3.2.2	Compactacion de material provenien-						
	te de excavaciones previas	66.00	m3	69.13		4,562.58	0.00
3.2.3	Hormigon Clase 2	9.00	m3	1,253.53		11,281.77	0.00
3.2.4	Armadura	630.00	Kg	22.90		14,427.00	0.00
3.2.5	Compuertas de 18"x18"	6.00	Ud	4,906.28		29,437.68	0.00
3.2.6	Tuberias de Hormigon de 15"	34.50	ml	543.47		18,749.72	0.00
3.2.7	Relleno para filtro	22.69	m3	203.19		4,610.38	0.00
3.2.8	Rip-Rap	1.14	m3	147.82		168.51	0.00
	Sub-Total					100,824.00	0.00
LISTA 4	FLUMES - PUENTES - ALCANTARILLAS - SIFONES						
4.1	FLUMES						
4.1.1	Excavacion en cualquier material						
	excepto roca	70.00	m3	88.82		6,217.40	0.00
4.1.2	Compactacion de material provenien-						
	te de excavaciones previas	42.00	m3	69.13		2,903.46	0.00
4.1.3	Hormigon Clase 2	105.00	m3	1,253.53		131,620.65	0.00
4.1.4	Armadura de Hormigon	11,550.00	Kg	22.90		264,495.00	0.00
4.1.5	Apoyo para Flumes (Fabreeka 5/8")	2.09	M2	7,359.84		15,382.07	0.00
4.1.6	Hormigon Pobre para proteccion del						
	acero de refuerzo	55.50	m3	866.30		48,079.65	0.00
4.1.7	Material granular para la formacion						
	de filtros	11.10	m3	203.00		2,253.30	0.00
4.1.8	Junta de P.V.C. de 6"	10.50	Ml	216.60		2,274.30	0.00
4.4	ALCANTARILLAS						
4.4.1	Excavacion en cualquier material						
	excepto roca	119.32	m3	88.82		10,598.00	0.00
4.4.2	Compactacion de material provenien-						
	te de excavaciones previas	35.80	m3	69.13		2,474.85	0.00
4.4.3	Material granular para la formacion						
	de filtros	17.80	m3	203.19		3,616.78	0.00
4.4.4	Hormigon Clase 2	8.08	m3	1,253.53		10,128.52	0.00
4.4.5	Armadura de Hormigon	646.40	Kg	22.90		14,802.56	0.00
4.4.6	Tuberias de Hormigon de 24"	14.84	ml	1,046.04		15,523.23	0.00
4.4.7	Tuberias de Hormigon de 30"		ml	1,518.04		0.00	0.00
4.4.8	Mamposteria	9.10	m3	741.13		6,744.28	0.00
	Sub-Total					537,114.06	0.00

PROYECTO DE RIEGO SABANETA

PROYECTO : SUB LAT 3 DEL LAT H MARGEN IZQUIERDA II (RIO SAN JUAN) 14 DE MARZO DEL 1992

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO RD$	PRECIO UNITARIO US$	TOTALES RD$	TOTALES US$
LISTA 6. CANALETAS PREFABRICADAS TIPO							
6.1	BP - 80	340.00	m	680.55		231,387.00	
6.2	BP - 70	1,160.00	m	593.92		688,947.20	
6.3	BP - 60	800.00	m	504.72		403,776.00	
6.4	BP - 50	3,220.00	m	427.64		1,377,000.80	
6.5	BP - 40	3,210.00	m	413.27		1,326,596.70	
	SUB TOTAL					4,027,707.70	
LISTA 7	BERMA DE OPERACION Y MANTENIMIENTO						
7.1	Berma de operacion y mantenimiento	4.33	Km	139,120.00		602,389.60	
	SUB TOTAL					602,389.60	
	TOTAL GENERAL					5,368,859.36	

PROYECTO DE RIEGO SABANETA

PROYECTO : LATERAL I MARGEN IZQUIERDA II (RIO SAN JUAN) — 19 DE MARZO DEL 1992

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO RD$	PRECIO UNITARIO US$	TOTALES RD$	TOTALES US$
LISTA 3. REPRESAS Y TOMAS							
3.2	TOMAS PARCELARIAS						
3.2.1	Excavacion en cualquier material						
	excepto roca	396.00	m3	88.82		35,172.72	0.00
3.2.2	Compactacion de material provenien-						
	te de excavaciones previas	132.00	m3	69.13		9,125.16	0.00
3.2.3	Hormigon Clase 2	18.00	m3	1,253.53		22,563.54	0.00
3.2.4	Armadura	1,890.00	Kg	22.90		43,281.00	0.00
3.2.5	Compuertas de 18"x18"	12.00	Ud	4,906.28		58,875.36	0.00
3.2.6	Tuberias de Hormigon de 15"	84.00	ml	543.47		45,651.48	0.00
3.2.7	Relleno para filtro	32.05	m3	203.19		6,512.24	0.00
3.2.8	Rip-Rap	2.28	m3	147.82		337.03	0.00
	Sub-Total					221,518.53	0.00
4.4	ALCANTARILLAS						
4.4.1	Excavacion en cualquier material						
	excepto roca	119.32	m3	88.82		10,598.00	0.00
4.4.2	Compactacion de material provenien-						
	te de excavaciones previas	35.80	m3	69.13		2,474.85	0.00
4.4.3	Material granular para la formacion						
	de filtros	59.82	m3	203.19		12,154.83	0.00
4.4.4	Hormigon Clase 2	8.08	m3	1,253.53		10,128.52	0.00
4.4.5	Armadura de Hormigon	646.40	Kg	22.90		14,802.56	0.00
4.4.6	Tuberias de Hormigon de 24"		ml	1,046.04		0.00	0.00
4.4.7	Tuberias de Hormigon de 30"	29.80	ml	1,518.04		45,237.59	0.00
4.4.8	Mamposteria	9.10	m3	741.13		6,744.28	0.00
	Sub-Total					102,140.64	0.00
LISTA 6. CANALETAS PREFABRICADAS TIPO							
6.1	BP - 80		m	680.55		0.00	
6.2	BP - 70	1,060.00	m	593.92		629,555.20	
6.3	BP - 60	840.00	m	504.72		423,964.80	
6.4	BP - 50	3,000.00	m	427.64		1,282,920.00	
6.5	BP - 40	1,880.00	m	413.27		776,947.60	
	SUB TOTAL					3,113,387.60	
LISTA 7	BERMA DE OPERACION Y MANTENIMIENTO						
7.1	Berma de operacion y mantenimiento	3.98	Km	139,120.00		553,697.60	
	SUB TOTAL					553,697.60	

PROYECTO DE RIEGO SABANETA

PROYECTO : LATERAL I MARGEN IZQUIERDA II (RIO SAN JUAN) 19 DE MARZO DEL 1992

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO RD$	PRECIO UNITARIO US$	TOTALES RD$	TOTALES US$
	TOTAL GENERAL					4,544,441.97	

PROYECTO DE RIEGO SABANETA

PROYECTO : LATERAL J MARGEN IZQUIERDA II (RIO SAN JUAN) 19 DE MARZO DEL 1992

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO RD$	PRECIO UNITARIO US$	TOTALES RD$	TOTALES US$
LISTA 3. REPRESAS Y TOMAS							
3.2	TOMAS PARCELARIAS						
3.2.1	Excavacion en cualquier material						
	excepto roca	216.86	m3	88.82		19,261.51	0.00
3.2.2	Compactacion de material provenien-						
	te de excavaciones previas	72.29	m3	69.13		4,997.41	0.00
3.2.3	Hormigon Clase 2	12.00	m3	1,253.53		15,042.36	0.00
3.2.4	Armadura	1,260.00	Kg	22.90		28,854.00	0.00
3.2.5	Compuertas de 18"x18"	8.00	Ud	4,906.28		39,250.24	0.00
3.2.6	Tuberias de Hormigon de 15"	46.00	ml	543.47		24,999.62	0.00
3.2.7	Relleno para filtro	17.55	m3	203.19		3,565.98	0.00
3.2.8	Rip-Rap	1.52	m3	147.82		224.69	0.00
	Sub-Total					136,195.80	0.00
4.4	ALCANTARILLAS						
4.4.1	Excavacion en cualquier material						
	excepto roca	57.93	m3	88.82		5,145.34	0.00
4.4.2	Compactacion de material provenien-						
	te de excavaciones previas	17.38	m3	69.13		1,201.48	0.00
4.4.3	Material granular para la formacion						
	de filtros	25.25	m3	203.19		5,130.55	0.00
4.4.4	Hormigon Clase 2	4.04	m3	1,253.53		5,064.26	0.00
4.4.5	Armadura de Hormigon	323.20	Kg	22.90		7,401.28	0.00
4.4.6	Tuberias de Hormigon de 24"	12.38	ml	1,046.04		12,949.98	0.00
4.4.7	Tuberias de Hormigon de 30"		ml	1,518.04		0.00	0.00
4.4.8	Mamposteria	4.55	m3	741.13		3,372.14	0.00
	Sub-Total					40,265.03	0.00
LISTA 6. CANALETAS PREFABRICADAS TIPO							
6.1	BP - 80		m	680.55		0.00	
6.2	BP - 70		m	593.92		0.00	
6.3	BP - 60	1,220.00	m	504.72		615,758.40	
6.4	BP - 50	3,010.00	m	427.64		1,287,196.40	
6.5	BP - 40	2,030.00	m	413.27		838,938.10	
	SUB TOTAL					2,741,892.90	
LISTA 7	BERMA DE OPERACION Y MANTENIMIENTO						
7.1	Berma de operacion y mantenimiento	3.68	Km	139,120.00		511,961.60	
	SUB TOTAL					511,961.60	

PROYECTO DE RIEGO SABANETA

PROYECTO : LATERAL J MARGEN IZQUIERDA II (RIO SAN JUAN) 19 DE MARZO DEL 1992

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO RD$	PRECIO UNITARIO US$	TOTALES RD$	TOTALES US$
	TOTAL GENERAL					3,430,315.33	

PROYECTO DE RIEGO SABANETA

PROYECTO: DRENAJES, MISCELANEOS Y SISTEMAT. PARCELARIA, MARGEN IZQUIERDA II (RIO SAN JUAN 19 DE MARZO DEL 1992

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO RD$	PRECIO UNITARIO US$	TOTALES RD$	TOTALES US$
LISTA 8	DRENES PRINCIPALES						
8.1	Excavacion de material no apto para relleno con colocacion dentro de una distancia libre de 100 Mts.	24,000.00	m3	40.95		982,800.00	0.00
8.2	Gaviones, incluyendo material de relleno e instalacion	1,180.00	m3	608.90		718,502.00	0.00
8.3	Excavacion en cualquier material excepto roca	2,000.00	m3	88.82		177,640.00	0.00
8.4	Material granular para la formacion de filtros	900.00	m3	203.19		182,871.00	0.00
8.5	Rip-Rap	50.00	m3	147.82		7,391.00	0.00
	Sub-Total					2,069,204.00	0.00
LISTA 9	TRABAJOS MISCELANEOS						
9.1	CERCA DE ALAMBRE DE PUAS						
9.1.1	Remocion y reubicacion de cercas - existentes	54,567.00	ml	8.08		440,901.36	0.00
9.1.2	Suministro y colocacion de nuevas cercas	81,850.80	ml	19.95		1,632,923.46	0.00
	Sub-Total					2,073,824.82	0.00
LISTA 10	SISTEMATIZACION PARCELARIA						
10.1	ACEQUIAS PREFABRICADAS			P.A.	P.A.	36,617,788.00	
10.2	RESTITUCION DE TERRENO			P.A.	P.A.	2,362,800.00	
	Sub-Total					38,980,588.00	0.00
	TOTAL GENERAL					43,123,616.82	

RELACION DE PLANOS DE CANALES DEL PROYECTO DE RIEGO SABANETA
"Margen Izquierda"

Canal	Plano	Hojas	Longitud (m)
Canal San Juan Lat-D	PMI-L.D	1/5 a 4/5	6,800.00
Lat-E	PMI-L.E	1/2 a 2/2	2,000.00
Lat-F	PMI-L.F	1/1	1,705.00
Lat-G	PMI-L.G	1/2 a 2/2	2,850.00
Sub-Lat 1 del Lat-G	PMI-SL1-LG	1/3 a 3/3	3,736.00
Proyecto Lateral D	I-230-SR	5/10 a 10/10	10,000.00
Proy. Sub-Lat 3 del Lat D	I-236-SR	1/2 a 2/2	3,200.00
Ramal 1 SL3 del Lat D	I-237-SR	1/2 a 2/2	2,840.00
Lat-H	I-270-SR	1/9 a 9/9	14,480.00
Sub-Lat 1 del Lat-H	I-271-SR	1/2 a 2/2	2,700.00
Sub-Lat 2 del Lat-H	I-272-SR	1/2 a 2/2	2,675.00
Ramal 1 Sub-Lat 2 del Lat-H	I-273-SR	1/2 a 2/2	2,440.00
Sub-Lat 3 del Lat-H	I-275-SR	1/3 a 3/3	4,330.00
Lateral I	I-280-SR	1/3 a 3/3	3,980.00
Lateral J	I-290-SR	1/3 a 3/3	3,680.00
San Juan - Jinova	-	7/7	1,110.00
San Juan. Lat-A	PMI-LA	1/1	1,348.00
Lat-B	PMI-LB	1/1	1,244.00
Lat-C	PMI-LC	1/2 a 2/2	2,252.00
Sub-Lat 1 del Lat-C	PMI-LC-SL1	1/1	453.00
Sub-Lat 2 del Lat-C	PMI-LC-SL@	1/2 a 2/2	2,270.00

RELACION DE PLANOS OBRAS DE ARTE EN CANALES
PROYECTO DE RIEGO DE SABANETA
"Margen Izquierda"

Obra	Canal	Plano	Hojas
Compuertas automáticas	Tipo-1	PMI-OA-5	1/1
" "	Tipo-2	PMI-OA-5	1/2 y 2/2
" "	Tipo-3	PMI-OA-5	1/2 y 2/2
" "	Tipo-4	PMI-OA-5	1/2 y 2/2
" "	Tipo-5	PMI-OA-5	1/2 y 2/2
Paso para peatones	-	-	1/1
Alcantarilla inferior	-	-	1/1
Toma lateral	-	PMI-OA-6	1/1
Toma lateral (clase 2)	-	PMI-OA-6	1/1
Toma parcelaria	-	PMI-OA-7	1/1
Desague de excedencia	-	PMI-OA-8	1/1
Puente de una luz tipo placa	-	PMI-OA-10	1/1
Puente alcantarilla	-	PMI-OA-13	1/1
" "	San Juan - Jinova	PMI-OA-13	1/1
Paso camino maquinas pesadas	"	PMI-OA-17	1/1
Caidas sin control	0.5 a 1.2	PMI-OA-20	1/1
" " "	1.0 a 2.0	PMI-OA-20	1/1
Caida inclinada (rampa)	-	PMI-OA-21	1/1
Sifón de tuberia	-	PMI-OA-22	1/1
Alcantarilla inferior	Canal San Juan - Jinova	PMI-OA-9	1/1
Compuertas automáticas	San Juan - Jinova	PMI-OA-5	1/2 y 2/2
Toma lateral (clase 2)	Canal principal	PMI-OA-6	1/1
Toma parcelaria	"	PMI-OA-7	1/1
Caidas sin control	Principal	PMI-OA-20	1/1
Toma lateral (clase 2)	Lat. Jinova	PMI-OA-6 TL2-CP-11	1/1
Puente alcantarilla	Principal	PMI-OA-13	1/1
Desague de excedencia	Principal	PMI-OA-8	1/1
Compuerta deslizante Tipo A3	-	PMI-OA-4A3	1/2 y 2/2

RELACION PLANOS DRENES DEL PROYECTO DE RIEGO SAN JUAN
"Margen Izquierda

Dren	Plano	Hojas	Longitud (m)
Mogollón	I-350-SD	1/3 a 3/3	4,360.00
Cabilma	I-310-SD	1/3 a 3/3	4,180.00
Donao I	I-320-SD	1/2 a 2/2	2,250.00
Donao II	I-330-SD	1/1	1,780.00
Tenguerengue	I-300-SD	1/1	1,570.00
Lavapie	I-360-SD	1/2 y 2/2	2,180.00
San Juan	I-370-SD	1/1	1,673.00
Cienega	I-340-SD	1/4 a 4/4	6,720.00
Cuenda	I-380-SD	1/3 a 3/3	3,690.00

ANEXO NO. 2

DISEÑO Y COSTO UNITARIO CANALETAS PREFABRICADAS

DISEÑO Y COSTO UNITARIO CANALETAS PREFABRICADAS

El sistema de canaletas prefabricadas, propuestas para sustituir una gran parte de los canales revestidos y para la sistematización parcelaria, ha sido seleccionado de acuerdo a la experiencia de la Margen Derecha del Proyecto de Riego Sabaneta. Hasta la fecha, han sido fabricadas canaletas de secciones tipo BP40 y BP50 (para los detalles de éstas y las demas secciones, ver cuadro A-1). La fábrica de canaletas, propiedad del INDRHI, tiene capacidad para fabricar secciones BP60, BP70, BP80 y con algunas modificaciones, la BP90 (ver cuadro A-1).

Los diseños hidráulicos y estructurales de las canaletas prefabricadas han sido aprobados por el INDRHI, y se encuentran detallados en el Addendum al Contrato No.2225 suscrito entre el INDRHI y el Consorcio AGROMAN-HENCO.

CUADRO A-1
CANALETAS Y CAPACIDADES DE CONDUCCION Vs. PENDIENTE

Tipo de canaleta	Peso (Kg)	Vol. de hormigón (m^3)	S=0.001	S=0.002	S=0.003	S=0.004	S=0.005	S=0.0055	S=0.006	S=0.007	S=0.008	S=0.009
			Velo.	Velo.	Velo.	Velo.	Velo.	Velo.	Velo.	Velo.	Velo.	Velo.
			Caudal	Caudal	Caudal	Caudal	Caudal	Caudal	Caudal	Caudal	Caudal	Caudal
BP-40	7700.51	0.30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BP-50	857.67	0.37	2.67	-	-	-	-	-	1.63	1.76	1.88	2.00
			71.42	-	-	-	-	-	174.94	188.96	202.01	214.26
BP-60	1,023.10	0.44	0.76	1.08	1.32	1.52	1.70	1.79	2.01	-	-	-
			123.75	175.01	214.34	247.50	276.71	290.22	327.74	-	-	-
BP-70	1,196.47	0.52	0.85	1.21	1.48	1.70	1.91	2.00	-	-	-	-
			195.06	275.86	337.85	390.12	436.17	457.46	-	-	-	-
BP-80	1,367.40	0.59	0.94	1.33	1.63	1.88	2.10	-	-	-	-	-
			287.63	406.77	498.19	575.26	643.16	-	-	-	-	-
BP-90	2,248.20	(1) 0.98	1.00	1.47	1.74	2.01	-	-	-	-	-	-
			380.01	537.42	658.20	760.02	-	-	-	-	-	-

Notas :

1.- Peso suministrado por OCISA - CODOCA
(espesor = 8.0 cm.)

2.- S = Pendiente longitudinal (m/m).
Velo. = Velocidad (m/s).

En este cuadro A-2 se presentan los costos para cada una de las secciones de canaletas a ser usadas en el proyecto.

CUADRO A-2

RESUMEN COSTOS CANALETAS PREFABRICADAS

(RD$/ML)

Descripción	BP-40	BP-50	BP-40 y 50	BP-60	BP-70	BP-80	BP-90
1.- Fabricación	131.15	149.04	134.68	190.88	232.64	304.95	456.51
2.- Apoyos	57.72	57.72	57.72	80.00	105.64	105.64	105.64
3.- Transporte y colocación	51.63	51.63	51.63	61.51	68.54	76.00	78.23
4.- Recrecido de pilas	6.34	6.34	6.34	6.34	6.50	6.50	6.50
5.- Arquetas en block	104.85	104.85	104.85	104.85	107.34	107.34	107.34
6.- Recrecido de arquetas	7.31	7.31	7.31	7.31	7.47	7.47	7.47
7.- Tuberias de hormigón (diámetro)	21.02(1)	21.02(1)	21.02(1)	24.10(2)	34.88(3)	41.73(4)	41.73
8.- Filtro compactado a manos	2.22	2.22	2.22	2.22	2.24	2.24	2.24
9.- Excavación manual	15.93	15.93	15.93	15.93	16.60	16.60	16.60
10.- Relleno compactado	11.58	11.58	11.58	11.58	12.07	12.07	12.07
Totales	409.75	427.64	413.27	504.72	593.92	680.55	834.33

Estos costos no incluyen el suministro de moldes ni el costo de la fábrica.

(1) : Con tubería de 15"

(2) : Con tubería de 15" y 18"

(3) : Con tubería de 18" y 24"

(4) : Con tubería de 24"

Estos precios incluyen los costos indirectos de los contratistas (ver anexo 7).

Reseña Sobre el Precio de Canaletas y su Actualización

Para el estimado del precio alzado de la sistematización parcelaria, se consideró una densidad de canaletas de 15 ml. por hectárea y que para el proyecto Margen Izquierda se tenía 5,907 ha, tomando en cuenta la experiencia de la Margen Derecha.

Para obtener los precios unitarios de las partidas, fabricación, apoyos, transporte y colocación, recrecidos de pilas, arquetas en block, recrecidos de orquetas, tuberia de hormigón de 15 de diámetro, filtro compactado a mano, excavación manual y relleno compactado, se actualizaron los costos unitarios contratados con los contratistas AGROMAN - HENCO y OCISA - CODOCA, para la fabricación y colocación de acequias prefabricadas en la Margen Derecha del río San Juan. Estos precios fueron actualizados mediante fórmulas de ajuste establecidas en las enmiendas No.1 a los contratos 2225 y 2013 de los respectivos consorcios. Los precios unitarios ajustados fueron convertidos a pesos equivalentes, con la tasa cambiaria oficial.

Fórmula de ajuste AGROMAN - HENCO

$$\text{Fórmula B}: Pt = Po\left(0.2 + 0.15 \times \frac{Ct}{Co} + 0.12 \times \frac{At}{Ao} + 0.16 \times \frac{Mt}{Mo} + 0.08 \times \frac{Dt}{Do} + 0.19 \times \frac{St}{So} + 0.10 \times \frac{IPCt}{IPCo}\right)$$

$$\text{Fórmula C}: Pt = Po\left(0.20 + 0.62 \times \frac{Mt}{Mo} + 0.08 \times \frac{IBt}{IBo} + 0.10 \times \frac{ISt}{ISo}\right)$$

Fórmula de ajuste OCISA - CODOCA

$$\text{Fórmula B}: Pt = Po\left(0.2 + 0.15 \times \frac{Ct}{Co} + 0.12 \times \frac{At}{Ao} + 0.16 \times \frac{Mt}{Mo} + 0.08 \times \frac{Dt}{Do} + 0.19 \times \frac{St}{So} + 0.10 \times \frac{IPCt}{IPCo}\right)$$

$$\text{Fórmula I}: Pt = Po\left(0.2 + 0.62 \times \frac{IMt}{IMo} + 0.08 \times \frac{IRt}{IRo} + 0.10 \times \frac{ISt}{ISo}\right)$$

Los sub - índices "o" de las fórmulas anteriores son los sguientes y corresponden al mes de mayo del 1989:

PCo = 696.04
Co = 400.00

Ao	=	2,644.96
Mo	=	4.40
Do	=	2.50
Lo	=	26.55
So	=	16.8943
ISo	=	218.44
IMo	=	116.20
IRo	=	112.70

Los indíces de actualización para el mes de Enero/92, fecha que fué revisada para los contratos de la Margen Derecha fueron los siguientes :

AGROMAN - HENCO

Fórmula B : RD$ (2.3807)
Fórmula C : RD$ (1.0716)

OCISA - CODOCA

fórmula B : RD$ (2.1862)
fórmula I : RD$ (1.0967)

Para la actualización del precio por metro lineal de acequias prefabricadasy colocadas, se tomó un promedio delos precios actualizados de los contratistas de la Margen Derecha del río San Juan, estos precios fueron para acequias BP - 40 y BP - 50 (ver cuadro resumen de canaletas prefabricadas).

Costo estimado : RD$ 413.27

- Especificaciones Técnicas

Las especificaciones técnicas para la construcción e instalación de canaletas están incluidas en el adendum al contrato No.2225 de Mayo del 1989 que se presentan el anexo 3.

En cada una de las longitudes de canaletas para canales laterales, sub-laterales y algunos ramales aparece el item 7, que corresponde a berma de operacción y mantenimienmto, cuyo costo se determina en el siguiente análisis.

- Análisis de Costo para Berma de Operación y Mantenimiento de Canaletas

1) Preparación de explanación y formación de cunetas
RD$ 5,860.31/ Km.

2) Obtención, acarreo en los dos primeros kilómetros, colocación y compactación del material proveniente de los bancos de préstamo.
RD$ 66.63/m^3.

Se estima un ancho de 5.00 m. y un espesor de relleno de 0.40 m.
0.40 x 5.00 x 1,000 = 2,000.00 m^3.
2,000.00 x 66.63 = RD$ 133,260.00

Costo por kilómetro de camino para instalación y mantenimiento de canaletas. = 5,860.31 + 133,260.00 = RD$ 139,120.00/Km.

ANEXO No.3

DETERMINACION DE LOS REQUERIMIENTOS PARA LA SUPERVISION DE LAS OBRAS

DETERMINACION DE LOS REQUERIMIENTOS PARA LA SUPERVISION DE LAS OBRAS.

Los costos para la supervisión de las obras proyectadas en la alternativa No.1, se detallan a continuación :

Cargo	Hombre/Mes	Sueldo(RD$)	Total(RD$)
Ing. Residente	30	25,000	750,000
Ing. Depto. Diseno	28	16,000	448,000
Ing. Adm. Contrato	30	16,000	480,000
Ing. Depto. Const.	25	16,000	400,000
Administrador	30	10,000	300,000
Ing. Asist. Diseno	54	10,000	540,000
Ing. de Frente	44	12,000	528,000
Ing. Asist. Contrato	24	10,000	240,000
Ing. Asist. Const.	40	8,000	320,000
Calculistas	115	3,200	368,000
Ing. Costo	26	12,000	312,000
Ing. Auxiliar Costo	44	8,000	352,000
Topografos	180	4,000	720,000
Niveladores	180	3,000	540,000
Ing. Control Calidad	24	10,000	240,000
Inspectores	220	2,500	300,000
		2,300	230,000
Cadeneros	360	2,300	936,000
Porta - Miras	360	2,300	936,000
Laboratoristas	68	4,500	306,000
Dibujantes	76	2,500	190,000
Secretarias I	85	3,000	255,000
Secretarias II	73	2,500	182,500
Enc. Archivo y Copia plano	24	2,100	48,000
Enc. Fotocopia y Radio	25	1,900	47,500
Enc. Computos	28	7,000	196,000
Conserjes	90	1,700	153,000
Serenos	90	1,700	153,000
Choferes	370	1,800	666,000
Obreros	630	1,700	1,071,000
Contador	30	6,000	180,000
Auxiliar Contador	24	4,000	96,000

Total : RD$ 12,484,000

Costo total = RD$ 12,484,000 x (Factor multiplicador de 2.3)
= RD$ 28,713,200 = US$ 2,297,056

ANALISIS DE EQUIPOS Y VEHICULOS REQUERIDOS PARA LA SUPERVISION DE LAS OBRAS

Vehículos

Cantidad	Tipo	Costo unitario (US$)	Total (US$)
11	Camionetas. Pick-up	13,000.00	143,000.00
3	Camionetas. Doble cabina	15,000.00	45,000.00

Sub-Total : US$ 188,000.00

- Combustible y mantenimiento de vehículos :

14 Veh.x 5Gls/día x900días x US$1.60 = US$ 100,800.00
Matenimiento. P.A = US$ 20,000.00
Sub-total : US$ 120,800.00

Total vehic., combust., mant. : US$ 308,800.00

Equipos

Descripción	Cant.	Costo unit. (US$)	Total (US$)
Niveles	6	2,300.00	13,800.00
Teodolitos	6	3,500.00	21,000.00
Distanciómetro	1	5,000.00	5,000.00
Miras	10	150.00	1,500.00
Jalones	20	25.00	500.00
Cintas Fib. vidrio. 50 m.	8	300.00	2,400.00
Cadenas acero. 50 m.	5	425.00	2,125.00
Equipo de laboratorio	-	P.A	20,000.00
Fotocopiadora	1	5,000.00	5,000.00
Copiadora de planos	1	5,000.00	5,000.00
Máq. escribir eléctrica	4	2,100.00	8,400.00
Máq. escribir mecánica	2	1,000.00	2,000.00
Escritorios y archivos	-	P.A	25,000.00
Calc., mesa dib. y otros	-	P.A	30,000.00
Equipo computadora	1	8,000.00	8,000.00

Total : US$ 149,725.00

Costo Total de la Supervisión ..... US$2,755,581.00
-Personal.....US$2,297,056.00
-Equipos.....US$ 149,725.00
-Vehiculos.....US$ 188,000.00
-Mantenimiento de Vehic....US$ 120,800.00

ANEXO No. 4

COSTO DE OPERACION Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA PROYECTADO MARGEN IZQUIERDA

Costos de Operación y Mantenimiento

Los costos de operación y mantenimiento para el sistema proyectado se han obtenido en la forma señalada a continuación :

Tanto para la operación como para el mantenimiento del sistema de riego y drenaje proyectado, se requiere de un personal adecuado. La responsabilidad de la operación y mantenimiento, se considera compartida entre el Distrito de Riego y los usuarios.

La administración, operación y mantenimiento desde el nivel secundario hacia abajo será responsabilidad de la Junta de Regantes, mientras que las obras principales, tales como: presa de almacenamiento, presas derivadoras, compuertas principales, canal principal y drenes principales serán responsabilidad del Distrito.

Requerimiento de personal para operacion y mantenimiento

Actividad	Personal requerido	
	Técnico	Obrero especializado
1.- Operación de presa	1	2
2.- Mantenimiento de presa	*	*
3.- Operación sistema de riego	1	6
4.- Mantenimiento riego y drenaje	2	5

Requerimiento de maquinarias y manos de obra

Actividad	Equipo	Rendimiento (km/h)	Tiempo requerido (h)
A.- Drenaje			
1.- Limpieza de berma	Buldozer	0.4	70
2.- Desazolve	Draga	0.02	1400
3.- Extracción de plantas	Obrero	0.005	5600
B.-Canales de riego			
1.- Extracción de sedimentos	Obrero	0.002	7000

Costos

A.- Personal técnico y especializado

- Operación de presa	:	US$	8,160/año
- Operación del sistema de riego	:	US$	15,072/año
- Mantenimiento	:	US$	22,080/año
Sub-total		US$	45,312/año

B.- Equipos y obreros

- Buldozer	:	US$	9,128/año
- Draga	:	US$	137,760/año
- Obreros en drenes	:	US$	8,960/año
- Obreros en canales	:	US$	4,480/año
Sub-total		US$	160,328/año
Total		US$	205,640/año

Costo total requerido por año para operación y mantenimiento regular del sistema de riego y drenaje, Margen Izquierda es US$ 205,640/año.

Considerando que el sistema está en operación y se va a mantener operando durante la etapa de construcción de las obras proyectadas, el monto total requerido durante los cinco años del proyecto es US$ 1,028,200. Este monto no incluye los costos de operacion y mantenimiento del nivel secundario hacia abajo, lo cual será aporte de la junta de regantes.

ANEXO No.5

DETERMINACION DE FACTOR DE COSTO INDIRECTO PARA LA EJECUCION POR CONTRATO DE LAS OBRAS

DETERMINACION DE FACTOR DE COSTO INDIRECTO PARA LA EJECUCION POR CONTRATO DE LAS OBRAS.

Los criterios utilizados en la elaboración en los análisis de costos fuerón establecido en las especificaciones técnicas para la construcción de las obras. Se utilizó para fines de análisis el conjunto de equipos para construcción considerado más adecuado para trabajos de esta naturaleza y envergadura.

Los costos y equipos fuerón obtenidos del mercado local en RD$ y así fuerón introducidos en los análisis. Los precios de mano de obra se obtubierón de las disposiciones y resoluciones vigentes emitidas por la Secretaría de Estado de Trabajo y fuerón afectados por las prestaciones laborales establecidas en la República Dominicana.

Los precios en RD$ utilizados en los análisis de los materiales fuerón cotizados en Santo Domingo tomando en consideración el transporte de estos al sitio. Debe tomarse en cuenta que debido a las variaciones que pueden sufrir alguno de los precios de materiales de construcción es probable que se tengan que actualizar los precios de algunos de los análisis presentados debido al tiempo transcurrido entre la elaboración de dichos análisis y la presentación de este informe.

Otra cosa que debe tomarse en cuenta es que los costos indirectos están incluidos en el presupuesto presentado en el anexo No. 1 mediante un factor multiplicador de 1.425 el cual se desgloza de la siguente manera:

GASTOS INDIRECTOS

Administración General	12%
Seguros y Fianzas	6.5%
Gastos Generales Diversos	7.0%
Costos de Capital	7.0%
Utilidades	10.0%
TOTAL	42.5%

INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS HIDRAULICOS
(INDRHI)

INSTITUTI INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA
(IICA)

PROYECTO DE DESARROLLO AGRICOLA SOSTENIBLE EN SAN JUAN DE LA MAGUANA

CONSULTORIA EN ESTUDIO Y DISEÑO DE LA RED DE DRENAJE Y RECUPERACION DE SUELOS

INFORME FINAL

RESPONSABLE
Ing. Narciso Santana (Consultor Privado)
Ing. Gilberto Reynoso (INDRHI)

Santo Domingo. D.N.
19 De Marzo de 1992

INDICE

RESUMEN EJECUTIVO

El valle de San Juan tiene un gran potencial para la producción agrícola bajo riego, pero restricciones impuestas por drenaje y salinidad en una superficie de 3,075 ha. de suelos han reducido su potencial productivo en más de un 50 %.

Las condiciones de drenaje y salinidad en las tierras del valle en su margen derecha han sido estudiadas y analizadas en los términos requeridos a esta consultoria para establecer un plan de drenaje y recuperación de los suelos afectados, que defina la metodología a seguir en la implementación, el tipo de organización, los equipos requeridos, y cuales serían los costos para su ejecución. El propósito del plan es recuperar los suelos afectados y revertir la tendencia a salinizarse de las áreas normales y/o moderadamente afectadas.

La primera fase del trabajo ha consistido en caracterizar los factores responsables de los problemas de drenaje y salinidad. Determinándose como los de mayor incidencia (ver cuadro sinóptico) los siquientes:

1. La recarga al manto freático producida con la deficiente aplicación del riego (pérdidas inducidas).

2. La incapacidad de los suelos del valle para evacuar una recarga de agua determinada a través de su perfil (limitaciones en el drenaje natural).

3. Falta de facilidades para ayudar el deficiente drenaje natural interno que tienen los suelos (falta de drenaje profundo).

4. Bloqueos de los cauces naturales existentes (represamientos y azolvamientos).

5. Geología favorable para el desarrollo de mantos confinados, quehanentrado en contacto con formaciones de origen lacustres, disolviendo sales y aportándolas al manto freático libre.

Las conclusiones principales del diagnóstico son: mejorar el sistema de drenaje existente y expandirlo a toda el área afectada, reducir las pérdidas de agua que se producen con el riego, eliminar el represamiento en los drenes e iniciar de inmediato el proceso de rehabilitación de los suelos salinizados.

Atendiendo a las conclusiones y recomendaciones del diagnóstico, se elaboró un primer esquema con las acciones de drenaje más adecuadas, el cual fué mejorado posteriormente. El plan final, contiene las acciones necesarias para solucionar los problemas encontrados. Esas acciones, consisten en:

1. Readecuación de cauces naturales existentes y su incorporación a la red de drenaje principal del valle.

2. Restitución operacional de cauces naturales bloqueados.

3. Rehabilitación, evaluación, mejoramiento y ampliación del sistema de drenaje construido, principalmente en lo que se refiere al nivel base.

4. Diseño de un sistema de drenaje subterráneo a base de tuberia plástica que funcione integrado al sistema principal abierto.

Las acciones indicadas se acompañan de los correspondientes costos para su ejecución, los cuales

ascienden a la suma de US$3,776,590 como costos de financiamiento y US$ 954,000 como costos de mantenimiento del sistema de drenaje propuesto durante los cinco años del proyecto.

En los aspectos de rehabilitación de suelos se han definidos criterios y normas para realizarlos y los cultivos a establecer en las diferentes etapas del proceso de recuperación.

Se recomienda que la construcción del sistema de drenaje parcelario, la adecuación de cauces naturales existentes, la red mayor de drenaje y obras complementarias sean licitadas, y que las acciones de preparación ylavados de suelos sean realizadas por los propios agricultores, con asesoramiento técnico especializado.

CUADRO NO.1
CUADRO SINOPTICO SOBRE LA SITUACION ACTUALEN EL
AREA PROBLEMA, LAS ACCIONES PROPUESTAS Y EL IMPACTO ESPERADO.

PROBLEMAS IDENTIFICADOS	ACCIONES PROPUESTAS	COSTO ESTIMADO (US$)	ESQUEMA DE DE EJECUCION	IMPACTO ESPERADO
1. UNA SUPERFICIE DE 3,000 HA. CON SUELOS EMPANTANADOS Y SALITRADOS.	- CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE DRENAJE PARCELARIO Y PRINCIPAL - REDUCCION DE LAS PERDIDAS DE AGUA CON LA APLICACION DEL RIEGO.	3,374,652	EN UNA PRIMERA ETAPA CONST. DEL SISTEMA PRINCIPAL ABIERTO SOBRE EL ABATIMIENTO DEL MANTO FREATICO Y EN UNA SEGUNDA ETAPA LA CONST. DEL SISTEMA PARCELARIO.	ABATIMINETO DE LOS NIVELES FREATICOS HASTA UNA PROFUNDIDAD MINIMA DE 1.5M
2. MANTO CONFINADO CON ELEVADAS CONCENTRACIONES DE SALES SOLUBLES, QUE ALIMENTA EL MANTO FREATICO.	- CONST. DE POZOS DE ALIVIOS EN EL FONDO DE LOS DRENES ABIERTOS.	----	LUEGO DE CONSTRUIDOS LOS DRENES PRINCIPALES SE PERFORARAN POZOS CON PROFUNDIDAD DE 3 A 5 M. EN LA PLANTILLA.	REDUCCION DE LA PARTICIPACION DEL AGUA CONFINADA EN LA RECARGA DEL MANTO FREATICO.
3. CAUCES NATURALES BLOQUEADOS.	- RESTITUCION RELATIVA DE LOS DRENES NATURALES EXISTENTES.	157,142	EN LA PRIMERA ETAPA DE EJECUCION DEL SISTEMA DE DRENAJE, SE ADECUARAN LOS CAUCES NATURALES CONSIDERADOS.	EFECTO SIGNIFICATIVO EN EL ABATIMIENTO DE LOS NIVELES FREATICOS.
4. 500 HA. DE TIERRAS ENSALITRADAS	- LAVADO DE LOS SUELOS, NIVELACION, APLICACION DE ENMIENDAS Y SUBSOLADO.	----	SE INICIARAN LOS LAVADOS CUANDO LOS NIVELES FREATICOS HAYAN DESCENDIDO HASTA 1.5 M. DE PROFUNDIDAD. - NIVELACION DE LAS TIERRAS. - SUBSOLADO. - APLICACION DE ENMIENDAS. - PREPARACION DE SUELO. - LAVADO.	ELIMINACION DE LAS SALES ACUMULADAS EN EL PERFIL DEL SUELO. MEJORAMIENTO DE LA APLIC. DEL AGUA Y SUELOS.

I. INTRODUCCION

A. Antecedentes generales

El gobierno Dominicano y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) firmaron a principio de la década de los ochenta el acuerdo de préstamo 570/SF - DR, para ejecutar a través del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI),el proyecto de riego en la zona de influenciade la presa de sabaneta. Dicho proyecto tenía como objetivo el aprovechamiento racional de los recursos de suelo, clima y agua, para incrementar la producción y productividad de los cultivos y con ello el nivel de ingresos de unas 3,200 familias campesinas. Sin embargo, restricciones impuestas por problemas de empantanamiento y salinidad en una superficie de 3,075 ha. de suelos del proyecto han impedido la materialización plena de los objetivos propuestos.

La presentación del problema de drenaje en algunos sectores del valle antecede al inicio del proyecto de riego sabaneta. Su aparición está vinculado a la recarga generada por los huracanes David y Federico en el año 1979 y posteriormente asociado con el manejo deficiente del agua de riego.

El problema de drenaje ha evolucionado muy rapidamente y con él, la salinidad, estimandose que progresa a un ritmo de 300 ha. por año.

B. Propósito de la consultoria

El propósito de esta consultoria ha sido la de preparar un plan racional que permita llegar a soluciones tangibles en la tarea de restituirle la capacidad productiva a las 3,075 ha. de tierra que ahora tiene reducido su potencial de producción, debido a los problemas de drenaje y salinidad que las afectan y además, evitar que los problemas avancen hacia nuevas áreas de tierras normales.

El cronograma de actividades fue planificadoparareallizar los trabajos en tres meses, con una primera etapa de tres semanas para diagnóstico de la situación actual y análisis de la información disponible y una segunda etapa de diez semanas para formulación del subproyecto con diseño, especificaciones y costos de las acciones propuestas.

Como se evidencia en la propuesta presentada más adelante, este subproyecto tiene una relación estrecha con los subproyectos de desarrollo tecnológico y crédito agropecuario y dado que algunas acciones planteadas aquí, deben ejecutarse como complemento de otras planteadas en aquellos, hemos mantenido una interacción viva con las consultorias responsables de esos subproyectos.

II. DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL

A. Análisis de los factores que originan el problema de drenaje Y salinidad

En base a los estudios y análisis realizados con la información disponible, se precisan los factores que en forma directa o indirecta originan los problemas de drenaje y salinidad en los suelos irrigados con el sistema J.J. Puello en la margen derecha del rio San Juan.

A continuación se analizan los aspectos principales:

1. El sistema de drenaje superficial

El área de influencia del sistema de riego J.J. Puello tiene un sistema de drenaje natural superficial bien desarrollado, pero ha reducido su capacidad de funcionamiento, debido a la obstrucción de los cauces por acumulación de sedimentos, crecimiento de vegetación acuática y en algunos casos presencia de obstáculos artificiales construidos (represamientos). Adicional al sistema de drenaje natural, el proyecto de construcción consideró la necesidad de drenes artificiales superficiales en su nivel principal, con menor atención en la disposición de los volumenes de agua de coleo originados por la aplicación excesiva de riego.

En el cuadro No. 2 se consignan algunas características del sistema de drenaje superficial existente. Como puede observarse en dicho cuadro, gran parte del sistema tiene un nivel base poco profundo, ya que el mismo ha sido concebido para evacuar los excesos de agua superficiales, producto de las precipitaciones pluviales y del riego.

CUADRO NO. 2. ALGUNAS CARACTERISTICAS DEL SISTEMA PRINCIPAL DE DRENAJE EXISTENTE

ZONA DEL PROYECTO	NOMBRE DEL DREN	LONGITUD (KM)	PROFUNDIDAD (M)	SITUACION ACTUAL
11	ZABALA 1	5.46	1.0 - 1.8	REPRESADO PARA USAR LAS AGUAS PARA RIEGO. OBSTRUIDO POR MALEZAS Y SEDIMENTOS.
	ZABALA 2	2.82	0.5 - 0.7	OBSTRUIDO POR MALEZAS Y SEDIMENTOS.
	ZABALA 3	0.71	0.5 - 0.7	OBSTRUIDO POR MALEZAS Y SEDIMENTOS.
	ARROYO LA CEIBA	3.40	1 MT. O MENOS. >1 MT. AGUAS ABAJO DE LA REPRESA.	REPRESADO PARA RIEGO.
	ARROYO PEDRO CORTO	2.10	POCO PROFUNDO.	SEDIMENTADO.
	CAÑADA COLUMNA	3.40	< 2.0 M. EN LA PARTE MEDIA.	MUY SEDIMENTADO. REPRESADO.
	CAÑADA PAJONAL	1.20	> 2.5	BUENA DESCARGA.
7	LA CACHIMBA	2.6	2.5	BUENA DESCARGA.
	SUB-COLECTOR LA CACHIMBA	0.91	1.0	CON MALEZA.
	SANCHEZ - LA URCA	3.1	1.35	OBSTRUIDO POR MALEZAS Y SEDIMENTOS.

CUADRO NO. 2. (CONTINUACION...)

ZONA DEL PROYECTO	NOMBRE DEL DREN	LONGITUD (KM)	PROFUNDIDAD (M)	SITUACION ACTUAL
	LAT. LA URCA	1.06	0.75	CON MALEZA.
	LAT. SANCHEZ	2.0	1.25	DESCARGA RESTRINGIDA.
	ALEXIS	0.82	2.25	BUENA DESCARGA.
	MARCISO DOTEL	0.40	2.25	BUENA DESCARGA.
	PEDRO MARTIN - MAGUEYAL	1.70	2.25	BUENA DESCARGA.
9	INTERCEPTOR LAS CHARCAS 1	-	ADECUADA	BUENA.
	INTERCEPTOR LAS CHARCAS 2	-	ADECUADA	BUENA.
	LAMBEDERO SAN ANTONIO	6.2 2.2	0.65 - 1.30 3.2	DESCARGA RESTRINGIDA. BUENA DESCARGA.
10	INTERCEPTOR LAS CHARCAS 3	-	ADECUADA	BUENA.
	INTERCEPTOR LAS CHARCAS 5	-	ADECUADA	BUENA.
	INTERCEPTOR LAS CHARCAS 6	-	ADECUADA	BUENA.
	EL RANCHO	-	ADECUADA	BUENA.
	DS 10-01	-	ADECUADA	BUENA.
8	SANATE	-	POCO PROFUNDO	BUENA.
6	CERRO MONTOSO	-	POCO PROFUNDO	DESCARGA RESTRINGIDA.

NOTAS:

1. ARROYO LORO Y LA CAÑADA LA CACHIMBA QUE CONSTITUYEN EL SISTEMA PRINCIPAL A TRAVES DE LOS CUALES DRENAN LAS ZONAS 7, 9 Y 6 HACIA RIO SAN JUAN TIENEN PROFUNDIDAD Y CAPACIDAD DE CONDUCCION ADECUADA.

2. ARROYO CALABOZO Y ARROYO LA CEIBA CONSTITUYEN EL SISTEMA PRINCIPAL DE DESCARGA QUE DRENA LA ZONA 11 DEL PROYECTO HACIA EL RIO YABONICO. EL PRIMERO TIENE BUENA PROFUNDIDAD Y CAPACIDAD DE CONDUCCION Y EL SEGUNDO ESTA REPRESADO PARA RIEGO Y AGUAS ARRIBA DEL REPRESAMIENTO NO TIENE PROFUNDIDAD ADECUADA, DEBIDO A LA SEDIMENTACION.

En esta página, se presentan evidencias de los problemas de obstrucción y escasa profundidad del sistema (fotos No. 1 y 2).

Foto No. 1. Cañada columna: Profundidad inadecuada en su curso medio

Foto No.2. Dren zabala obstruido por plantas acuáticas y con derivación para riego.

2. Drenaje subsuperficial

Los aspectos que contribuyen a la recarga de los mantos freáticos, así como aquellos que interfieren a la descarga, se precisan y valoran con mayor exactitud en el análisis realizado sobre las variaciones de los mantos freáticos, la estratificación del suelo y a través del balance de agua y sales realizado en el campo piloto, localizado dentro del área afectada por mal drenaje y salinidad. En el cuadro No. 3, se presentan los factores principales, identificados como causantes del problema de drenaje interno.

CUADRO NO. 3. FACTORES QUE ORIGINAN EL PROBLEMA DE DRENAJE

FACTORES	EXTERNOS		INTERNOS	
	SUPERFICIALES	SUBTERRANEOS	SUPERFICIALES	SUBTERRANEOS
FUENTES DE AGUA		1.- CORRIENTES SUBTERRANEAS DE LADERAS ALTAS	1.- SOBRE RIEGO	1.- FILTRACIONES EN CANALES 2.- AFLORAMIENTOS DE MANTOS CONFINADOS
OBSTACULOS		1.- GEOLOGIA DESFAVORABLE	1.- PERDIDA DE CAPACIDAD DE LOS CAUCES NATURALES 2.- MALA CONSERVACION DE COLECTORES 3.- POCA PROFUNDIDAD DE COLECTORES EXISTENTES	1.- BAJA PERMEABILIDAD DE LOS SUELOS Y SUBSUELOS 2.- ALTOS NIVELES PIEZOMETRICOS DE MANTOS CONFINADOS LIGADOS AL MANTO FREATICO

3. Fluctuaciones del manto freático

Las fluctuaciones del manto freático a través del tiempo, tal y como puede observarse en la figura No. 1, permite precisar los siguientes aspectos:

a. De un área total de 5235 ha. estudiadas, 3075 ha. presentan problemas de drenaje debido a que el manto freático se mantiene a menos de 1.5 m. de profundidad y alrededor de 700 ha. adicionales son potencialmente suceptibles de afectarse, por tener mantos freáticos a profundidad menor de 2.0 m. Las áreas afectadas con mantos freáticos cercano a la superficie del suelo se localizan principalmente en la zona 7, y 11 y en menor proporción en la 9.

b. Los meses donde se presentan las mayores áreas con mantos freáticos más cercanos a la superficie del suelo y de mayor duración en el tiempo, corresponden a Agosto, Septiembre, Octubre y Noviembre. Mientras que en los meses correspondiente al periodo Enero - Abril, se presentan las áreas con mantos freáticos más profundos.

c. Existe una interacción de los mantos freáticos altos con los meses de mayor derivación de agua para riego. Las precipitaciones pluviales, aunque se producen en máxima cantidad en el periodo Agosto - Octubre, no influencian las variaciones del manto freático.

d. La fuente principal de alimentación del manto freático la constituye las pérdidas de agua durante el riego del cultivo de arroz, cuyo ciclo se inicia a partir de la segunda quincena de Junio y se extiende hasta final de Septiembre.

La existencia de altos niveles piezométricos de mantos confinados se ha identificado como otra posible fuente (no cuantificada) de alimentación del manto freático.

e. La tendencia y dirección del movimiento del flujo de agua subsuperficial es en la zona 11, hacia el arroyo la ceiba, mientras que en las zonas 7 y 9, el flujo tiene una dirección definida hacia el extremo Sur - Este del arroyo loro.

4. Profundidad del estrato impermeable

En los suelos del valle de San Juan predominan el limo y la arcilla en más de un 80 % en todo el perfil, confiriéndole a los suelos un movimiento muy lento del agua, tanto en sentido horizontal como vertical.

En las figuras No. 2 y 3, se puede observar la disposición que tienen los estratos de suelo, tanto en la dirección del flujo como perpendicular a él. En profundidades mayores de 2.5 m. subyace una capa de arcilla que limita el movimiento gravitacional del agua, y que para fines de tratamiento del problema de drenaje se considera como barrera impermeable. Se observan también en las figuras 2 y 3, que el manto freático sigue una dirección más o menos uniforme a través del estrato arcillo - limoso, que ocupa la parte superior del perfil del suelo y solamente en las proximidades de cauces profundos, experimenta descensos notables.

Un fenómeno importante para el tratamiento del problema drenaje, puesto en evidencia en las observaciones de campo, es la presencia de altos niveles piezométricos de mantos confinados ligados al manto freático libre. La carencia de estudios piezométricos impiden definir las áreas con manto freático sujeto a presión y su importancia en superficie y magnitud dentro de ella, así como las fuentes que producen y la capacidad de aportaciones de ella.

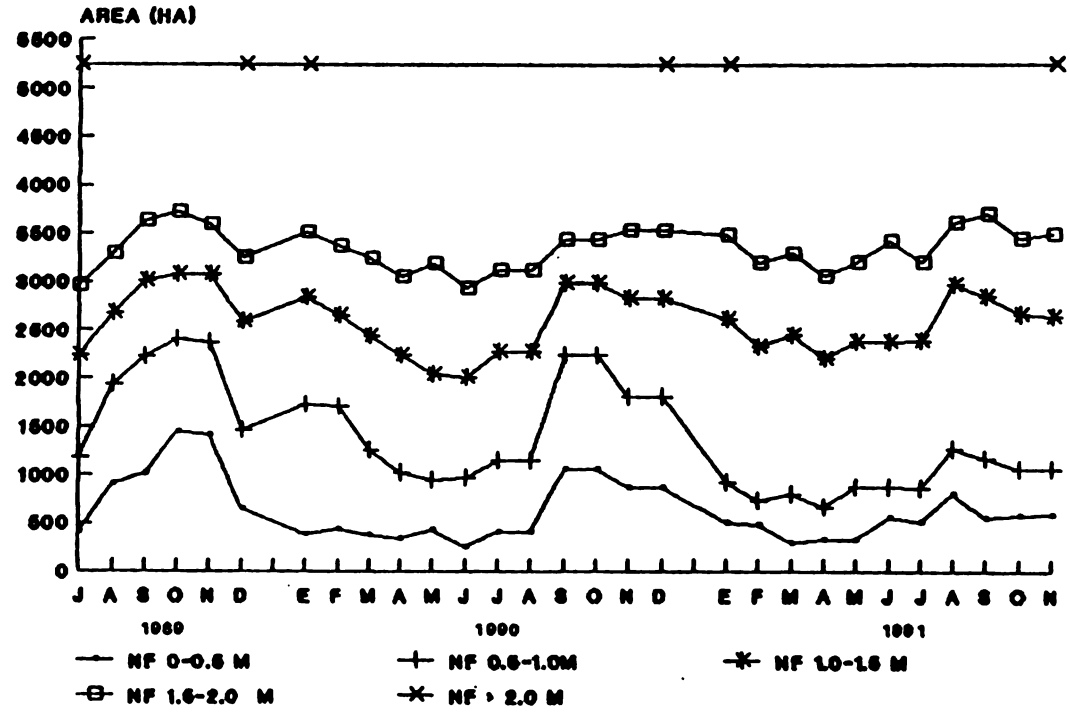
5. Caracterización del problema de salinidad de los suelos y de las aguas

A pesar de que solamente se dispone de información cuantificada de la magnitud del problema de salinidad en unas 440 ha. de la zona piloto que desarrolla el centro de manejo de aguas, las observaciones de campo y las informaciones suministradas por agricultores evidencian que la salinidad afecta un área mayor de suelo.

La presencia de sales solubles en los suelos agrícolas del valle de San Juan (Margen derecha) se puso de manifiesto luego del paso de huracanes David y Federico en 1979, que provocaron ascensos notables de mantos freáticos. En la actualidad, el fenómeno se ha esparcido, afectando una superficie considerable de suelo, principalmente en las zonas 7, 9 y 11 del proyecto.

Debido a que se dispone de información cuantificada sobre la magnitud del problema de un área reducida, se analiza un conjunto de factores que permiten caracterizar y jerarquizar el orden a proponer para la aplicación de normas correctivas. El análisis de dichos factores se presentan a continuación:

FIG. No. 1 VARIACION DE LOS NIVELES FREATICOS EN EL TIEMPO Y SU RELACION CON LA PRECIPITACION Y LOS VOLUMENES DE RIEGO.



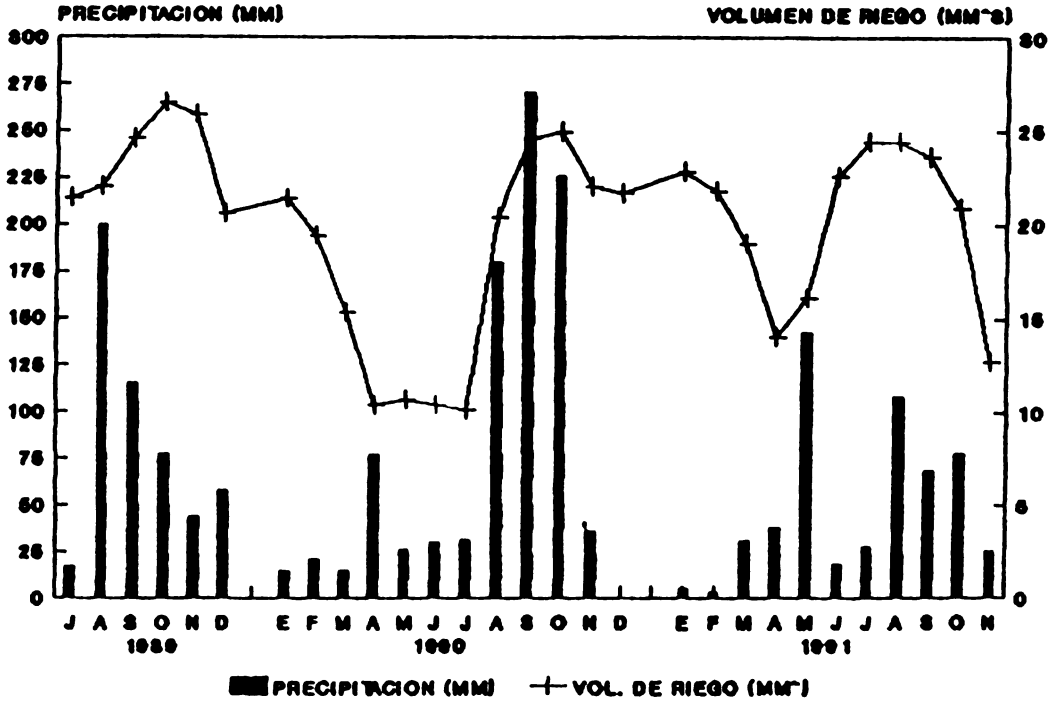


FIG. 2 PERFIL ESTRATIGRAFICO Y NIVEL FREATICO EN DIRECCION DEL FLUJO.

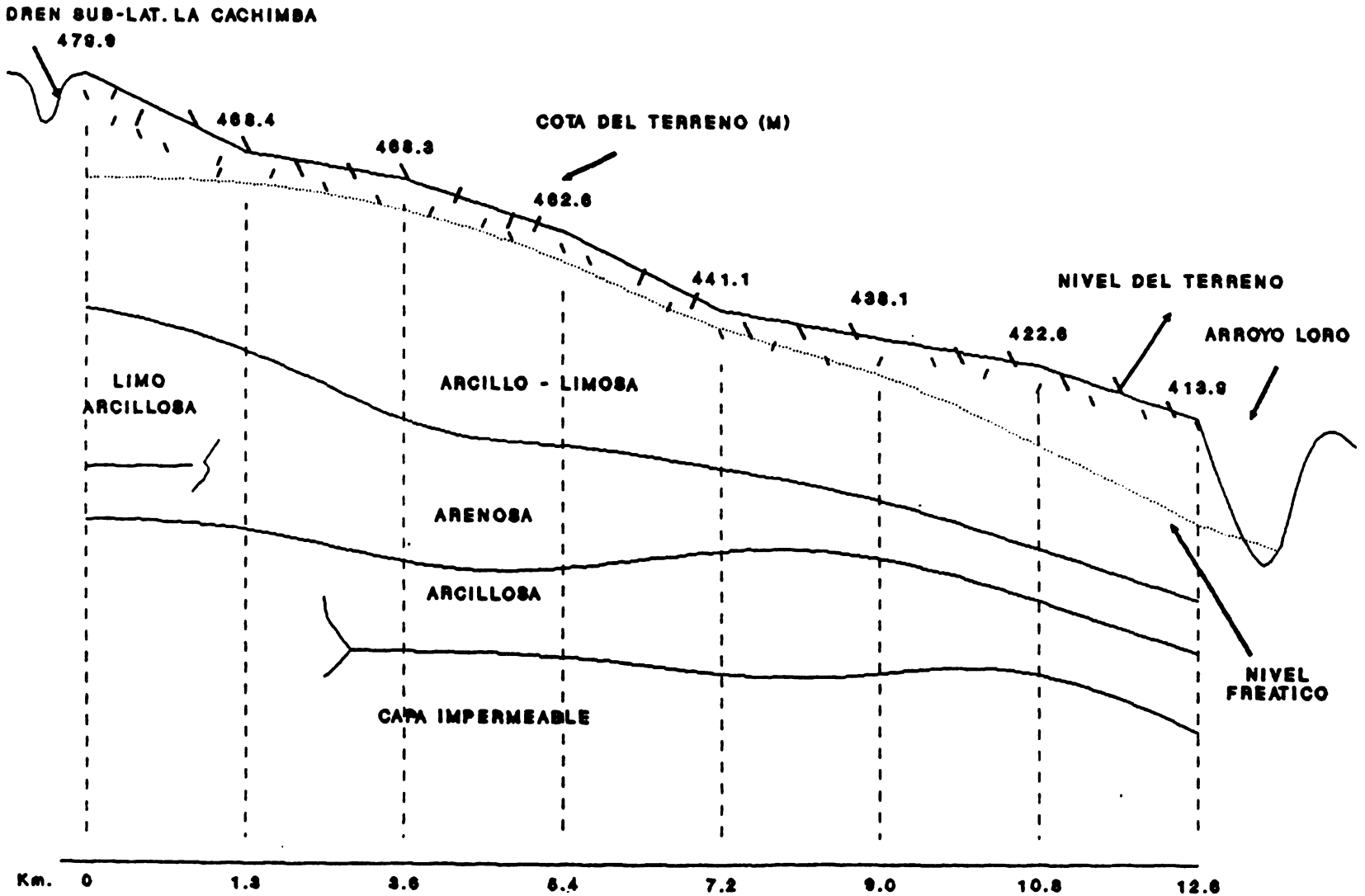
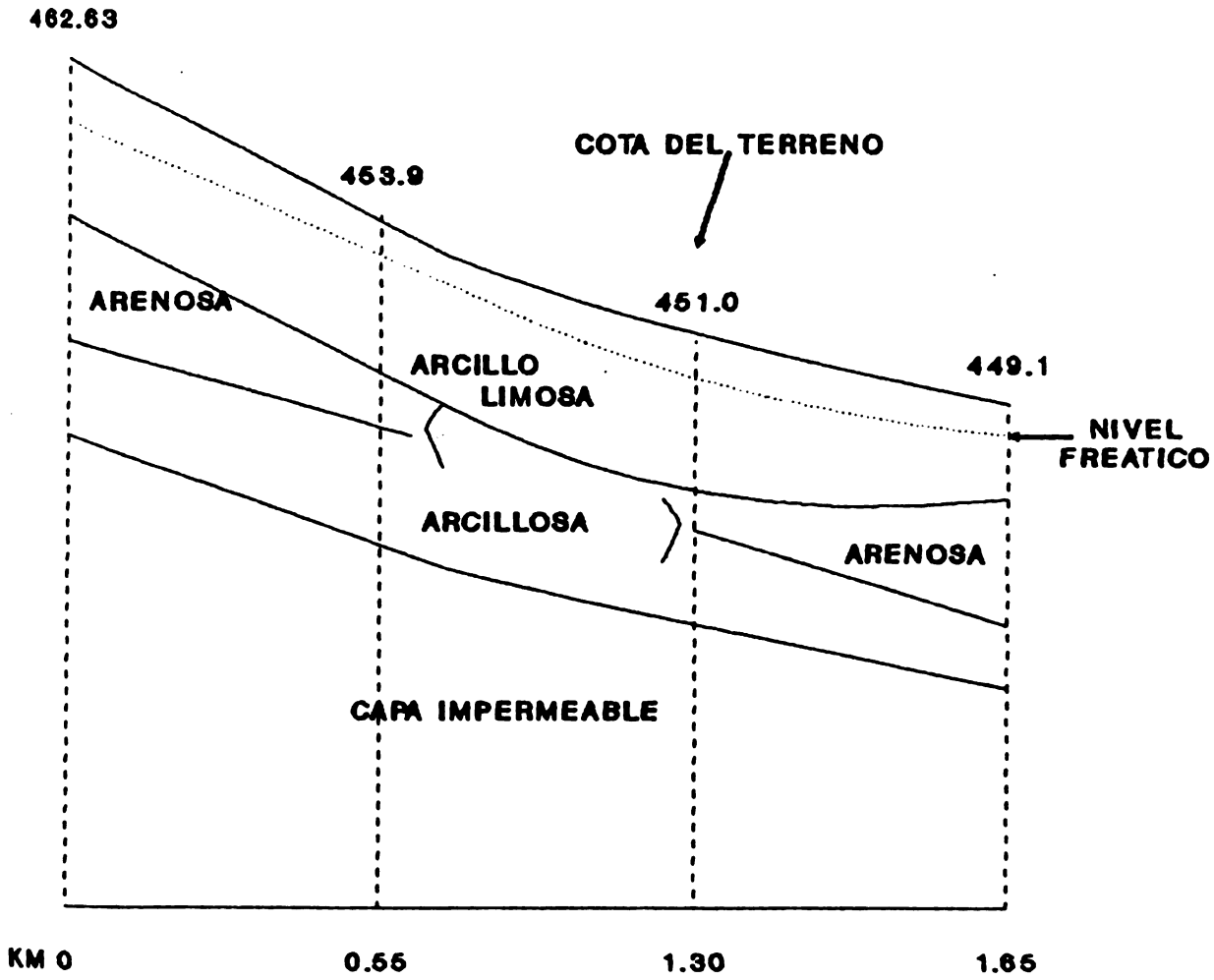


FIG 3 PERFIL ESTRATIGRAFICO Y NIVEL FREATICO PERPENDICULAR A LA DIRECCION DEL FLUJO



6. Calidad del agua de riego

El agua de riego es un importante factor de salinización del suelo, cuando contiene concentraciones de sales solubles superiores a 0.5 gr/Lt. Las aguas que se derivan de la presa de Sabaneta para el riego de los suelos en la margen derecha, son de buena calidad, con un contenido de sales solubles variable entre 0.10 y 0.13 gr/Lt. En cuanto a su composición química no a de esperarse efectos nocivos en los suelos y cultivos. El cuadro No. 4 contiene el análisis químico de dichas aguas.

CUADRO NO. 4
ANALISIS QUIMICO DEL AGUA
DERIVADA DE LA PRESA DE SABANETA

C.EX10^6	CATIONES (MEQ/L)				SUMA DE CATIONES (MEQ/L)	ANIONES (MEQ/L)				SUMA DE ANIONES (MEQ/L	RAS	CLASE	PH
	CA	MG	K	NA		CO3	HCO3	SO4	CL				
160	0.81	0.55	0.0	0.22	1.58	0.0	0.30	0.00	0.35	0.65	0.65	C1-S1	8.4

7. Calidad del agua freática

Las aguas freáticas del valle de San Juan, son de muy mala calidad, con concentraciones de sales solubles que alcanzan hasta 11.5 gr/Lt. Debido a estos altos contenidos de sales solubles y a la composición química de las mismas, con altas cantidades de cloruro de sodio, pueden provocar acumulaciones importantes de sales en la zona radicular del suelo por ascenso capilar desde el manto freático poco profundo.

En el cuadro No. 5, se presentan los resultados del análisis hecho a muestra tomada en el pozo No. 4, localizado en Magueyal. Su alto contenido de cloruros de 38 %, de sodio 32.42 meq/Lt. y el indice de magnesio superior al 50 %, indican que se trata de agua que ha entrado en contacto con formaciones de suelo de origen marino.

CUADRO NO. 5
ANAISIS QUIMICO DEL AGUA
DEL POZO DE OBSERVACION NO.4.

CE X 10 ^6	CATIONES (MEQ/L)				SUMA DE CATIONES (MEQ/L)	ANIONES (MEQ/L)				SUMA DE ANIONES (MEQ/L)	RAS	CLASE	PH
	CA	MG	K	NA		CO3	HCO3	SO4	CL				
5190	8.28	10.64	0.0	32.42	51.34	0.0	8.10	23.28	19.92	51.30			

Los análisis de los cuadros 3 y 5 efectuado por la división de hidrogeología del INDRHI, el 16-Febrero-1989.

COMPROBACIONES

A_1 - EQUIVALENCIAS ENTRE ANIONES Y CATIONES TOTALES

ANIONES = 51.90 MEQ/LT.
CATIONES = 51.34 MEQ/LT.

DIFERENCIAS OBSERVADAS = 51.90 - 51.34 = 0.56 MEQ/LT.

$$\text{PROMEDIO} = \frac{51.90 + 51.34}{2} = 51.62 \text{ MEQ/LT.}$$

$$\text{DIFERENCIA} = \frac{0.56}{51.62} \times 100 = 1\ \%$$

SE CONSIDERA COMO AGUA QUIMICAMENTE EQUILIBRADA.

A_2- EQUIVALENCIAS ENTRE CONDUCTIVIDAD ELECTRICA Y CATIONES TOTALES.

CATIONES TOTALES = 51.34 MEQ/LT.
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA = 5190 MICROMHOS/CM

$$\text{COEFICIENTE DE PROPORCIONALIDAD} = \frac{CE}{CATIONES} = \frac{5190}{51.34} = 101.09$$

RESULTA UN COEFICIENTE QUE SE ENCUENTRA EN EL LIMITE DE LA REGION DE ACEPTACION (80 - 115).

A_3- CLASE

CONDUCTIVIDAD ELECTRICA = 5190 MICROMHOS/CM
RAS = 23.94
CLASE = C_4 S_4
MUY ALTA SALINIDAD Y MUY ALTA EN SODIO.

A_4- CARBONATO DE SODIO RESIDUAL (CSR)

LA PRESENCIA DE IONES, CARBONATOS Y BICARBONATOS AFECTA EL RAS DE LA SOLUCION DEL SUELO.

CSR=(CO3 + CO3H) - (CA + MG)=(0.60 + 8.10) - (8.28 + 10.64) < 0 NO HAY RIESGO DE SODIFICACION

A_5-

$$\text{CLORUROS} = \frac{CL+NO3}{CO3+CO3H+SO4+CL+NO3} = \frac{19.92}{0.6+8.10+23.28+19.92} \times 100 = 38\ \%$$

RESULTA UN AGUA DE MALA CALIDAD

A_6- INDICE DE MAGNESIO

$$\frac{MG}{CA + MG} \times 100 = \frac{10.64}{18.92} \times 100 = 56\ \%$$

AGUA PELIGROSA

A_7- PROPORCION DE CARBONATOS Y SULFATOS

CA + MG = 18.92 > CO3 + CO3H = 8.70
CA = 8.28 < CO3H + SO4 = 31.38

PERTENECE A CLASE II

En base a la salinidad de las aguas de la red de 155 pozos de observación del manto freático, se ha elaborado el mapa de salinidad (ver mapa No.2), que conjuntamente con

el de profundidad crítica del manto freático permitirá establecer criterios para definir las zonas que necesitan acciones inmediatas de drenes parcelarios.

8. Salinidad de los suelos

Se dispone de información cuantificada sobre la salinidad de los suelos en las 440 ha. de la zona piloto de drenaje y recuperación que opera el centro de manejo de aguas en el sitio de Magueyal. En las áreas restantes se observa la presencia de sales en los suelos, pero se desconoce la magnitud de las afectaciones.

De acuerdo con los datos suministrados, la salinidad inicial en la zona piloto, es alta en la parte superior del suelo (14.0 mmhos/cm), descrece ligeramente hasta 7.5 mmhos/cm a una profundidad de 72 cm; alcanzando concentraciones máximas de 14.2 mmhos/cm a una profundidad de 105 cm. Sin embargo, las observaciones hecha en campo parecen contradecir estos resultados, ya que se nota la acumulación de concresiones de sales sobre la superficie del suelo (ver fotos en la siguiente página), lo cual indica valores altos de la salinidad en los suelos.

Sobre la presencia de sodio intercambiable no se dispone de información, pero se observan síntomas en los suelos que indican su presencia en niveles incipientes.

Para precisar mejor sobre el aspecto de salinidad de los suelos, se procedió a tomar muestras de suelos que se analizaron posteriormente.

El problema de mal drenaje y salinidad ha sido un fenómeno muy dinámico en los suelos del valle de San Juan. De acuerdo con el estudio de suelo efectuado en el valle (Hanson - Rodriguez, 197?) se evidencia la no existencia de sales en el perfil del suelo, ni presencia de manto freático en los primeros metros de profundidad del suelo.

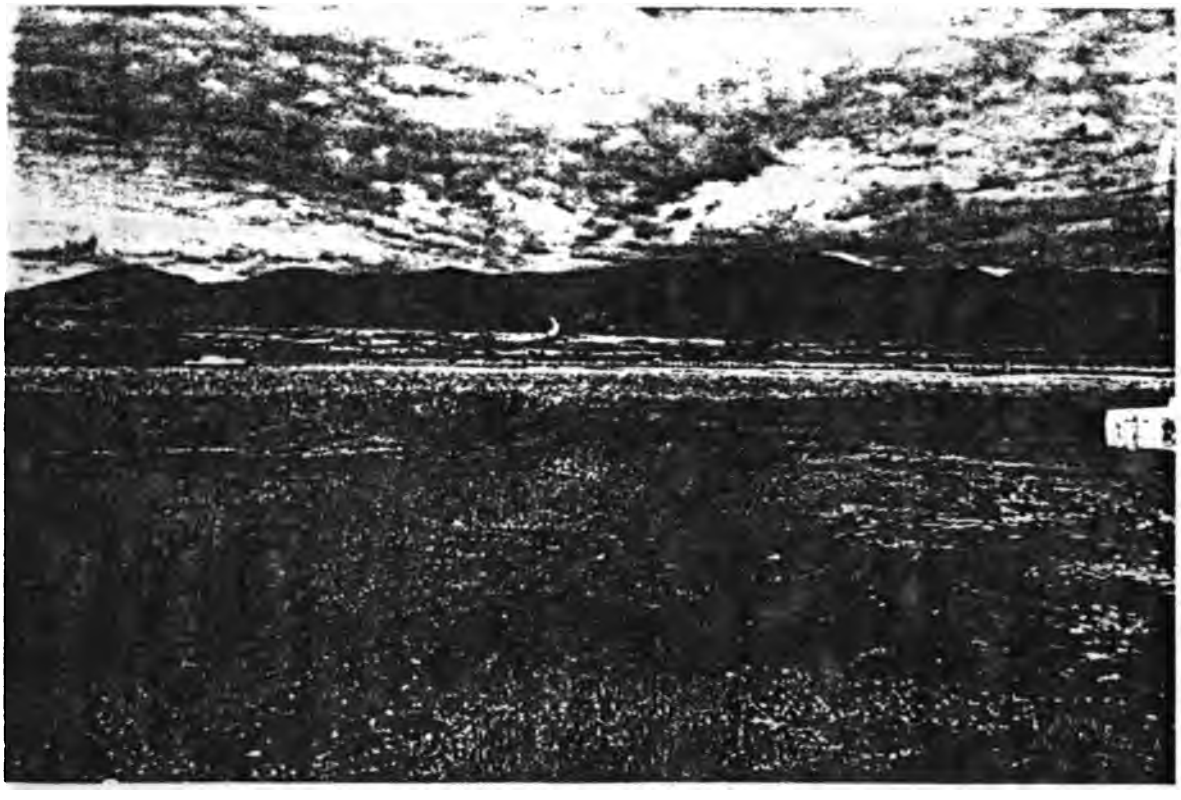
En el estudio de suelo realizado por la Secretaria de Estado de Agricultura (1984), se reportan niveles incipientes de salinidad y presencia de manto freático a cierta profundidad.

En una evaluación de los problemas de drenaje realizada por el INDRHI (1985) en el sector de Pedro Corto, se reporta que en una superficie considerable de suelo tiene manto freático cercano a la superficie del terreno. Posteriormente, en los años siguientes se puso de manifiesto el problema de salinidad, el cual obligó a que aproximadamente 400 ha. de suelos de los sectores Tierra Dura y Pedro Sanchez salieran de producción, lo cual motivó la puesta en ejecución de un operativo de emergencia de parte del INDRHI, dirigido a la limpieza de drenes existentes y construcción de nuevos drenes. Como consecuencia de los problemas indicados los rendimientos de los cultivos menos tolerantes a los excesos de humedad y sales, tales como: habichuela, maíz y otros se vieron fuertemente afectados.

La presencia de manto freático a profundidad menor de 2.0 m. en la mayor parte de los suelos del valle, es una clara indicación que el drenaje natural es restringido y que el fenómeno de salinidad y empantanamiento continuará creciendo a ritmo acelerado si no se toman los correctivos apropiados.

Foto No. 3. Finca de la UNPHU en Magueyal con fuerte afección salina.

Foto No. 4. Area piloto de manejo de aguas. Concresiones de sales en superficies.



B. Influencia del mal drenaje y la salinidad en los suelos y los cultivos.

Los excesos de humedad permanente y las sales afectan de una manera negativa la evolución de los suelos y el desarrollo de los cultivos.

Los efectos son fácilmente perceptibles y en las situaciones menos desfavorables se traducen en un incremento en los costos de las labores agrícolas y en una disminución del potencial productivo.

Sí las fuentes y las causas que originan los excesos de humedad y las sales en el suelo no reciben un tratamiento correctivo oportuno, el proceso de acumulación de sales en el perfil continuará con una velocidad variable según el grado de aridez del clima y consecuentemente las propiedades físicas y químicas del medio tendrán un deterioro progresivo.

La fuente de los excesos de humedad y la salinidad en los suelos de la margen derecha del río San Juan son acuíferos confinados aparentemente no muy profundos y con apreciables concentraciones de sales disueltas. La altitud y relieve de este valle no sugieren la posibilidad de existencia de otra fuente.

Las causas que han dinamizado la aparición de este fenómeno son sin lugar a dudas : la introducción del riego, principalmente del arroz, el represamiento de los drenes naturales y artificiales, la operación y manejo deficiente del agua y el suelo y las características hidrodinámicas del suelo mismo.

1. Suelos del área afectada

Los suelos del área afectada, tienen profundidades mayoresde 3.0 m., pero su desarrollo ha estado condicionado porla hidromorfía permanente que tiene como manifestación evidente, la existencia de un horizonte (B) textural de unespesor que alcanza hasta los 3.o m. con contenido dearcilla y limo fino hasta el 80 % y la ausencia total deestructura en todo el perfil de suelo.

El exceso de humedad en estos suelos impide el desarrollo de un ambiente microbiológico y la degradación de la materia orgánica, por lo cual no se generan en el medio loscoloides queson fundamentales en la estructuración.

La ausencia de estructura restringe considerablemente el movimiento del agua gravitacional, lo cual se traduce en una conductividad hidráulica muy baja y condiciones de aereación al interior del suelo muy desfavorables para la nacencia y el desarrollo radicular.

El aterronamiento y hendiduras de restraimiento visibles en Magueyal y la Urca son síntomas inequívocos de un suelo muy degradado y sin estructuración que está sometido a procesos cíclicos de humedecimiento y desecación. Por la ausencia de estructura estos suelos se pulverizán fácilmente y son transportados hacia los bajos topográficos con el riego y la escorrentia superficial del agua de lluvia.

El transporte de sales del acuífero confinado hacia la parte superior del perfil se produce con mucha facilidad en los suelos del área afectada que son predominantemente arcillosos. En los suelos con cobertura vegetal perenne el fenómeno se atenúa y se acelera en aquellos en que se hace una sóla cosecha por año.

Las afectaciones salinas más fuerte se localizan en los suelos de Magueyal y La Urca, mientras que en la Ceiba y Pedro Sanchez la salinidad es baja, pero los problemas de

exceso de humedad afectan con igual intensidad.

2. Comportamiento de los cultivos

Los excesos de humedad y la salinidad en 3,075 ha. de suelos han impuesto fuertes restricciones a la mayoría de los cultivos. En 1,475 ha. de estas que están fuertemente afectadas sólo es posible cultivar arroz con rendimientos inferiores a 1.9 ton/ha. en la generalidad de los casos. En otras 900 ha. con grado de afectación mediano, se cultivan arroz, batata, maíz, y sorgo con mermas en los rendimientos de hasta un 50 % para el arroz y 70 % en la batata, maíz y sorgo. En las restantes 600 ha., los rendimientos del arroz se ven mermado en un 25 %, la habichuela en un 70 %, la batata en un 30 % y el maíz y el sorgo en un 50 %.

En cuadro No. 6 , se presentan los niveles de rendimientos encontrados en las áreas afectadas. En el mismo se evidencia que el cultivo más sensible en las condiciones del proyecto lo es la habichuela y los más tolerantes son el arroz y la batata.

CUADRO NO. 6
NIVELES DE RENDIMIENTOS DE LOS PRINCIPALES
CULTIVOS EN LAS AREAS AFECTADAS

SUPERF. AFECTADA	GRADO de AFECTACION	RENDIMIENTOS EN TON/HA			
		ARROZ	HAB.	BATATA	SORGO/MAIZ
1,475	FUERTE	1.9	-	-	-
900	MEDIO	3.2	-	7.2	1.9
600	LIGERO	4.8	0.72	16.8	3.2
RESTANTES	NINGUNA	6.4	2.4	24.0	6.4

En multiples casos, las cosechas se pierden en su totalidad, sobre todo cuando se producen precipitaciones importantes y de intensidad elevada, que provocan escorrentía superficial. Este fenómeno tiene su origen en la incapacidad de los suelos para infiltrar agua debido a su baja permeabilidad. En conclusión creemos que los perjuicios ocasionados por la humedad y las sales a los cultivos en el área afectada son mucho más severos que los presentados en el cuadro anterior. Con el auxilio de la encuesta que se presenta en el anexo D y estimaciones de los consultores se han cuantificado las pérdidas de cosecha que se presentan en el cuadro anterior.

3. Aspectos operativos e institucionales concurrentes

a. Antecedentes

En la fase de planificación para la explotación bajo riego de las áreas afectadas se generaron las informaciones básicas que permitieron caracterizar los suelos como: muy pesados y profundos, poco desarrollados, de velocidad de infiltración muy baja y fuerte capacidad de retención.

No se previó, no obstante la posibilidad de aparición de los problemas de empantanamiento con la introducción del riego y no se tenían indicios de la presencia de sales en el subsuelo.

Es obvio, por tanto, que no se hayan tomado oportunamente las previsiones normales para estos casos para contrarestar la situación de empantanamiento y ensalitramiento descrita anteriormente.

En efecto, el sistema de drenaje principal y secundario, se proyectó para evacuar exclusivamente los escurrimientos superficiales provenientes de las precipitaciones y los excesos de riego; el drenaje interno de los suelos no fue considerado; se permitió el cultivo del arroz y no se adoptaron las normas de manejo de suelo y agua imprescindibles en los tipos de suelos encontrados.

b. El cultivo del arroz

Es bien sabido que el cultivo del arroz en los tipos de suelos descritos tiende a acelerar el proceso de degradación y ensalitramiento, debido a los elevados volúmenes de agua utilizado. Esta realidad es conocida por todos, incluidos los mismos agricultores que la propician.

En las áreas ha habido disposiciones institucionales tendentes a prohibir la siembra de este cultivo, pero han sido ignoradas y/o violadas por falta de coordinación interinstitucional y en todos los casos, se han adoptado por disminución en los volumenes de agua disponibles y no por los efectos negativos que tiene en los suelos y los otros cultivos.

Los índices de productividad del cultivo del arroz que aparecen en el cuadro No. 6 indican que su rentabilidad en el área afectada es muy baja, pero a pesar de esa realidad, los agricultores se mantienen atados a dicho cultivo por problemas de credito y comercialización.

Los agricultores de dichas áreas son mayormente beneficiarios de la reforma agraria, con predios de 2.0 y 2.5 ha., que no tienen recursos propios, ni otra posibilidad de obtener credito que no sea con los molineros de arroz con intereses de hasta 120% anual.

c. Operación y mantenimiento

Los controles en el suministro del agua no son adecuados y los drenes cauces existentes no reciben mantenimiento con la celeridad requerida. La combinación de estos dos factores se traducen en una recarga considerable en los niveles freáticos por obstrucción de las salidas del agua de drenaje. Esta situación se ve agravada por la existencia de numerosos represamientos para reuso del agua de drenaje.

4. Evaluación de los resultados del área piloto de drenaje subterráneo con tuberias

a. Descripción del ensayo de recuperación

En el área de estudio, el manto freático inicialmente estaba a una profundidad de 0.1-0.5 m.. El clima es semi-árido y la agricultura depende completamente del riego.

Un ensayo de recuperación de suelo sálino se instaló en 9.38 ha., en la cual se ha

instalado un sistema de drenaje. La parcela de recuperación está equipada con 9 líneas de drenes parcelarios a una profundidad de 1.7 m yespaciados a 50 m., con descarga en un colector abierto.

El suelo desde la superficie hasta una profundidad de 2.6 m. es de textura fina; las capas a mayor profundidad son más arcillosa y existen lentes intercalados de arenisca y algunos conglomerados gruesos.

Los suelos tomados para esteexperimento de recuperación representan los casos peores de salinidad y mal drenaje en la zona. La salinidad es elevada en la capa superficial del suelo (14 mmhos/cm), disminuye a media profundidad (7 mmhos/cm), para luego aumentar hacia el fondo del perfil (14.2 mmhos/cm).

No se hizo nivelación del terreno y el arado se hizo a una profundidad de 15 cm.

El agua utilizada para el lavado es de excelente calidad:

CE = 0.14 mmhos/cm y el RAS = 0.21 .

Primer cultivo de arroz

Del 10 de Julio al 30 de Noviembre de 1991 (140 días) se desarrolló el ciclo de arroz. La producción obtenida fue de 5ton/ha., la cual es considerada como excelente para la condicion existente.

En total se aplicó 75415 m^3 de agua de riego y se registraron 307 mm. de agua de lluvia.

El cambio en el contenido de humedad del suelo, se consideró cero, debido aque el suelo estaba saturado por el manto freático.

El sistema de drenaje descargó 41040 m^3 de agua y el promedio de la CE fué 3.0 mmhos/cm (=2.0 gr de sal por litro).

El drenaje superficial descargó 22512 m^3, con una CE=0.24 mmhos/cm (=0.16 gr de sal por litro).

Al área ingresó como flujo lateral subterráneo 0.3 Lt./seg (valor estimado), con CE de 3.0 mmhos/cm..

b. Balance de agua

Existe una relación entre el cambio en el contenido de sal en el suelo y la cantidad total de agua aplicada. Sin embargo, la cantidad total de agua aplicada no contribuye completamente a la desalinización del suelo; una parte se pierde por evapotranspiración y escorrentia superficial, previo a infiltrarse. Además, el agua que infiltra no siempre contribuye al lavado de las sales fuera del perfil del suelo, sino que solamente la fracción que percola a través del perfil del suelo hasta el nivel freático, lava las sales fuera de él.

La cantidad de agua percolada en el lavado, se calculó usando la siguiente expresión:

Pr	=	R + P - (Es + Et)	Donde :
R	=	Riego (m^3)	
P	=	Precipitación (m^3)	
Es	=	Escorrentia superficial (m^3)	
Et	=	Evapotranspiración(m^3)	
Pr	=	75415 + 28796 - (22512 + 54873) = 26826 m^3 = 290 mm.	

c. Balance de sales

i. Balance de sales y agua[1]

La expresión usada para estimar el balance de sales fué:

S = Sd + Ses - EI - Ef

Donde :

S	=	Cambio en el contenido de sales en el suelo (gr/Lt.)
Sd	=	Salida de sal en el agua de drenaje (gr/Lt.)
Ses	=	Salida de sal en el agua de escorrentia superficial (gr/Lt.).
EI	=	Entrada de sal en el agua de riego (gr/Lt)
Ef	=	Entrada de sal por flujo lateral subterráneo (gr/Lt.)

$$SD = \frac{26826}{9.38} \times 2 \times 10^{-3} = 5.7 \text{ TONS. DE SAL/HA.}$$

$$SES = \frac{22512}{9.38} \times 0.16 \times 10^{-3} = 0.4 \text{ TONS. DE SAL/HA.}$$

$$EI = \frac{75415}{9.38} \times 0.09 \times 10^{-3} = 0.72 \text{ TONS. DE SAL/HA.}$$

$$S = 5.7 + 0.4 - 0.72 = 5.38 \text{ TONS. DE SAL/HA.}$$

Es decir que 5.38 toneladas de sal por hectárea fueron lavadas desde el perfil del suelo, durante el ciclo del cultivo.

ii. Balance de sales de acuerdo a análisis de laboratorio

La expresión utilizada para realizar el balance de sales, usando los resultados del análisis del laboratorio, es:

[1] Los datos sobre el balance deben precisarse en un próximo ciclo.

$Cs = CE \times d.s \times Ps \times 0.66 \times 10^{-3}$

Donde:

Cs	=	Contenido de sal en ton./ha.
CE	=	Conductividad electrica del suelo en mmhos/cm.
d.s	=	Densidad del Suelo en gr./cm^3
Ps	=	Porcentaje de saturación del suelo en %

0.66×10^{3} = Constante de conversión de la salinidad de mmhos a ton./ha.

La salinidad y demás caracteríticas iniciales y finales del suelo en la capa de 0.0 a 30 cm., ántes de iniciar el proceso de lavado y después de finalizado, eran:

ANTES	DESPUES
CE = 14 MMHOS/CM. D.S = 1.52 GR/CM3 PS = 57 % CS = 19.4 TONS. DE SAL/HA.	CE = 7.8 MMHOS/CM. D.S = 1.52 = GR/CM3 PS = 57 % CS = 12.6 TONS. DE SAL/HA.

El cambio en el contenido de sal=19.4-12.6=6.8 tons. de sal/ha.

Lo que significa que 6.8 tons. de sal/ha. fueron removidas desde la capa de 0 - 30 cm. por el agua de lavado. Este valor resulta superior en 1.4 tons. al obtenido con el balance de agua, y se explica porque en realidad, las sales removidas desde la parte superior del suelo no son todas lixiviadas hacia los drenes, sino que una parte es redistribuida hacia las capas más profundas del suelo.

d. Evaluación del sistema de drenaje subterráneo del área piloto.

i. Generalidades

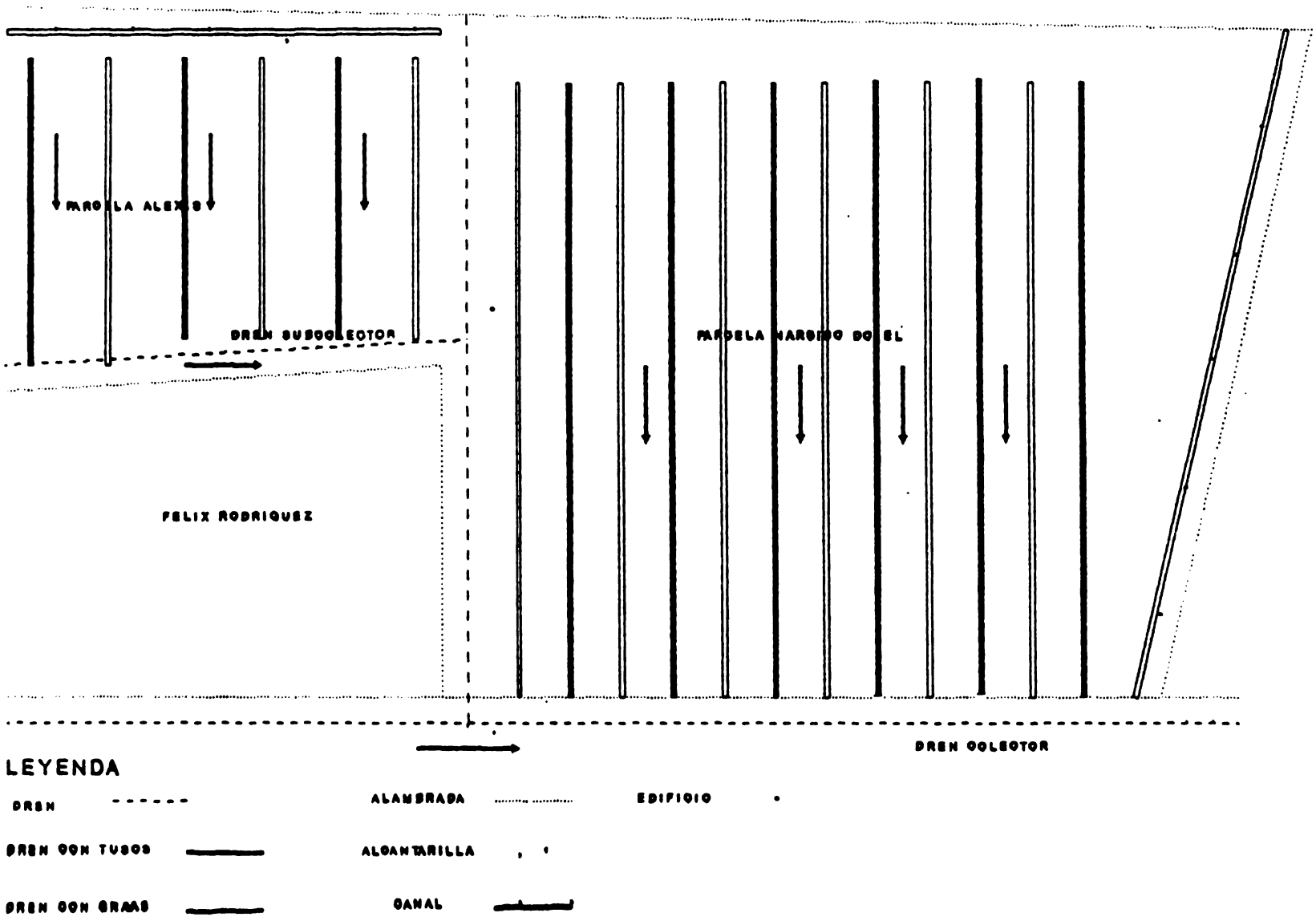
El sistema de drenaje (ver plano No.3) consiste de un dren colector de una longitud de 820 m. y una profundidad de 2.25 m. y una serie de 12 drenes de campo.

Los drenes de campo tienen un espaciamiento entre ellos de 50m. y una profundidad de 1.5 y 1.7m. La longitud de los drenes varía entre 200 y 400 m. En total se instaló una longitud de 6000 m. de drenes de campo en el área, de los cuales 3000 m. fueron de P.E corrugado y 3000 de grava.

La pendiente del colector es de 1 % y de los drenes de campo varía en las tuberías de 1 %, 0.7 % y 0.5 %. En los de grava la pendiente fluctua entre 0.5 % y 0.7 %. Los materiales filtroprotectores usados fueron: grava y paja de arroz en las siguientes combinaciones:

- Tubos de P.E con grava.

Plano No. 3 Sistema de Drenes Abiertos y subterraneos.
Area Piloto



- Grava con paja de arroz.

Los tubos de P.E tienen un diámetro de 10 cm. y los mismos fueron importados.

Con respecto a la evaluación del funcionamiento del sistema de drenaje, los siguientes factores fueron considerados importantes:

- El nivel freático en la época del cultivo de arroz y barbecho.
- El espaciamiento y profundidad de los drenes.
- El comportamiento de los tubos, los drenes de grava y de los materiales filtroprotectores.
- El efecto del dren colector.

ii. Fluctuaciones del manto freático

Antes de la instalación del sistema de drenaje, el nivel freático en el área piloto fluctuó entre 0.21 y 0.35 m. de profundidad. Después de la instalación del sistema de drenaje (colector y drenes subterraneos), el nivel freático durante el cultivo de arroz fluctua entre 1.0 y 1.2 m. de profundidad y de 1.3 m. a 1.6 m. de profundidad durante la época de barbecho. El nivel piezométrico registrado fue de 0.2 m. de profundidad durante el barbecho.

iii. Espaciamiento y profundidad de los drenes

El espaciamiento de drenes calculado, empleando la fórmula de Hooghoudt fue de 15 m. y profundidad de 1.7 m.. Esto fue posteriormente modificado, instalandolos a un espaciamiento de 50 m. y a una profundidad de 1.5 m. en las primeras líneas y 1.7 m. en las restantes.

Las observaciones sobre el abatimiento del manto freático producido por el sistema de drenaje indican que a pesar de que la textura de suelo predominante (arcilla y limo en un 86 %), el espaciamiento puede ser mayor con una profundidad mayor de 1.5 m..

El suelo del área piloto es de textura fina hasta alcanzar la capa impermeable o hidroapoyo, advirtiendose la presencia de capa de agua colgada superficial, a las cuales podrían darseles salida con la instalación de drenes topo de reducido espaciamiento (2 a 5 m.) y poca profundidad (40 a 65 cm.).

iv. El Comportamiento de los tubos, lagrava y de los materiales filtroprotectores.

Un análisis del comportamiento de los tubos y de los materiales filtroprotectores comprende dos aspectos:

- La resistencia de entrada al agua, debido al material que rodea el tubo.

- Sedimentación dentro del tubo y dilocación o rotura en la línea de tubos. No se dispone de información para análizar los aspectos indicados, solamente es posible inferir en base a las observaciones hechas sobre la descarga de los drenes de campo, que los tubos de P.E, con filtros protectores de grava funcionan normalmente, registrándose descargas máximas de 4.3 mm/día. En los drenes hecho con grava se registraron descargas de 2 mm/día y, en los casos en que se utilizó paja de arroz como filtroprotector, se ha observado una reducción notable en la descarga.

v. Efecto del dren colector

El efecto del dren colector es notable. Esto fué deducido de la curva del perfil del manto freático perpendicular al eje del colector. Además, se puede apreciar su efecto cuando se hace una comparación de la descarga del sistema parcelario y la descarga del colector. En general, la captación directa del colector varía entre 1 hasta 2 veces la captación del sistema de drenes subterráneos de campo.

vi. Conductividad hidráulica

. **A partir de mediciones de campo**

Dentro de los límites del área piloto se realizaron tres mediciones. Los valores determinados de 1.6, 1.9 y 2.2 m/día resultan muy altos y no se corresponden con el tipo de textura dominante en el suelo (arcillo - limoso).

. **A partir de la evaluación del sistema de drenaje**

Con informaciones obtenidas en el sistema de drenaje, se ha evaluado la conductividad hidráulica por debajo del nivel freático. Con este propósito se utilizó la fórmula empleada, señalada a continuación, para calcular el espaciamiento de drenes en función de la transmisibilidad de las capas de suelo por debajo de los drenes y de la carga hidráulica por encima de los mismos.

$$L^2 = \frac{8 \times Kd \times h}{q}$$, de donde:

$$Kd = \frac{L^2 \times q}{8 \times h}$$

Empleando las informaciónes del sistema instalado, se obtienen los resultados contenidos en el cuadro No. 7.

CUADRO NO. 7
LA CONDUCTIVIDAD HIDRAULICA (K, M/DIA)
OBTENIDA A PARTIR DE LA RELACION
CARGA HIDRAULICA - DESCARGA.

DREN	D (M)	D (M)	H (M)	Q (M/DIA)	KD (M2/DIA)	K (M/DIA)
3	2.0	1.6	0.53	0.0029	1.7	1.10
5	2.0	1.6	0.75	0.0043	1.2	0.75
7	2.0	1.6	0.30	0.0014	1.5	0.94
9	2.0	1.6	0.42	0.0022	1.6	1.03

DONDE:
D = DISTANCIA DESDE LOS DRENES ENTUBADOS HASTA EL HIDROAPOYO (M).
D = PROFUNDIDAD EQUIVALENTE (M).
H = DISTANCIA DESDE LA SUPERFICIE DEL SUELO HASTA EL NIVEL FREATICO ENTRE DOS LINEAS DE DRENES (M).
Q = RECARGA (M/DIA).
KD = TRANSMISIBILIDAD DE LOS ESTRATOS DEL SUELO (M2/DIA).
K = CONDUCTIVIDAD HIDRAULICA (M/DIA).

Como puede observarse dichos valores son muy inferiores a los obtenidos en las pruebas de campo, y guardan mayor relación con la textura arcillo -limosa predominante en los suelos.

Debe ser anotado que el colector capta principalmente, parte del flujo que asciende verticalmente desde el manto confinado. Esto explica la diferencia en la salinidad del agua descargada por los drenes subterráneos de campo (2.0 gr/Lt.) y la del colector (3.2 gr/Lt.).

De lo anterior se puede concluir que sea más económico y efectivo construir drenes profundos muy espaciados, en lugar de una red densa de drenes superficiales. Sobre todo, sí es que el dren profundo puede atravesar capas de alta conductividad hidráulica, y al mismo tiempo perforar pozos de 4 a 5 m. de profundidad en su plantilla, para provocar a través de ellos ascenso de agua confinada, la cual es la mayor responsable del proceso de salinización que actualmente afecta los suelos del valle.

5. Jerarquización de las áreas con problemas de drenaje y salinidad para establecer el orden de aplicación de normas correctivas

Se han analizado un gran número de factores ántes de recomendar en esta etapa de diagnóstico, las " medidas correctivas" más idoneas que deberán aplicarse para detener y eliminar el problema de drenaje y salinidad.

En los aspectos de **control de fuentes superficiales** se han verificado lo siguientes:

a. La formación de bordos y canales protectores de inundación en cauces de ríos o arroyos ha sido considerada adecuadamente.

b. La construcción de drenes interceptores y red colectora para conducir los volumenes superficiales, producidos por las precipitaciones pluviales ha recibido atención adecuada.

c. Las redes colectores de los excedentes superficiales de riego ha recibido atención adecuada, pero no, las facilidades para descargar los excedentes del riego (agua de coleo).

En el control de fuentes internas se ha observado:

a. Existen tramos de los canales que son fuertemente aportadores por filtración.

b. Las redes de drenaje existentes no fueron adecuadamente consideradas, como facilidades para el drenaje subsuperficial.

c. Las redes de drenes interceptores de tipo parcelario no ha sido considerada.

d. Baterías de pozos con función de drenaje vertical específicos en los casos de subalimentación del manto freático, por mantos confinados no ha sido considerado.

e. La necesidad de drenaje subsuperficial no fue incluida inicialmente en el proyecto y, ahora se ha puesto a funcionar un campo piloto de drenaje subterráneo con tuberías y grava.

a. Indices de jerarquización de los problemas de drenaje y salinidad

Para definir las zonas que necesitan intervención inmediata en el establecimiento de facilidades para el drenaje subsuperficial y lixiviado de sales, se ha apoyado el criterio sobre tres indices, que se señalan a continuación, cuyos valores han sido fijado en las experiencias obtenidas en otros sistemas de riego con problemas similares.

1. Profundidad del manto freático menor de 2.0 m de la superficie del terreno.

2. Manto freático con salinidad mayor de 1.4gramos por litro.

3. Suelo con conductividad hidráulica menor de 1.5 m/día. Se parte del supuesto que todas las áreas que mantienen estas condiciones requieren drenaje parcelario subsuperficial. Bajo este criterio se definen "las zonas problemas" a considerar en los trabajos de mejoramiento del drenaje en el espesor de 2.0 m de suelo y disminución de la salinidad en el perfil útil del suelo hasta llegar a contenido de sales no perjudiciales a los cultivos.

6. Zonas afectadas por salinidad y empantanamiento

En el mapa de "zonas problemas" se localizan las áreas afectadas por problemas de salinidad y empantanamiento de los suelos, las cuales totalizan una superficie de 3,075 ha.

La superficie afectada pertenece a 794 productores, de los cuales el 68.6 % son beneficiarios de la reforma agraria y el 31.4 % restantes son privados.

El 68 % de las parcelas dentro del área afectada son menores de 3 ha. tienen tamaño de 3 ha. ó menos, el 16 están tienen tamaño entre 3 y 5 ha., el 8 % entre 5 y 10 ha., y solamente el 7.6 % son mayores de 10 ha.. El 84 % del total de productores poseen el 39

% de la superficie, equivalente a 1,199 ha., mientra que el 16 % posee el 61 % de la superficie, equivalente a 1877 ha.. En el cuadro No. 8 se resumen dichos valores.

El nivel de ingreso de los propietarios se presenta en el cuadro No. 9.

CUADRO NO. 8
CANTIDAD DE USUARIOS, TAMAÑO Y TENENCIA EN LAS AREAS AFECTADAS

LOCALIZACION	IDENTIFIC. PADRON DE USUARIOS	SUPERFICIE TOTAL AFECTADA A (HA)	CANTIDAD DE USUARIOS	TAMAÑO DE LA PROPIEDAD (HA)				TENENCIA DE LA TIERRA	
				< 3	3-5	5-10	>10	IAD	PRIVADO
LAS CHARCAS	A-31	267.91	17	6	2	1	8	7	10
BARRANCA	A-32	603.41	72	47	7	7	11	51	21
MAGUEYAL	A-14	486.52	191	151	35	3	2	185	6
KM 15/LA URCA	A-13	520.41	130	72	34	11	13	74	56
TIERRA DURA	A-22	401.02	105	62	17	18	8	62	43
PEDRO SANCHEZ	A-21	365.10	103	73	11	13	6	60	43
HABANERO-LA CEIBA	A-23	432.38	176	129	22	13	12	106	70
TOTALES		3075.00	794	540	128	66	60	545	249

CUADRO NO.9
RELACION DE INGRESO NETO POR RUBROS,
NIVEL DE TECNOLOGIA Y GRADO DE SALINIDAD DE SUELOS
SIN PROYECTO
(RD$/HA).

RUBROS	NIVEL TECNOLOGICO			NIVEL DE SALINIDAD		
	MEJORADA	INTERMEDIA	TRADICIONAL	ALTO	MEDIO	BAJO
HABICHUELA	6,692.2	4,957.2	0.0	0.0	0.0	(541.0)
ARROZ	9,138.3	3,100.9	2,438.6	(7,712.4)	(3,387.1)	(143.1)
BATATA	0.0	0.0	6,100.9	0.0	883.4	2,187.9
MAIZ	0.0	5,078.6	4,653.8	0.0	0.0	0.0
SORGO	(1,532.8)	(2,035.6)	0.0	0.0	0.0	0.0
GUANDUL	0.0	2,994.0	1,592.5	0.0	0.0	0.0
BERENJENA	0.0	8,110.9	0.0	0.0	0.0	0.0
AJI	0.0	23,892.6	0.0	0.0	0.0	0.0
REMOLACHA	0.0	39,278.6	0.0	0.0	0.0	0.0
CILANTRO(V.)	0.0	0.0	43,527.7	0.0	0.0	0.0
CILANTRO(G.)	0.0	0.0	108,564.9	0.0	0.0	0.0
YUCA	0.0	0.0	21,249.3	0.0	0.0	0.0
MANI	0.0	0.0	1,147.1	0.0	0.0	0.0
PASTOS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
OTROS HORTIC.	0.0	0.0	29,339.2	0.0	0.0	0.0
FRUTALES(MIL)	0.0	0.0	9,540.0	0.0	0.0	0.0
OTROS CULTIVOS	0.0	0.0	500.0	0.0	0.0	0.0

FUENTE : COMPONENTE PRODUCCION AGROPECUARIA.

7. Conclusiones

Las conclusiones principales a las que se arriban, luego del análisis y estudio de la información disponible, son las siguientes:

- El valle de San Juan, en la margen derecha es una vía de transitoal flujo de las aguas superficiales y subterráneas provenientes de la cordillera Central, la sierra de Neyba y las que se originan en el valle. Las cuales drenan hacia los río San

Juan y Yabonico, a través de una red de drenes naturales biendesarrollados, pero obstruidos.

- Las facilidades existentes para el drenaje superficial de los suelos son suficientes, pero no funcionan adecuadamente, debido a la obstrucción de los cauces por acumulación desedimentos, crecimientos de vegetación acuática y construcción de represas.

- El drenaje interno de los suelos es pobre y no recibióla atención requerida en la etapa de planificación del sistemade riego rehabilitado. En términos generales los problemas de drenaje que se observan en las 3075 ha. están directamente vinculados a la incapacidad de los suelos para evacuar la recarga de agua que reciben, consecuentemente, se ha producido la ruptura del balance hidrológico soportable por dicho suelo.

- La ruptura del equilibrio hidrológico se ha producido principalmente como consecuencia derivada del manejo inadecuado del riego en las explotaciones agrícolas. Las recargassostenidas y permanentes que se producen durante el cultivo de arroz, han provocado cambios crónicos en el balance hídrico de los suelos del valle. Las zonas del valle más comprometidas en el problema de drenaje están ubicadas en los sitios de Pedro Corto y Magueyal, en las cuales, las recarga se produciría con la probable interconexión de acuíferos confinados con los mantos freáticos libres y/o colgados.

- La presencia de la salinidad en los suelos del valle está asociada a mantos freáticos superficiales que contienen elevadas concentraciones de sales disueltas. Desde el ascienden por capilaridad a horizontes superiores donde se acumulan. Este proceso es más marcado cuando por algunas circunstancias se han dejado las tierras en barbecho. El origen de las sales en las aguas freáticas está relacionado con la existencia de aguas confinadas que han entrado en contacto con materiales de origen marino y que hidraulicamente están ligadas a los mantos freáticos libres del valle.

- Los suelos afectados muestran una salinidad de alta incipiente, que no se puede considerar como problemática en su generalidad, sin embargo, se preveé un acelerado proceso de salinizaciónsino se toman las medidas convenientes de drenaje y manejo de riego, que controlen la recarga de agua hacia la zona radicular.

- El sistema de drenaje subterráneo del área piloto en cuanto a tubos y grava ha tenido un funcionamientobueno. Los materiales filtroprotectores empleados, grava y paja de arroz, solamente la grava se comportó en forma adecuada.

- El nivel de información disponible, nos ha permitido diseñar el sistema de drenaje principal y parcelario, pero deben profundizarse los conocimientos sobre la estratigrafía y composición de los suelos para ser viables algunas recomendaciones planteadas más adelante.

8. Recomendaciones.

- Restituir y mejorar la capacidad natural de drenaje del valle.

- Rehabilitar, mejorar y ampliar el sistema de drenaje superficial existente.

- Instalar en las áreas afectadas una red de drenes subsuperficiales para evacuar los excesos de humedad del suelo.

- Profundizar el nivel base de los drenes superficiales existentes para utilizarlos como salidas de los drenes subsuperficiales a construirse.

- Reducir la recarga de agua producida con el riego a través del incremento de las eficiencias en el uso del agua en los diferentes niveles de operación del sistema de riego J.J. Puello.

- Para evitar que el sistema de drenes de campo sea sobre diseñado, debe diseñarse el sistema de colectores troncales, principales y secundarios, en forma definitiva. El diseño de drenes de campo debe ser considerado como tentativo. Durante la excavación de los drenes principales, el efecto de ellos sobre la depresión del manto freático debe ser evaluado y así poder modificar el diseño tentativo de los drenes de campo.

- Investigarcon mayor profundidad la conveniencia técnica y económica de combinar la construcción de drenes de campo, con drenes topo y fundamentalmente con colectores profundos y drenes de alivio en su plantilla.

- Previo al inicio de los lavados de los suelos afectados por sales, producir un mejoramiento del microrelieve del suelo con nivelación y/o emparejamiento y, subsolado en sentido paralelo a la dirección de la pendiente máxima del suelo.

- Durante la etapa de recuperación de los suelos utilizar cultivos tolerantes a la salinidad y exceso de humedad, como el arroz (durante dos campañas de lavados). A partir de que el nivel de salinidad haya descendido a menos de 7mhos/cm, sembrar cultivos semi-tolerantes, como batata, sorgo, y cuando se alcanzen niveles de salinidad inferiores a 3 mmhos/cm., sembrar habichuela y otros cultivos sensibles a la salinidad, pero de alto valor comercial.

- Profundizar a través de un estudio detallado desalinidad recarga confinada, flujos laterales, salinidad de las aguasfreáticasy los suelos, lacapacidad de drenaje natural de los suelos del valle.

En lo inmediato el INDRHI debe proceder a realizar las siguientes acciones en el área afectada.

- Entrenamientosalos agricultores sobre losaspectos de manejo de suelos y agua con problemas de salinidad.

- Iniciar el mejoramiento del sistema principal de drenaje de acuerdo a las recomendaciones que emanen de esta consultoría.

III. ESTRATEGIA Y DIMENSIONAMIENTO

A. Concepción del subproyecto

El subproyecto de red de drenaje y recuperación de suelos se concibe como un conjunto de tareas, actividades y procesos que, servirán de base para plantear un esquema racional que permita llegar a soluciones tangibles en la tarea de restituir la capacidad productiva de los suelos afectados por empantanamiento y ensalitramiento en la margen derecha del río San Juan. La solución de esos problemas, permitirá prevenir la evolución hacia nuevas áreas.

Para restituir y sostener de manera permanente la capacidad productiva de las tierras ahora afectadas, se contempla en el subproyecto la necesidad de desarrollar tres tipos de acciones generales:

1.- Instalar y construir un sistema funcional de drenaje.

2.- Controlar la salinidad en las tierras.

3.- Reducir la recarga inducida de agua al valle.

B. Elementos operativos

Para el logro de los objetivos del subproyecto de drenaje y recuperación de los suelos, la estrategia propuesta está fundamentada en las siguientes actividades específicas:

1. Mejoramiento del funcionamiento del sistema de drenaje existente.

El conjunto de actividades incluye:

1.- Readecuar 9,417 Ml. de cauces naturales existentes y su incorporación a la red de drenaje principal del valle, así como su restitución operacional, eliminando los bloqueos y adecuando sus cauces. (ver volumenes a excavar en el anexo A).

2.- Rehabilitar, mejorar y extender del sistema de drenaje artificial existente en las áreas afectadas, lo cual alcanza una extensión de 34.44 km.(ver volumenes a excavar en el anexo B).

3.- Construir el sistema parcelario en las áreas afectadas, con una extensión de 194,532 Ml. en nivel parcelario y 25,440 Ml. en el nivel de colectores parcelario.

En el anexo C anexo, se presenta un resumen de los drenes y obras a rehabilitar y a construir en las áreas afectadas.

2. Control de la salinidad

Las actividades previstas para el control de la salinidad en las tierras afectadas guardan estrecha relación entre ellas y con las de drenaje, lo que obliga a que su ejecución se realize de manera coordinada y en secuencia muy estrecha.

Previo al inicio del proceso de lavado debe disponerse de estudios básicos que sirvan de apoyo para formular el plan de lavados. Los lavados serán ejecutados por los agricultores, como parte del riego a los cultivos y serán asistidos técnicamente para la ejecución.

Las características más relevantes de las acciones de mejoramiento previstas a realizarse en 500 ha. serán:

a. **Nivelación de tieras**

Lo cual consistirá en realizar los movimientos, cortes y rellenos necesarios para adecuar la superficie del terreno de manera que se facilite la distribución uniforme del agua aplicada.

El movimiento de tierra no deberá perjudicar la fertilidad y la calidad productiva de la tierra, para lo cual se tomará en cuenta las características del perfil del suelo.

b. **Subsolado**

En las áreas afectadas, dominan los suelos de textura pesada con presencia frecuente de lentes de material de muy baja permeabilidad que sostienen capas colgantes de agua, además existe un manto freático confinado que contribuye a alimentar con agua muy salada al manto freático superficial.

Las labores de subsolado, después de la nivelación, asegura los beneficios de la nivelación, de la aplicación de mejoradores y la efectividad de los lavados.

c. **Aplicación de mejoradores**

Aplicación de yeso como mejorador de la estructura y la permeabilidad del suelo. La dosis es de 2 ton/ha., lo cual se realizará con las labores de preparación del suelo.

La construcción de las redes mayores y menores de drenaje se consideran objeto del subproyecto de drenaje y control de salinidad. En cambio, la nivelación, el subsolado, la aplicación de mejoradores y la operación de lavado se contemplan como propia de acciones que realizan los agricultores en sus fincas para aumentar la capacidad productiva.

3. Metodología para dimensionar las metas y costos del subproyecto.

Para el dimensionamiento de las metas propuestas a alcanzar con la ejecución de las actividades contempladas en el subproyecto y el costo de ellas, se simularon varios escenarios de funcionamineto del sistema principal de drenaje y del sistema parcelario a diferentes espaciamientos, profundidades y tipos de drenes: abiertos y/o subterráneos.

Las metas finales planteadas guardan estrecha relación con los objetivos del subproyecto.

4. Objetivos

a. **Objetivos específicos**

- Restituir y sostener la capacidad productiva de los suelos afectados por empantanamiento y ensalitramiento.

- Detener el avance del proceso de empantanamiento y ensalitramiento hacia nuevas áreas.

b. **Objetivos intermedios**

- Adecuar el funcionamiento del sistema de drenaje a las necesidades del valle.

- Adoptar y aplicar normas y procedimientos para el control de la salinidad en los suelos del valle.

5. **Metas**

En relación con los objetivos específicos:

- Eliminar las restricciones de empantanamiento y ensalitramiento en 1500 ha. de suelos en el primeraño y recuperar el total de las 3,075 ha. afectadas al final del segundo año.

- Mantener el manto freático a una profundidad por debajo de 1.5 m.en las áreas recuperadas y enlas 2,160 ha. potencialmente susceptibles de afectarse.

En relación a los objetivos intermedios:

- Al final del primer año de ejecución del proyecto, se habrá rehabilitado y/o construido 9,417 Ml.de drenes naturales, 34,440 Ml. de drenes principalesabiertos y 219,972 Ml. de drenes parcelarios subterráneos.

- Aplicar labores especiales de suelo y láminas de sobre-riego para lbdviar las sales en 500 de las 3,075 ha. de suelos afectadas, que tiene C.E > o igual a 14.0 mmhos/cm.

C. **Interrelaciones con otras acciones del proyecto**

Desde el punto de vista de la concepción y objetivo general del proyecto, las acciones planteadas en el subproyecto de red de drenaje y recuperación de suelos guardan estrecha relación con muchas de las acciones planteadas en otros componentes, entre ellas: las referentes al patrón de cultivos a establecer en la fase de recuperación de los suelos afectados en la fase post recuperación, así como de las operaciones que deberán conducir los agricultores durante el proceso de lavados de suelos.

La definición y establecimiento de una estrategia de transferencia que logre aumentar significativamente el nivel actual de manejo de agua y tierra en el proyecto, está íntimamente vinculada con la necesidad planteada de reducir las pérdidas inducidas através del uso ineficiente del agua.

D. **Beneficiarios**

La población directamente beneficiada por el subproyecto, en el sentido que recibirá todos los beneficios del mismo, está constituida por un total de 794 productores, de los cuales, el 68.4 % son beneficiarios de reforma agraria, con propiedades de menos de 3 ha. y el 31.6 % restantes son agricultores privados. Además, recibirán los beneficios de las acciones propuestas unos 710 productores adicionales, cuyos predios son potencialmente susceptibles de afectarse con el avance del proceso del empantanamiento y ensalitramiento que se desarrolle, especialmente a medida que se intensifique el riego.

E. Descripción de las acciones propuestas

1. General

Las obras proyectadas tienen por objeto principal recuperar los suelos salinos y empantanados en la superficie antes mencionada, que debido a limitaciones del drenaje interno de los suelos, bloqueos de cauces naturales existentes y aplicaciones excesivas de agua de riego han creado problemas de empantanamiento y ensalitramiento, lo cual se ha traducido en una pérdida de la capacidad productiva en una superficie de 2375 has. brutas de tierra, en las cuales, solamente esposible hacer un ciclo de arroz con rendimientos que en la mayoría de los casos resultan inferiores a 1.9 ton/ha. (30% del potencial productivo de los suelos normales), y limitado los rendimientos en 600 ha. adicionales que se siembran de habichuela, batata, sorgo y maíz, los cuales están produciendo por debajo del 70 % de su potencial productivo.

Además, con dichas obras se detendrá el avance del proceso de empantanamiento y salinización hacia nuevas áreas que ahora funcionan normalmente, pero que potencialmente resultan suceptibles de afectarse. Se considera por tanto necesario para corregir y evitar la continuación del proceso de empatanamiento y salinización:

a. Proyectar un sistema de drenaje interno, integrado por 194,532 metros líneales de drenes parcelarios de 100 mm. de diámetro colocado a una profundidad de 2 m. y 100 m de espaciamiento y 25,440 metroslíneales de drenes subcolectores subterráneos de 160 mm. de diámetro a una profundidad de 2 m. (ver plano de localización a escala 1:2,000 en el anexo H).

b. Construir 24,660 metros líneales de drenes abiertos con profundidad de 2.5 m. (ver perfiles longitudinales en el anexo H).

c. Construir 9,780 metros líneales de drenes colectores principales abiertos, con profundidad de 3 m. (ver perfiles longitudinales en el anexo H).

   - Rectificar y linearizar de 9,417 m. de cauces naturales.

d. Construcción de 57 caidas y 26 alcantarillas, cuyas características se presentan en el anexo C.

e.- Recuperar los suelos muy salinizados (C.E > o igual a 14.0 mmhos/cm), que totalizan aproximadamente 500 ha., mediante las operaciones siguientes:

   - Nivelación del terreno (500 ha.).

   - Subsolado en dirección transversal a los drenes parcelarios, a máxima pendiente, profundidad de 0.5 m. y separación de 2 m.

   - Incorporación de correctivos correspondientes, para mejorarla permeabilidad del terreno (yeso pulverizado a razón de 2 ton/ha).

   - Labores de preparación del terreno para lavado.

   - Lavados del terreno, con láminas de 15 cm. e intervalos de 5 días.

2. Análisis técnico de alternativas para selección de acciones.

El uso de drenes subterráneos con tuberías a nivel parcelario y de subcolectores, combinado con drenes principales abiertos, resulta la solución más idónea desde el punto de vista de costo de construcción, funcionamiento, costo de mantenimiento y aceptación por los agricultores. Comparado con drenes subterráneos, los abiertos tienen ventajas y desventajas específicas, entre las ventajas se destacan:

- Ellos pueden servir para recibir tanto el agua de escorrentía superficial como subsuperficial.

- Requieren menos gradiente para el transporte del agua.

- Son de fácil inspección.

Entre las desventajas, se incluyen:

- Pérdida de tierras agrícolas.

- Crecimiento de plantas acuáticas y erosión, ambas situaciones requieren frecuente y costos o mantenimiento.

- Las parcelas son divididas en tamaños más pequeño, lo cual dificulta enormemente la actividad agrícola.

Para el análisis se ha considerado la construcción y mantenimiento de un kilómetro de dren parcelario de 2.0 m. de profundidad, para las condiciones de suelo, clima y requerimiento de mantenimiento en San Juan.

Costo de construcción.

Dren abierto:
Profundidad : 2.00 m.
Solera : 0.70 m.
Talúd : 1:1
Ancho camino de servicio : 3.00 m.
Ancho de la zanja : 4.70 m.
Cantidad de tierra a mover : 5,400 m^3.
Costo del m^3 : US$ 2.26 (administración).
Costo total por kilómetro : US$ 12,204

Dren Subterráneo:
Profundidad : 2.00 m.
Ancho de la zanja : 0.50 m.
Material de drenaje :
- Tubo plástico de 100 mm. de diámetro.
- Grava no clasificada con espesor de 0.10 m. por debajo y por encima del tubo de drenaje.
- Tubo de P.E de 4" de diámetro y 2.5 m. de largo.

Requerimiento de maquinaria :

- Drenadora : se requieren 19 horas.
- Excavadora hidráulica : 1 hora.
- Motoniveladora : 5.2 hora.

Costo de maquinaria :

- Drenadora : US$ 49.2/h. x 19 h. = US$ 934.8
- Excavadora : US$ 49.2/h. x 1 h. = US$ 49.2
- Motoniveladora : US$ 35.6/h. x 5.2 h. = US$ 185.1

Costo de los materiales de drenaje :

- Tubería : US$ 1,200/km.
- Grava : US$ 10/m^3 x 140 m^3/km. = US$ 1,400/km.
- Tubo de salida y piezas auxiliares : US$ 60/km.

Costo total por kilómetro : US$ 3,829.1

Superficie de tierra utilizada :

- Drenes abiertos.

  Ancho de la zanja : 4.70 m.

  Ancho del camino de servicio : 3.00 m.

  Total superficie utilizada : 7.70 m. x 1000 m. = 7,700 m^2 = 0.77 ha/km.
- Drenes subterráneos.

  No utiliza tierra agrícola.

Costo de mantenimiento :

- Drenes abiertos.

  Considerando una limpieza por año.

  Rendimiento de una excavadora hidráulica : 50 m/h.

$$\text{Costo:} \quad \frac{1{,}000 \text{ m.}}{50 \text{ m/h.}} \times \text{US\$ } 49.2/\text{h.} = \text{US\$ } 984.00$$

- Drenes subterráneos.

Durante el primer año, se requiere una limpieza y varias visitas de inspección con reemplazo de partes afectadas. El costo máximo de mantenimiento ocurre durante el primer año de instalación del sistema, alcanzando valores entre US$50.00 y US$100.00 por kilómetro, para lo cual se utiliza un compresor de alta presión (drain cleaner).

Una gran ventaja de los drenes abiertos es de disponer de mayor facilidad para evacuar los excesos de agua, tanto superficiales como subsuperficiales. En el caso del valle de San Juan, esa ventaja comparativa no tiene mucho peso, debido a que la zona se caracteriza por una escasa precipitación anual. El cuadro No. 10 resume los datos del análisis comparativo de las ventajas y desventajas de usar drenes parcelarios abiertos y subterráneos.

CUADRO NO.10
ANALISIS COMPARATIVO DE LAS VENTAJAS Y DESVENTAJAS
DE DRENES SUBTERRANEOS VS. DRENES ABIERTOS.

TIPO DE DREN	COSTO DE CONST. (U.$$/KM)	TIERRA USADA (M2/KM)	COSTO DE MANT. (U.$$/AÑO/KM)	RAPIDEZ DE EVACUACION	DIFICULTAD DE LABORES AGRIC.	REQUERIMIENTOS OBRAS ADICIONALES
ABIERTO	12204	7700	964	ALTA	MUCHA	ALTO
SUBT.	3829	0	70	BAJA	NINGUNA	NINGUNA

3. Costos

El costo para ejecutar las acciones proyectadas es el siguiente:

Sistema de drenaje subterráneo	US$	1,339,225
Sistema de drenaje abierto	US$	895,402
Ingeniería y administración	US$	685,000
Costos concurrentes	US$	150,000
Subtotal	**US$**	**3,069,627**
Imprevistos (10 %)	US$	306,963
Total	**US$**	**3,376,590**

Notas:

1.- Los costos de ingeniería y administración se detallan en el anexo E y las memorias de cálculo en los anexos C y F;

2.- Los costos concurrentes se asignan para estudio detallado de los suelos de acuerdo a las conclusiones y recomendaciones del diagnóstico (2.7 y 2.8 de este informe);

3.- Los costos de mantenimiento del sistema de drenaje propuesto, se detallan en los puntos 5.3.1.3 y 5.3.2.1 más adelante. Estos costos ascienden a US$ 954,000 para los cinco años del proyecto, pero no serán objeto de financiamiento, por lo cual no se incluyen en este resumen de costo.

IV. ORGANIZACION INSTITUCIONAL

A. Licitación y ajudicación de obras

Se propone que los trabajos de mejoramiento en 9,417 m. de cauces naturales, lo mismo que la construcción de los 219,972 m. de drenes subterráneos y los trabajos de construcción de 34,440m. de drenes principales abiertos y las obras complementarias, se ejecutarán mediante contratos con empresas privadas. El INDRHI deberá formular las bases y términos de referencia para la licitación. El control y supervisión de dichas obras estarán a cargo del INDRHI.

Se propone que los trabajos de lavado de los suelos salinizados sean realizados por los propios agricultores como parte de las actividades normales que realizan en sus fincas, con asistencia técnica de una unidad especializada.

El costo de la nivelación sería conveniente financiarlo como parte de las acciones a ejecutar en el componente de producción agropecuaria.

V. EJECUCION

A. General

Para la construcción de las obras y operaciones necesarias para el saneamiento y la recuperación de los suelos afectados, se seguira como norma y esquema operativo lo siguiente:

- Construir el sistema principal de drenaje incluido la intervención en los cauces naturales y evaluar su efecto sobre el abatimiento del manto freático.

- Realizar el sistema de drenaje parcelario en dos fases, colocando en la primera los drenes a 100 m. de distancia (doble distanciamiento del área piloto), y en una segunda fase se intercalarán drenes en aquellas unidades de suelos en que el sistema de drenaje colocado en la primera fase resulte insuficiente.

- Restitución y linearización de drenes naturales: se proyecta reestablecer y ampliar su capacidad de drenaje natural, bajando su nivel base hasta una profundidad mínima de 3m. Así mismo, se reducirán al mínimo los "codos" existentes en ellos.

- Profundización de desagues: siempre que los drenes parcelarios y/o subcolectores desaguen en un dren colector de zanja abierta ya construido, habrá que profundizar su nivel base, cuando entre la salida prevista del dren y la solera de la zanja, haya una diferencia de cota menor de 30 cm.

- Profundización y tapado de zanjas: dado que existen zanjas innecesarias, se proyecta cubrirlas dejandoenel interiorun dren con envolvente de grava para crear una zona con mejor capacidad de drenaje, habrá que limpiarlas y profundizar cuando el dren previsto haya de ir a una profundidad mayor que la existente en la zanja.

El Tendido de drenes se hará con drenadora a excepción de las partes donde aparezca lodo. (ver especificaciones técnicas para la construcción en el anexo G).

- El material de los tubos de drenaje a emplear será polivinyl (PE), corrugados flexibles, con diámetro nominal de 100 mm., longitud de 100 m., espesor de la pared del tubo 1.0 mm., anchura de la ranura de 2.0 mm., longitud de la ranura 25-30 mm. y peso de 0.48 - 0.64 Kg/m. Para los subcolectores parcelarios, se emplearán tubos corrugados con diámetro nominal de 160 mm.

- La pendiente máxima será de 6 por mil y mínima de 3 por mil en los parcelarios. En los subcolectores, la pendiente será de 6 por mil.

- En las zanjas abiertas con la drenadora se extenderá una capa de grava de 20 cm. de espesor como relleno poroso. Las zanjas se rellenarán una vez tendido el dren, con la tierra extraida al abrirlas.

- Las salidas de los drenes en su parte final será protegida con tubos envolventes de PVC rígido sin perforar y 2.5 m. de longitud. La longitud de 2.5 m. de éstos tramos viene dada por la apertura ralizada con retroexcavadora para facilitar el comienzo del trabajo de la drenadora.

- La longitud de las líneas de drenaje más conveniente será de 400 m., en longitud mayor se contruirán registros a distancias multiples de esa.

- Perforaciones manuales de 3 m. de profundidad en la solera de los drenes abiertos principales, a distancia de 100 m. Las perforaciones no serán protegidas.

- Completar la labor del drenaje subterráneo con la construcción de drenes "topos", lo que favorece el espaciamiento de drenes parcelarios fijado y el paso del agua a través de capas de suelo impermeable.

- Subsolado en dirección de la máxima pendiente del terreno, a profundidad de 0.4 a 0.6m. y separación de 2 m.

- Labores y enmiendas:

- Las tierras que van a lavarse deben nivelarse previamente y someterse a una buena preparación del terreno. Después se forman "melgas" con superficie no mayor de un cuarto de ha.

- Inmediatamente después de colocar los drenes y antes de iniciar los lavados de desalinización, se extenderá yeso sin cocer en dosis de 2 ton/ha, efectuando acto seguido un subsolado a 0.6 m. de profundidad.

- Lavados:

- Se iniciarán cuando el manto freático haya descendido hasta una profundidad mínima de 1.0m. Las láminas parciales de lavados serán de 15 cm. y se aplicarán cada 5 a 6 días.

B. Cronograma de ejecución

ACTIVIDAD	NUMEROS	MESES CALENDARIO															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
A.- ENTREGA DE EQUIPOS Y MATERIALES																	
1.- FIRMA DE CONTRATO (INDRNI-CONT.)		*															
2.- MAQUINAS DE DRENAJE	2	*	*	*	*												
3.- EXCAVADORAS	7	*	*														
4.- MOTONIVELADORA	1	*	*														
5.- TRACTORES	2	*	*														
6.- TUBOS PE, DIAMETRO DE 100 MM.	194,532 M.	*	*	*	*												
7.- TUBOS PE, DIAMETRO DE 160 MM.	25,440 M.	*	*	*	*												
B.- DISEÑOS DEFINITIVOS																	
1.- DRENES ABIERTOS	43,857 M.	*	*														
2.- DRENES SUBTERRANEOS	219,972 M.					*	*										
C.- EJECUCION DE LAS OBRAS																	
1.- ENTREGA DE TUBERIAS	219,972 M.					*	*	*									
2.- TRANSPORTE DE TUBERIA AL CAMPO	219,972 M.						*	*	*	*	*	*	*	*			
3.- EXCAVACION DRENES PRINCIPALES	43,857 M.			*	*	*	*	*	*	*	*	*					
4.- EXCAVACION TENDIDO DE DRENES SUB	194,532 M.					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
5.- TRANPORTE DE GRAVA AL CAMPO	23,586 M^3					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
6.- TAPADO DRENES SUBTERRANEOS	194,532 M.					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
7.- CONEXION REGISTROS						*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
8.- CONSTRUCCION OBRAS COMPLEMENT.					*	*	*	*	*	*	*	*	*				

C. Mantenimiento

1. Sistema de drenes subterráneos

El mantenimiento del sistema de drenaje subterráneo implica todas las medidas necesarias para asegurar que el sistema continue funcionando adecuadamente durante la vida económica del mismo.

Las medidas de mantenimiento que normalmente se aplicarán al sistema a construirse, serán de dos categorias:

- Inspecciones regulares del sistema.
- Restablecimiento del funcionamiento adecuado sí es necesario.

a. Inspección del sistema de drenaje

Para los posibles problemas y fallas que pueden ocurrir en el sistema de drenaje a construirse y los métodos de chequeos sistemáticos y localización de fallas, se deberá utilizar como guía lo siguiente:

- Sí se observa que el sistema no está controlando adecuadamente el manto freático, o
- Que la descarga de una o varias líneas de drenes es mínima a pesar de existir un mantofreáticosuperficial.

Habrán varias posibles causas, entre ellas:

- La línea de tuberia puede estar dañada.
- La línea de tuberia puede estar colmatada de particulas de suelo.
- La línea puede estar obstruida por compuestos químicos.
- La línea de tuberia puede haber sido penetrada por raíces.

Para definir la posible causa, es necesario colocar piezométros en los puntos de transición de flujo (punto medio entre dos líneas de drenes, en la proximidad de la línea y en el centro de una línea), y se mide la pérdida de carga.

b. Limpieza del sistema de drenaje

El método a utilizar en la limpieza de las líneas de tuberías del sistema de drenaje es através de flujo de agua a alta presión (80 a 100 atmósfera) y manguera de 350 m. de longitud.

La limpieza se hará en dirección contraria al flujo. La frecuencia de limpieza estará determinada por la calidad de instalación del sistema. El sistema deberá ser inspeccionado y, sí es necesario, limpiado preferiblemente al final del período de riego. Cada limpieza del sistema será antecedido y precedido por una inspección general.

Cuando los laterales de campo descargen en colectores de tubería, deberá instalarse registros en cada punto de unión para asegurar el mantenimiento adecuado y una buena inspección.

Sí las líneas de laterales tienen longitudes mayores de 400 m. es conveniente colocar registros con intervalos de 400 m.

c. **Costo de mantenimiento**

El costo de mantenimiento del sistema se ha estimado a razón de US$ 7.00 por hectárea por año. Durante el primer año de instalación el costo podría resultar algo superior a los 7.00 dólares por hectáreas, debido a que el sistema requerirá de inspecciones más frecuentes.

El costo total estimado para las 3,075 ha. a cubrirse con el sistema es de US$ 21,525 por año y de US$ 86,100 durante el proyecto.

Los costos incluyen las inspecciones periodicas, limpiezas y reemplazo de secciones de tuberias dañadas.

2. Sistema de drenes abiertos

Un buen mantenimiento es fundamental para asegurar que el sistema de drenaje a construir cumpla con los objetivos propuestos de evacuar los excesos de agua, tanto superficiales como subsuperficiales.

El Mantenimiento inadecuado, además de reducir la duración de la vida del sistema, aumenta el costo del mantenimiento e impide maximizar los beneficios del sistema productivo en su conjunto.

Los trabajos de mantenimiento en el sistema de drenaje compuesto por 9,417 Ml de cauces naturales, 34,440 Ml. de drenes con profundida entre 2.5 y 3.0 m. y las correspondientes obras adicionales, como son: alcantarillas, caidas, puentes, badenes, etc.

Se pueden dividir en cuatro categorias generales :

1.- Mantenimiento regular.

2.- Reparaciones periodicas.

3.- Reparaciones anuales.

4.- Reparaciones de emergencias.

El mantenimiento regular tiene como objetivo restaurar periódicamente la sección transversal y el perfil longitudinal de los drenes para asegurar la evacuación segura del agua en tiempo adecuado y sin elevación excesiva de tirantes.

La frecuencia de mantenimiento regular será:

- Limpieza de maleza. 2 por año.
- Limpieza de sedimentos. 2 por año.

La limpieza en los drenajes se realizará en dirección contraria al sentido del flujo comenzando desde el punto de descarga.

En los trabajos de desyerbe no podrá utilizarse ningún componente químico, ni mucho menos utilizar equipo que altere la sección de diseño. La eliminación de malezas se realizará exclusivamente en la solera del dren.

La programación de la actividad de desyerbe y el volumen de trabajo se determina por metro lineal. La totalidad de drenes a desyerbar se distribuyen por grupos de brigadas de acuerdo con el rendimiento y el tiempo disponible para efectuar la labor.

La extracción de sedimentos se efectuará con retroexcavadora.

La máxima altura de acumulación de sedimentos permisible es de 0.5 m., tanto en los drenes principales como en los colectores.

La labor de extracción de sedimentos deberá estar precedida del levantamiento topográfico del fondo. Este se hará cada 20 m. y se tomarán las cotas de fondo de las estructuras fijas. La sección final después de la limpieza debe ser similar a la de diseño, en especial el ancho de la solera, cota de fondo y taludes.

El mantenimiento de obras adicionales (alcantarillas y caidas) tiene como objetivo mantener limpios de sedimentos y basuras esas estructuras hidráulicas para permitir el paso del agua sin ningún tipo de entorpecimiento. Esas estructuras se inspeccionarán regularmente para evitar la erosión, serán inspeccionadas y limpiadas antes de cada campaña de riego.

a. Costos de mantenimiento

- Desyerbe a manos en solera de los drenes.

LONGITUD (M)	RENDIMIENTO (M/HORA)	TIEMPO REQUERIDO (HORA)	COSTO MANOS OBRA (US$/HORA)	COSTO DE ACTIVIDAD (US$/AÑO)
87,594	5	17,520	0.4	7,008.0

- Extracción de sedimentos con equipos.

LONGITUD (M)	RENDIMIENTO (M/HORA)	TIEMPO REQUERIDO (H)	COSTO DE EQUIPO (US$/HORA)	COSTO DE LA ACTIVIDAD (US$/AÑO)
87,594	20	4,380	49.2	215,496.0

3. **Programa de costos estimados del subproyecto por categoría de inversión (en US$1000)**

CATEGORIA DE INVERSION	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	TOTAL	%
1.- INGENIERIA Y ADMINISTR.							
1.1.- INGENIERIA	185.0	0.0	0.0	0.0	0.0	185.0	5.0
1.2.- SUPERVISION Y ADMINISTR.	389.5	110.5				500.0	15.0
2.- COSTOS DIRECTOS							
2.1.- OBRAS CIVILES	2,050.4	184.2	0.0	0.0	0.0	2,234.6	67.0
2.2.- MAQUINARIAS Y EQUIPOS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.3.- VEHICULOS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.- COSTOS CONCURRENTES							
3.1.- ESTUDIOS	150.0	0.0	0.0	0.0	0.0	150.0	4.0
3.2.- GASTOS OPERATIVOS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SUBTOTALES	2,774.9	294.7	0.0	0.0	0.0	3,069.6	
4.- SIN ASIGNACION ESPECIFICA							
4.1.- IMPREVISTOS (10%)	277.5	29.4	0.0	0.0	0.0	306.9	9.0
4.2.- ESCALAMIENTO DE COSTOS							
TOTALES	3,052.4	324.1	0.0	0.0	0.0	3,376.5	
PORCENTAJES	90.0	10.0	0.0	0.0	0.0	100.0	

VI. JUSTIFICACION DE LAS ACCIONES PROPUESTAS

El esquema de drenaje seleccionado con una combinación de drenes a cielo abierto en nivel principal que integra el drenaje natural con el superficial y subterráneo que asegura la evacuación en tiempo adecuado de los excesos de agua que se puedan presentar, tanto de origen superficial como subsuperficial.

Parte de los drenes abiertos se han diseñado con una profundidad de 3 m. y perpendicular a la dirección del flujo subsuperficial, esa característica le permitirá actuar comointerceptoresdelflujosubsuperficialy en consecuencia tener una mayor separación entre los drenes parcelarios.

El INDRHI, tendrá la responsabilidad directa en la administración del subproyecto y licitar las obras a construir.

De acuerdo con el nivel de inversión requerido para ejecutar las acciones propuestas, las mismas resultan del orden de los US$ 1,100/ha., que comparado con los beneficios directos e indirectos a generar a través de los resultados a lograr, tienen una ámplia justificación. Se estima que el subproyecto reincorporará a la producción agrícola sostenida alrededor de 500 ha. y mejorará los niveles actuales de producción en unas 3,075 ha., incluidas las 500 ha. indicadas. Con ello se beneficiarán directamente unos 794 productores, los cuales podrán mejorar significativamente sus ingresos y en consecuencia su bienestar social.

La ruptura del equilibrio hidrológico en los suelos de la margen derecha del rio San Juan ha afectado significativamente el medio ambiente, deteriorando los suelos con la acumulación de sales nocivas al crecimiento vegetal y generando un ambiente favorable al desarrollo de plagas e insectos que ataca tanto la especie humana, como vegetal y animal.

Las acciones del subproyecto, asegurarán la restitución de la capacidad productiva de los suelos, detendrá el impacto detrimental en ellos y saneará el medio ambiente favorable para el desarrollo de plagas y enfermedades.

VII. EVALUACION DEL IMPACTO DE LAS ACCIONES PROPUESTAS

Para medir y evaluar el impacto de las acciones a ser ejecutadas se tiene instalado un sistema de monitoreo que permite registrar las fluctuaciones del manto freático en el área bajo riego, el avance o disminución de la salinidad en los suelos y las aguas y los niveles de productividad de los cultivos.

El sistema de monitoreo para registrar las fluctuaciones del manto freático ya instalado será complementado con baterías de piezométros a mayor profundidad que los pozos de observación existentes.

Para el caso de la salinidad de los suelos debe realizarse muestreos y determinaciones de laboratorio al final de cada campaña agrícola.

Las aguas de riego y drenaje deberán ser muestreadas en puntos estratégicos del sistema, para conocer sus concentraciones salinas y poder tomar medidas de manejo localmente y en los puntos fuera del área donde son reusadas.

Deberá instalarse un sistema funcional para la captura y procesamiento de datos que permite elaborar estadísticas hidrométrica y agrícola confiable y de ellas sacar conclusiones que permitan seguir mejorando en forma sostenida el uso de los recursos de tierra, agua, mano de obra y capital.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Para mejorar la eficiencia de aplicación del agua de riego se recomienda:

   a. Un plan de operación que incluye la entrega de agua a la unidad de riego en función de los requerimientos de los cultivos.

   b. Entrenamiento y capacitación a productores y técnicos en los aspectos de manejo y uso del agua en la finca.

   c. Nivelación de los suelos.

2. Medidas que se recomiendan para evitar que los agricultores recurran al represamiento de los drenes y corrientes naturales:

   a. Que el distrito de riego estudie los casos donde se presenten necesidades de represamientos para poder derivar agua hacia las tierras de cultivos, se extienda la red de riego hasta ellas y se suministre agua en turnos nocturnos, cuando un elevado porcentaje de agricultores no están regando.

   b. Cuando no sea posible regar con agua del sistema de riego (punto anterior), la derivación del agua desde los drenes se podrá hacer a través del sistema de bombeo, sin represamiento de la corriente.

3. La organización de regantes que el INDRHI propicia a través de la unidad de manejo de agua, constituye el vehículo más idóneo para lograr la concientización y participación de los productores en el proceso de saneamiento de las tierras afectadas por salinidad. De hecho, en fincas afectadas la unidad de manejo de agua implementa acciones de motivación y capacitación entre los agricultores de la Asociación Regantes que funciona en el canal lateral Pedro Corto.

4. En la Junta de Regantes que se organiza en el sistema de Riego J.J. puello, el INDHRI delegará la responsabilidad de la administración, operación y mantenimiento de dicho sistema de riego. En este caso, como en otros sistemas de riego del país, donde ya las organizaciones de regante, administran los sistemas de riego, el INDRHI debe adoptar como política, el traspaso de las maquinarias de mantenimiento a las organizaciones de regantes.

   Para el mantenimiento de la red de distribución y entrega de agua y del sistema de drenaje a nivel subcolector y parcelario, la organización de regantes, deberá adoptar como pre requisito para recibir el agua en la unidad de riego al inico de cada ciclo de cultivo, que la red de riego y drenaje que le corresponde, esté completamente limpia. Además, el aporte en mano de obra en la limpieza se acredite a favor del agricultor, para fines de pago de tarifa de agua.

5. Los agricultores deberán costear las obras a nivel parcelario (nivelación de tierra, recuperación de tierras salinizadas y construcción de los drenes parcelarios subterráneos). La recuperación de los costos de inversión de las obras mayores se hace en la actualidad a través de la aplicación de la ley de cuota-aparte, en la cual el beneficiario paga en tierra el agua y agua entre el 50 ó 60% de las tierras a regarse con el sistema, lo que parece ser lo más adecuado.

ANEXO A

VOLUMEN A EXCAVAR EN CAUCES NATURALES

MOVIMIENTO DE TIERRA

CAÑADA SAN ANTONIO

EST.	AREA (M^2)	AREA MEDIA (M^2)	LONG. (M)	VOLUMEN (M^3)
0+000	0.00			
0+150	0.40	0.20	150.00	30.00
0+250	8.10	4.25	100.00	425.00
0+350	8.90	8.50	100.00	850.00
0+425	6.13	7.52	75.00	564.00
0+450	17.50	11.82	25.00	295.50
0+525	18.98	18.24	75.00	1368.00
0+585	10.08	14.53	60.00	871.80
0+725	21.00	15.54	140.00	2175.60
0+000	15.38	18.19	75.00	1364.25
0+840	8.64	12.01	40.00	480.40
0+975	10.35	9.50	135.00	1282.50
1+100	13.60	11.98	125.00	1497.50
1+200	12.32	12.96	100.00	1296.00
1+350	15.53	13.93	150.00	2089.50
1+525	6.72	11.13	175.00	1947.75
1+675	19.87	13.30	150.00	1995.00
1+875	13.18	16.53	200.00	3306.00
1+950	18.50	15.84	75.00	1188.00
1+970	15.72	17.11	20.00	342.20

VOLUMEN TOTAL DE CORTE (M^3) = 23369.00

CAÑADA PEDRO SANCHEZ

EST.	AREA (M^2)	AREA MEDIA (M^2)	LONG. (M)	VOLUMEN (M^3)
0+000	35.70			
0+025	12.50	24.10	25.00	602.5
0+038	9.12	10.81	13.00	104.5
0+075	26.40	17.76	37.00	657.1
0+106	18.48	22.44	31.00	695.6
0+218	10.75	14.62	112.00	1637.4
0+275	22.14	16.45	57.00	937.6
0+450	18.90	20.52	175.00	3591.0
0+550	11.55	15.23	100.00	1523.0
0+650	23.40	17.48	100.00	1748.0
0+710	11.20	17.30	60.00	1038.0
0+875	25.51	18.36	165.00	3029.4
0+900	19.20	22.36	25.00	559.0
0+954	12.00	15.60	54.00	842.4
0+984	14.94	13.47	30.00	404.1
1+075	16.19	15.57	91.00	1416.8
1+158	2.72	9.46	83.00	785.1
1+422	4.98	3.85	264.00	1016.4

VOLUMEN TOTAL DE CORTE (M^3) = 2062.23

CAÑADA LA COLUMNA

EST.	AREA (M^2)	AREA MEDIA (M^2)	LONG. (M)	VOLUMEN (M^3)
0+000	5.55			
0+025	10.61	8.08	25.00	202.0
0+050	6.14	8.38	25.00	209.5
0+075	11.12	8.63	25.00	215.7
0+100	23.00	17.06	25.00	426.5
0+125	13.05	18.03	25.00	450.7
0+150	19.33	16.19	25.00	404.7
0+175	18.56	18.95	25.00	473.7
0+200	38.63	28.60	25.00	715.0
0+225	10.40	24.52	25.00	613.0
0+250	44.88	27.64	25.00	691.0
0+275	9.10	26.99	25.00	674.7
0+300	10.32	9.71	25.00	242.7
0+325	8.89	9.61	25.00	240.2
0+350	3.72	6.31	25.00	157.7
0+375	5.20	4.46	25.00	111.5
0+400	18.90	12.05	25.00	301.2
0+425	18.48	18.69	25.00	467.2
0+450	5.87	12.18	25.00	304.5
0+475	7.11	6.49	25.00	162.2
0+500	6.40	6.76	25.00	169.0
0+525	5.02	5.71	25.00	142.7
0+550	9.50	7.26	25.00	181.5
0+575	10.40	9.95	25.00	248.7
0+600	18.50	14.45	25.00	361.2
0+625	10.58	14.54	25.00	363.5
0+650	11.22	10.90	25.00	272.5
0+675	8.42	9.82	25.00	245.5
0+700	10.43	9.43	25.00	235.7
0+725	9.68	10.06	25.00	251.5
0+750	4.42			
0+600	4.42	4.42	50.00	221.0
0+810	13.55	8.99	10.00	89.9
0+825	3.36	8.46	15.00	126.9
0+900	7.61	5.49	75.00	411.7
0+950	7.50	7.56	50.00	378.0
1+058.28	8.06	7.78	108.28	842.4
1+200	30.96	19.51	141.72	2769.9
1+234.50	13.65	22.31	34.50	769.7
1+260	17.60	15.63	25.50	398.5
1+825	6.54	24.14	565.00	13639.1
1+830	10.23	8.39	5.00	41.9
1+937	11.00	10.62	107.00	1136.3
2+011	8.61	9.81	74.00	725.9
2+023	1.80	5.21	12.00	62.5
2+100	11.04	6.42	77.00	494.3
2+125	3.60	7.32	25.00	183.0
2+175	6.65	5.13	50.00	256.5
2+250	4.80	5.73	75.00	429.7
2+305	4.96	4.88	55.00	268.4
2+309	7.03	6.00	4.00	24.0
2+375	4.40	5.72	66.00	377.5
2+417	6.00	5.20	42.00	218.4
2+450	3.03	4.52	33.00	149.1
2+475	2.74	2.89	25.00	72.2
2+537	5.60	4.17	62.00	258.5
2+600	6.31	5.96	63.00	375.4
2+731	0.13	3.22	131.00	421.8
2+800	4.48	2.31	69.00	159.3
2+844	0.00			
2+850	2.06	2.24	44.00	98.5
2+864	3.53	2.80	6.00	16.8
2+985	0.08	1.81	121.00	219.0
3+175	4.55	2.32	190.00	440.8
3+310	5.93	5.24	135.00	707.4
3+543	4.97	5.45	233.00	1269.8
3+575	1.46	3.22	32.00	103.0

VOLUMEN TOTAL DE CORTE (M^3) = 37699.31

CAÑADA 5D-1

EST.	AREA (M^2)	AREA MEDIA (M^2)	LONG. (M)	VOLUMEN (M^3)
	9.00	9.00	840.00	7560.00

VOLUMEN TOTAL DE CORTE (M^3) = 7560.00

CAÑADA DS - 9/01

EST.	AREA (M^2)	AREA MEDIA (M^2)	LONG. (M)	VOLUMEN (M^3)
	9.00	9.00	970.00	8730.00

VOLUMEN TOTAL DE CORTE (M^3) = 8730.00

ARROYO LA CEIBA

EST.	AREA (M^2)	AREA MEDIA (M^2)	LONG. (M)	VOLUM N (M^3)
0+000	19.02			
0+025	10.71	14.87	25.00	571.75
0+050	9.16	9.94	25.00	248.50
0+075	7.95	8.56	25.00	214.00
0+100	10.96	9.46	25.00	236.50
0+125	8.00	9.48	25.00	237.00
0+150	11.16	9.58	25.00	239.50
0+175	13.13	12.15	25.00	303.75
0+200	9.16	11.15	25.00	278.75
0+225	10.50	9.83	25.00	245.75
0+250	5.58	8.04	25.00	201.00
0+275	8.87	7.23	25.00	180.75
0+300	31.50	20.19	25.00	504.75
0+325	19.29	25.40	25.00	635.00
0+350	25.70	22.50	25.00	562.50
0+375	13.03	19.37	25.00	484.25
0+400	3.42	8.23	25.00	205.75
0+425	17.30	10.36	25.00	259.00
0+450	11.22	14.26	25.00	356.50
0+475	12.87	12.05	25.00	301.25
0+500	6.16	9.52	25.00	238.00
0+525	2.41	4.29	25.00	107.25
0+550	4.80	3.61	25.00	90.25
0+575	4.14	4.47	25.00	111.75
0+600	5.08	4.61	25.00	115.25
0+625	3.67	4.38	25.00	109.50
0+650	4.61	4.14	25.00	103.50
0+675	3.21	3.91	25.00	97.75
0+700	9.86	6.54	25.00	163.50
0+725	9.49			
0+750	7.55	9.68	25.00	242.00
0+775	12.79	10.17	25.00	254.25
0+800	5.16	8.98	25.00	224.50
0+825	6.56	5.86	25.00	146.50
0+850	5.22	5.89	25.00	147.25
0+875	7.15	6.19	25.00	154.75
0+900	3.60	5.38	25.00	134.50
0+925	1.02	2.31	25.00	57.75
0+950	11.38	6.43	25.00	160.75
0+975	1.62	6.73	25.00	168.25
1+000	1.49	1.56	25.00	39.00
1+025	0.00	0.75	25.00	18.75
1+050	0.13	0.07	25.00	1.75
1+075	1.55	0.84	25.00	21.03
1+100	0.00	0.78	25.00	19.50
1+150	0.00	0.00	25.00	0.00
1+175	0.00	0.00	25.00	0.00
1+200	3.52	1.76	25.00	44.00
1+225	5.84	4.68	25.00	117.00
1+250	1.25	3.55	25.00	88.75
1+275	7.66	4.46	25.00	111.50
1+300	10.36	9.01	25.00	222.25
1+325	4.86	7.61	25.00	190.25
1+350	7.62	6.24	25.00	156.00
1+375	19.34	13.48	25.00	337.00
1+400	13.51	16.43	25.00	410.75
1+425	5.00	9.26	25.00	231.50
1+450	11.70			
1+475	9.24	8.35	25.00	208.75
1+500	13.33	11.29	25.00	282.25
1+525	11.71	12.52	25.00	313.00
1+550	8.82	10.27	25.00	256.75
1+575	13.82	11.32	25.00	283.00
1+600	12.74	13.28	25.00	332.00
1+625	10.76	11.75	25.00	293.75
1+650	17.10	13.93	25.00	348.25
1+675	7.79	12.45	25.00	311.25
1+700	10.44	9.12	25.00	228.00
1+725	5.21	7.83	25.00	195.75
1+750	7.04	6.13	25.00	153.25

1+775	9.41	8.23	25.00	205.75
1+800	14.08	11.75	25.00	293.75
1+825	20.72	17.40	25.00	435.00
1+850	10.92	15.82	25.00	395.50
1+875	11.15	11.04	25.00	276.00
1+900	9.60	10.38	25.00	259.50
1+925	9.46	9.53	25.00	238.25
1+950	8.79	9.13	25.00	228.25
1+975	10.11	9.45	25.00	236.25
2+000	16.94	13.53	25.00	538.25
2+025	12.01	14.48	25.00	362.00
2+050	3.99	8.00	25.00	200.00
2+075	13.69	8.84	25.00	221.00
2+100	8.85	11.27	25.00	281.75
2+125	10.88	9.87	25.00	246.75
2+150	8.82	9.85	25.00	246.25
2+175	12.05			
2+200	11.84	10.44	25.00	261.00
2+225	12.50	12.17	25.00	304.25
2+250	12.13	12.32	25.00	308.00
2+275	9.49	10.81	25.00	270.25
2+300	10.23	9.86	25.00	246.50
2+325	11.56	10.90	25.00	272.50
2+350	12.24	11.90	25.00	297.50
2+375	11.89	12.07	25.00	301.75
2+400	18.56	6.67	25.00	166.45
2+425	12.16	15.36	25.00	384.00
2+450	10.50	11.33	25.00	283.25

VOLUMEN TOTAL DE CORTE (M^3) = 22,155.53
TOTAL EXCAVAR EN LAS CAÑADAS (M^3) = 101,576.07

ANEXO B

VOLUMEN A EXCAVAR EN DRENES SUPERFICIALES ABIERTOS

El siquiente cuadro muestra el volumen real de corte de los drenes superficiales abiertos, debido a que algunos de ellos tienen un volumen ya excavado, como son : Zabala, Lambedero, Matos, Pedro Martín Magueyar, El sillón, Loro No.1 y Sanchez - La Urca.

Drenaje	Volumen real a excavar (m^3)
Narciso Dotel	17,589.65
Zabala	27,283.06
Lambedero	52,390.32
Matos	24,293.76
La Pichinga	18,218.74
P. Martín-Mague.	5,084.03
DS-Lambedero	8,033.45
Loro No.1	13,676.68
Ceiba No.2	7,098.14
Ceiba No.1	10,603.56
Ceiba No.3	6,444.83
Columna No.1	5,449.98
Columna No.2	7,311.13
Sachez-La Urca	4,975.75
Columna No.3	7,595.01
Columna No.4	3,308.53
Columna No.5	5,855.96
Columna No.6	11,089.60
Matos No.2	9,164.21
Zabala No.1	4,239.01
Zabala No.2	8,942.57
Zabala No.3	5,485.85
Lat. S - La Urca	11,240.70

Volumen Total (m^3) = 275,374.52

PICHINGA

EST.	AREA MEDIA (M^2)	LONG. (M)	VOLUMEN DE CORTE (M^3)
0	0.00	60.00	0.00
60	7.89	60.00	473.44
120	8.20	60.00	492.26
180	8.82	60.00	529.21
240	9.71	60.00	582.40
300	10.64	60.00	638.13
360	11.64	60.00	698.41
420	12.65	60.00	759.28
480	12.34	60.00	740.10
540	11.27	60.00	675.98
600	10.73	60.00	644.01
660	9.61	60.00	576.75
720	8.79	60.00	527.38
780	8.79	60.00	527.38
840	9.06	60.00	543.58
900	9.61	60.00	576.75
960	10.37	60.00	622.47
1020	10.93	60.00	655.88
1080	11.03	60.00	661.87
1140	9.89	60.00	593.66
1200	7.97	60.00	478.47
1260	6.36	60.00	381.64
1320	7.58	60.00	454.98
1380	7.25	60.00	435.25
1440	6.85	60.00	411.20
1500	7.01	60.00	420.73
1560	7.83	60.00	470.04
1620	8.70	60.00	522.07
1680	9.61	60.00	576.77
1740	10.54	60.00	632.24
1800	10.87	60.00	651.95
1860	10.64	60.00	638.10
1920	10.44	60.00	626.38

VOLUMEN TOTAL DE CORTE (M^3) 18218.74

ZABALA

EST.	AREA MEDIA (M^2)	LONG. (M)	VOLUMEN DE CORTE (M^3)
0	0.00	60.00	0.00
60	11.23	60.00	673.99
120	13.56	60.00	813.78
180	7.50	60.00	449.99
240	7.72	60.00	463.33
300	8.67	60.00	520.30
360	8.41	60.00	504.43
420	9.46	60.00	567.48
480	8.38	60.00	502.67
540	9.90	60.00	593.75
600	9.64	60.00	578.67
660	8.44	60.00	506.18
720	8.82	60.00	529.21
780	6.49	60.00	389.34
840	6.91	60.00	414.37
900	5.06	60.00	303.78
960	10.90	60.00	653.96
1020	14.05	60.00	842.85
1080	14.62	60.00	877.02
1140	15.32	60.00	918.91
1200	15.47	60.00	928.36
1260	15.24	60.00	914.20
1320	14.69	60.00	881.61
1380	14.85	60.00	890.85
1440	14.24	60.00	854.13
1500	13.56	60.00	813.74
1560	12.83	60.00	769.98
1620	12.51	60.00	750.69
1680	12.48	60.00	748.55
1740	12.73	60.00	763.52
1800	10.15	60.00	608.93
1860	10.31	60.00	618.56
1920	10.63	60.00	638.06
1980	9.30	60.00	558.17
2040	9.52	60.00	571.10
2100	6.54	60.00	392.35
2160	7.98	60.00	478.55
2220	7.75	60.00	465.00
2280	8.41	60.00	504.43
2340	10.34	60.00	620.57
2400	10.54	60.00	632.24
2460	10.25	60.00	614.77
2520	10.12	60.00	607.07
2580	8.00	60.00	480.21
2640	7.61	60.00	456.61
2700	9.03	60.00	541.79
2760	9.74	60.00	584.24
2820	7.06	60.00	423.90
2880	9.40	60.00	563.79
2940	9.33	60.00	560.09
3000	7.72	60.00	463.32
3060	10.44	60.00	626.39
3120	11.95	60.00	717.05
3180	9.68	60.00	580.52
3240	12.02	60.00	721.20

3300	12.55	60.00	752.84
3360	9.52	60.00	571.16
3420	9.52	60.00	571.15
3480	10.09	60.00	605.11
3540	11.88	60.00	712.83
3600	11.16	60.00	669.90
3660	7.33	60.00	440.07
3720	6.85	60.00	411.13
3780	8.17	60.00	490.47
3840	9.09	60.00	545.38
3900	9.71	60.00	582.33
3960	7.86	60.00	471.67
4020	7.33	60.00	440.05
4080	7.78	60.00	466.59
4140	7.78	60.00	466.58
4200	8.41	60.00	504.32
4260	8.49	60.00	509.59
4320	8.15	60.00	488.70
4380	6.88	60.00	412.67
4440	7.25	60.00	435.13
4500	9.74	60.00	584.14
4560	8.85	60.00	530.86
4620	6.01	60.00	360.54

VOLUMEN TOTAL DE CORTE (M^3) 45471.78

ZABALA No.2

EST.	AREA MEDIA (M^2)	LONG. (M)	VOLUMEN DE CORTE (M^3)
0	0.00	60.00	0.00
60	7.07	60.00	423.94
120	5.91	60.00	354.76
180	7.81	60.00	468.37
240	7.58	60.00	454.96
300	7.61	60.00	456.65
360	7.75	60.00	465.00
420	7.39	60.00	443.43
480	7.04	60.00	422.33
540	5.65	60.00	338.77
600	9.09	60.00	545.45
660	10.28	60.00	616.71
720	9.77	60.00	586.17
780	9.09	60.00	545.47
840	7.42	60.00	445.06
900	9.83	60.00	589.96
960	12.27	60.00	735.92
1020	9.49	60.00	569.36
1080	8.00	60.00	480.26

VOLUMEN TOTAL DE CORTE (M^3) 8942.573

ZABALA No.3

EST.	AREA MEDIA (M^2)	LONG. (M)	VOLUMEN DE CORTE (M^3)
0	0.00	60.00	0.00
60	5.94	60.00	356.22
120	7.17	60.00	430.38
180	6.83	60.00	409.62
240	7.39	60.00	443.41
300	8.38	60.00	502.70
360	9.64	60.00	578.69
420	10.64	60.00	638.16
480	11.44	60.00	686.19
540	12.20	60.00	731.72
600	11.81	60.00	708.76

VOLUMEN TOTAL DE CORTE (M^3) 5485.856

MATOS

EST.	AREA MEDIA (M^2)	LONG. (M)	VOLUMEN DE CORTE (M^3)
0	0.00	60.00	0.00
60	9.15	60.00	549.10
120	9.96	60.00	597.53
180	8.64	60.00	518.53
240	8.23	60.00	494.00
300	7.20	60.00	432.02
360	6.57	60.00	393.99
420	7.72	60.00	463.35
480	7.58	60.00	454.99
540	7.56	60.00	453.34
600	8.26	60.00	495.76
660	7.69	60.00	461.68
720	9.03	60.00	541.86
780	9.43	60.00	565.69
840	8.97	60.00	538.26
900	10.80	60.00	648.07
960	9.58	60.00	574.98
1020	8.88	60.00	532.87
1080	9.96	60.00	597.60
1140	9.61	60.00	576.87
1200	8.23	60.00	494.06
1260	4.28	60.00	256.74
1320	8.70	60.00	522.07
1380	8.23	60.00	493.98
1440	7.56	60.00	453.30
1500	7.78	60.00	466.66
1560	9.46	60.00	567.47
1620	13.09	60.00	785.19
1680	15.24	60.00	914.20
1740	13.90	60.00	833.83
1800	10.02	60.00	601.32
1860	9.58	60.00	574.89
1920	9.46	60.00	567.44
1980	8.70	60.00	522.03
2040	9.15	60.00	549.05
2100	8.49	60.00	509.65
2160	9.00	60.00	539.96
2220	9.55	60.00	573.01
2280	8.06	60.00	483.61
2340	6.75	60.00	404.84
2400	6.93	60.00	415.88
2460	7.53	60.00	451.59
2520	6.18	60.00	371.04
2580	7.31	60.00	438.50
2640	6.83	60.00	409.61
2700	6.04	60.00	362.13
2760	5.89	60.00	353.29
2820	7.28	60.00	436.88
2880	6.67	60.00	400.20
2940	4.84	60.00	290.30
3000	6.36	60.00	381.69
3060	9.55	60.00	573.06
3120	10.02	60.00	601.35
3180	7.15	60.00	428.76
3240	6.59	60.00	395.53
3300	7.09	60.00	425.54

3480	6.93	60.00	415.95
3540	7.39	60.00	443.40
3600	8.06	60.00	483.65
3660	12.55	60.00	752.87
3720	15.55	60.00	933.11
3780	14.66	60.00	879.31

VOLUMEN TOTAL DE CORTE (M^3) 32391.69

MATOS No.2

EST.	AREA MEDIA (M^2)	LONG. (M)	VOLUMEN DE CORTE (M^3)
0	0.00	60.00	0.00
60	9.03	60.00	541.84
120	11.03	60.00	661.92
180	9.96	60.00	597.53
240	7.64	60.00	458.30
300	7.34	60.00	440.13
360	6.96	60.00	417.54
420	5.18	60.00	310.60
480	8.00	60.00	480.26
540	8.29	60.00	497.47
600	8.67	60.00	520.31
660	9.46	60.00	567.50
720	8.09	60.00	485.40
780	5.15	60.00	309.26
840	7.98	60.00	478.54
900	10.41	60.00	624.45
960	14.20	60.00	851.90
1020	15.35	60.00	921.28

VOLUMEN TOTAL DE CORTE (M^3) 9164.216

ZABALA No.1

EST.	AREA MEDIA (M^2)	LONG. (M)	VOLUMEN DE CORTE (M^3)
0	0.00	60.00	0.00
60	8.49	60.00	509.70
120	10.02	60.00	601.35
180	9.34	60.00	560.11
240	6.93	60.00	415.96
300	6.19	60.00	371.12
360	7.01	60.00	420.75
420	7.78	60.00	466.70
480	8.06	60.00	483.68
540	6.83	60.00	409.64

VOLUMEN TOTAL DE CORTE (M^3) 4239.012

LORO No.1

EST.	AREA MEDIA (M^2)	LONG. (M)	VOLUMEN DE CORTE (M^3)
0	0.00	60.00	0.00
60	10.90	60.00	653.73
120	10.11	60.00	606.73
180	9.95	60.00	597.14
240	9.92	60.00	595.25
300	9.70	60.00	581.98
360	10.24	60.00	614.47
420	10.86	60.00	651.76
480	11.40	60.00	684.02
540	11.20	60.00	671.84
600	9.95	60.00	597.16
660	8.66	60.00	519.68
720	13.16	60.00	789.75
780	13.46	60.00	807.38
840	13.75	60.00	825.18
900	14.05	60.00	843.20
960	12.23	60.00	733.83
1020	11.06	60.00	663.78
1080	10.96	60.00	657.76
1140	10.27	60.00	616.40
1200	9.30	60.00	557.77
1260	9.76	60.00	585.80
1320	10.02	60.00	601.00
1380	7.51	60.00	450.82
1440	11.64	60.00	698.37
1500	12.27	60.00	735.94
1560	12.59	60.00	755.11

VOLUMEN TOTAL DE CORTE (M^3) 17095.86

LAMBEDERO

EST.	AREA MEDIA (M^2)	LONG. (M)	VOLUMEN DE CORTE (M^3)
0	0.00	60.00	0.00
60	12.16	60.00	729.60
120	13.75	60.00	825.18
180	15.44	60.00	926.56
240	17.23	60.00	1033.74
300	18.07	60.00	1084.40
360	19.82	60.00	1189.29
420	22.12	60.00	1327.14
480	23.41	60.00	1404.71
540	22.31	60.00	1338.51
600	19.03	60.00	1141.52
660	16.94	60.00	1016.35
720	15.25	60.00	914.79
780	14.55	60.00	872.89
840	14.21	60.00	852.31
900	12.62	60.00	757.31
960	10.76	60.00	645.85
1020	9.48	60.00	568.94
1080	7.71	60.00	462.55
1140	10.73	60.00	643.80
1200	10.40	60.00	624.15
1260	10.57	60.00	633.95
1320	10.24	60.00	614.45
1380	9.73	60.00	583.88
1440	9.08	60.00	544.92
1500	10.96	60.00	657.73
1560	10.50	60.00	630.02
1620	10.86	60.00	651.75
1680	11.13	60.00	667.78
1740	11.06	60.00	663.77
1800	10.63	60.00	637.89
1860	9.61	60.00	576.36
1920	10.47	60.00	628.09
1980	10.90	60.00	653.78
2040	9.33	60.00	559.63
2100	11.16	60.00	669.79
2160	10.93	60.00	655.74
2220	11.16	60.00	669.80
2280	11.54	60.00	692.20
2340	11.54	60.00	692.20
2400	9.95	60.00	597.17
2460	10.83	60.00	649.76
2520	9.11	60.00	546.73
2580	10.47	60.00	628.05
2640	9.14	60.00	548.56
2700	11.37	60.00	681.96
2760	11.03	60.00	661.76
2820	10.73	60.00	643.82
2880	9.51	60.00	570.76
2940	11.78	60.00	706.62
3000	12.13	60.00	727.51
3060	11.57	60.00	694.25
3120	11.64	60.00	698.37
3180	12.91	60.00	774.52
3240	13.79	60.00	827.45
3300	14.05	60.00	843.21
3360	13.16	60.00	789.80

3540	12.69	60.00	761.60
3600	12.20	60.00	731.79
3660	12.41	60.00	744.49
3720	12.41	60.00	744.51
3780	11.95	60.00	717.11
3840	12.66	60.00	759.49
3900	14.24	60.00	854.63
3960	13.46	60.00	807.48
4020	10.02	60.00	601.06
4080	11.78	60.00	706.62
4140	12.27	60.00	735.94
4200	11.57	60.00	694.22
4260	11.54	60.00	692.17
4320	10.70	60.00	641.81
4380	8.31	60.00	498.47
4440	11.03	60 00	661.73
4500	10.08	60.00	604.80
4560	8.13	60.00	488.06
4620	11.06	60.00	663.75
4680	10.80	60.00	647.76
4740	12.37	60.00	742.29
4800	14.66	60.00	879.74
4860	15.48	60.00	928.92
4920	16.32	60.00	979.40
4980	15.92	60.00	955.18
5040	16.45	60.00	986.70
5100	18.98	60.00	1138.81
5160	19.78	60.00	1186.54
5220	18.85	60.00	1130.94
5280	17.90	60.00	1074.11
5340	19.02	60.00	1141.42
5400	20.63	60.00	1237.97
5460	20.54	60.00	1232.50
5520	19.91	60.00	1194.57
5580	20.18	60.00	1210.73
5640	21.09	60.00	1265.45
5700	22.26	60.00	1335.52
5760	21.14	60.00	1268.21
5820	18.89	60.00	1133.51
5880	20.54	60.00	1232.46
5940	17.44	60.00	1046.20

VOLUMEN TOTAL DE CORTE (M^3) 80600.5

CEIBA No.1

EST.	AREA MEDIA (M^2)	LONG. (M)	VOLUMEN DE CORTE (M^3)
0	0.00	60.00	0.00
60	9.37	60.00	561.94
120	11.30	60.00	678.03
180	10.02	60.00	601.33
240	7.50	60.00	449.99
300	9.06	60.00	543.62
360	11.99	60.00	719.12
420	11.10	60.00	665.91
480	9.06	60.00	543.60
540	8.47	60.00	507.91
600	9.89	60.00	593.70
660	11.00	60.00	659.88
720	11.00	60.00	659.88
780	9.03	60.00	541.77
840	7.89	60.00	473.38
900	9.99	60.00	599.38
960	13.64	60.00	818.15
1020	16.43	60.00	985.97

VOLUMEN TOTAL DE CORTE (M^3) 10603.56

CEIBA No.2

EST.	AREA MEDIA (M^2)	LONG. (M)	VOLUMEN DE CORTE (M^3)
0	0.00	60.00	0.00
60	7.42	60.00	445.05
120	7.44	60.00	446.69
180	9.71	60.00	582.41
240	13.31	60.00	798.33
300	14.43	60.00	865.54
360	13.31	60.00	798.33
420	12.13	60.00	727.50
480	10.38	60.00	622.54
540	8.35	60.00	500.96
600	7.47	60.00	448.37
660	7.20	60.00	432.02
720	7.17	60.00	430.41

VOLUMEN TOTAL DE CORTE (M^3) 7098.147

CEIBA No.3

EST.	AREA MEDIA (M^2)	LONG. (M)	VOLUMEN DE CORTE (M^3)
0	0.00	60.00	0.00
60	8.09	60.00	485.39
120	8.61	60.00	516.76
180	9.00	60.00	540.02
240	9.40	60.00	563.79
300	8.70	60.00	522.11
360	7.81	60.00	468.39
420	7.07	60.00	423.98
480	6.93	60.00	415.98
540	7.64	60.00	458.35
600	6.99	60.00	419.17
660	5.84	60.00	350.40
720	7.34	60.00	440.14
780	6.67	60.00	400.20
840	7.34	60.00	440.15

VOLUMEN TOTAL DE CORTE (M^3) 6444.832

DS - LAMBEDERO

EST.	AREA MEDIA (M^2)	LONG. (M)	VOLUMEN DE CORTE (M^3)
0	0.00	60.00	0.00
60	8.26	60.00	495.74
120	9.30	60.00	558.26
180	10.73	60.00	644.04
240	11.95	60.00	717.05
300	13.53	60.00	811.56
360	14.16	60.00	849.63
420	13.09	60.00	785.19
480	11.95	60.00	717.05
540	10.54	60.00	632.24
600	9.30	60.00	558.24
660	7.75	60.00	464.98
720	5.74	60.00	344.51
780	7.58	60.00	454.97

VOLUMEN TOTAL DE CORTE (M^3) 8033.455

NARCISO DOTEL

EST.	AREA MEDIA (M^2)	LONG. (M)	VOLUMEN DE CORTE (M^3)
0	0.00	60.00	0.00
60	7.86	60.00	471.74
120	8.12	60.00	487.08
180	8.38	60.00	502.68
240	8.64	60.00	518.51
300	9.09	60.00	545.44
360	9.71	60.00	582.40
420	10.31	60.00	618.62
480	10.93	60.00	655.92
540	11.57	60.00	694.32
600	12.16	60.00	729.57
660	12.73	60.00	763.56
720	13.31	60.00	798.32
780	13.93	60.00	836.09
840	14.77	60.00	886.27
900	14.24	60.00	854.18
960	12.44	60.00	746.52
1020	10.47	60.00	628.38
1080	8.38	60.00	502.71
1140	6.99	60.00	419.17
1200	5.84	60.00	350.39
1260	6.88	60.00	412.78
1320	5.43	60.00	325.95
1380	7.34	60.00	440.13
1440	6.44	60.00	386.28
1500	5.18	60.00	310.62
1560	7.28	60.00	436.88
1620	6.41	60.00	384.76
1680	5.67	60.00	340.21
1740	6.96	60.00	417.54
1800	6.14	60.00	368.10
1860	5.04	60.00	302.42
1920	7.20	60.00	431.99
1980	7.34	60.00	440.13

VOLUMEN TOTAL DE CORTE (M^3) 17589.65

SANCHEZ - LA URCA

EST.	AREA MEDIA (M^2)	LONG. (M)	VOLUMEN DE CORTE (M^3)
0	0.00	60.00	0.00
60	8.90	60.00	534.00
120	14.66	60.00	879.76
180	16.98	60.00	1018.77
240	16.08	60.00	964.87
300	14.47	60.00	868.25
360	10.86	60.00	651.76
420	6.94	60.00	416.55
480	13.90	60.00	834.14
540	17.65	60.00	1058.92
600	18.20	60.00	1092.08
660	17.52	60.00	1051.35
720	16.90	60.00	1013.83
780	17.31	60.00	1038.79
840	16.94	60.00	1016.32

VOLUMEN TOTAL DE CORTE (M^3) 12439.39

PEDRO MARTIN MAGUEYAR

EST.	AREA MEDIA (M^2)	LONG. (M)	VOLUMEN DE CORTE (M^3)
0	0.00	60.00	0.00
60	11.26	60.00	675.86
120	11.00	60.00	659.75
180	11.54	60.00	692.19
240	11.88	60.00	712.88
300	11.40	60.00	684.02
360	11.33	60.00	679.96
420	11.43	60.00	686.07
480	11.88	60.00	712.90
540	12.73	60.00	763.73
600	14.13	60.00	847.76
660	14.70	60.00	882.13
720	14.47	60.00	868.30
780	14.59	60.00	875.21
840	14.47	60.00	868.33
900	12.87	60.00	772.41
960	14.63	60.00	877.54
1020	12.44	60.00	746.65
1080	12.51	60.00	750.82
1140	11.37	60.00	681.97
1200	9.76	60.00	585.76
1260	12.27	60.00	735.96
1320	8.78	60.00	526.83
1380	11.00	60.00	659.75

VOLUMEN TOTAL DE CORTE (M^3) 16946.78

COLUMNA No.1

EST.	AREA MEDIA (M^2)	LONG. (M)	VOLUMEN DE CORTE (M^3)
0	0.00	60.00	0.00
60	10.80	60.00	648.00
120	12.51	60.00	750.75
180	9.46	60.00	567.49
240	8.41	60.00	504.44
300	9.21	60.00	552.76
360	10.09	60.00	605.18
420	6.11	60.00	366.62
480	8.18	60.00	490.54
540	8.32	60.00	499.19
600	7.75	60.00	465.00

VOLUMEN TOTAL DE CORTE (M^3) 5449.982

COLUMNA No.2

EST.	AREA MEDIA (M^2)	LONG. (M)	VOLUMEN DE CORTE (M^3)
0	0.00	60.00	0.00
60	7.69	60.00	461.65
120	9.15	60.00	549.09
180	9.68	60.00	580.54
240	9.06	60.00	543.63
300	9.99	60.00	599.44
360	10.15	60.00	608.99
420	8.03	60.00	481.95
480	5.55	60.00	333.02
540	9.30	60.00	558.26
600	10.12	60.00	607.09
660	9.24	60.00	554.58
720	8.41	60.00	504.43
780	7.95	60.00	476.82
840	7.53	60.00	451.64

VOLUMEN TOTAL DE CORTE (M^3) 7311.137

COLUMNA No.3

EST.	AREA MEDIA (M^2)	LONG. (M)	VOLUMEN DE CORTE (M^3)
0	0.00	60.00	0.00
60	7.34	60.00	440.14
120	11.78	60.00	706.68
180	17.97	60.00	1078.34
240	17.68	60.00	1060.56
300	16.68	60.00	1000.72
360	15.28	60.00	916.57
420	14.20	60.00	851.88
480	12.62	60.00	757.12
540	13.05	60.00	783.00

VOLUMEN TOTAL DE CORTE (M^3) 7595.014

COLUMNA No.4

EST.	AREA MEDIA (M^2)	LONG. (M)	VOLUMEN DE CORTE (M^3)
0	0.00	60.00	0.00
60	8.76	-60.00	525.63
120	9.34	60.00	560.10
180	8.32	60.00	499.21
240	7.50	60.00	450.03
300	6.93	60.00	415.96
360	7.09	60.00	425.58
420	7.20	60.00	432.03

VOLUMEN TOTAL DE CORTE (M^3) 3308.539

COLUMNA No.5

EST.	AREA MEDIA (M^2)	LONG. (M)	VOLUMEN DE CORTE (M^3)
0	0.00	60.00	0.00
60	7.53	60.00	451.65
120	6.80	60.00	408.04
180	5.67	60.00	340.20
240	7.42	60.00	445.06
300	7.23	60.00	433.61
360	6.80	60.00	408.04
420	5.62	60.00	337.32
480	8.29	60.00	497.47
540	7.78	60.00	466.68
600	6.85	60.00	411.20
660	6.80	60.00	408.04
720	6.62	60.00	397.10
780	6.77	60.00	406.47
840	7.42	60.00	445.08

VOLUMEN TOTAL DE CORTE (M^3) 5855.969

COLUMNA No.6

EST.	AREA MEDIA (M^2)	LONG. (M)	VOLUMEN DE CORTE (M^3)
0	0.00	60.00	0.00
60	6.67	60.00	400.20
120	5.99	60.00	359.19
180	6.93	60.00	415.96
240	7.69	60.00	461.66
300	8.03	60.00	481.97
360	8.18	60.00	490.56
420	5.22	60.00	313.40
480	7.34	60.00	440.14
540	6.09	60.00	365.11
600	8.03	60.00	481.96
660	9.12	60.00	547.27
720	10.80	60.00	648.00
780	13.05	60.00	783.04
840	15.99	60.00	959.39
900	17.84	60.00	1070.70
960	17.68	60.00	1060.56
1020	16.35	60.00	981.15
1080	13.82	60.00	829.34

VOLUMÉN TOTAL DE CORTE (M^3) 11089.6

LATERAL SANCHEZ - LA URCA

EST.	AREA MEDIA (M^2)	LONG. (M)	VOLUMEN DE CORTE (M^3)
0	0.00	60.00	0.00
60	7.23	60.00	433.63
120	6.14	60.00	368.10
180	7.45	60.00	446.70
240	7.56	60.00	453.31
300	8.18	60.00	490.54
360	8.35	60.00	500.95
420	8.44	60.00	506.20
480	8.00	60.00	480.25
540	6.75	60.00	404.90
600	6.54	60.00	392.44
660	7.15	60.00	428.76
720	7.83	60.00	470.05
780	8.91	60.00	534.59
840	9.93	60.00	595.62
900	10.05	60.00	603.23
960	8.49	60.00	509.67
1020	6.85	60.00	411.17
1080	6.26	60.00	375.60
1140	6.54	60.00	392.41
1200	5.84	60.00	350.32
1260	7.89	60.00	473.44
1320	11.13	60.00	667.95
1380	7.53	60.00	451.66
1440	8.32	60.00	499.20

VOLUMEN TOTAL DE CORTE (M^3) 11240.7

ANEXO C

INVENTARIO DE OBRAS EN LOS DIFERENTES DRENES Y CAÑADAS

INVENTARIO DE OBRAS EN LOS DIFERENTES DRENAJES Y CAÑADAS

Alcantarillas

Cantidad	Lugar	Localización	Tamaño diam. (pulg)	Long. (m)	Costo /U RD$	Costo Total (RD$)	Costo total (US$)
1	D - Lambedero	E - 3+129	48	6.00	58178.50	58178.50	4654.28
1	"	E - 4+060	"	"	"	"	"
1	"	E - 4+374	"	"	"	"	"
1	"	E - 5+140	"	"	"	"	"
1	"	E - 5+245.85	"	"	"	"	"
1	"	E - 2+700	42	4.00	50756.36	50756.36	4060.51
1	" (prolongación)	E - 0+490	36	6.00	52341.82	52341.82	4187.34
1	"	E - 1+110	36	3.00	46170.91	46170.91	3693.67
1	"	E - 1+660	42	4.00	50756.36	50756.36	4060.51
Total=9							
1	P. Martin - Magueyar	E- 0+820	42	4.00	50756.36	50756.36	4060.51
Total=1							
1	D - Loro No.1	E - 0+720	36	3.00	46756.36	46756.36	3740.55
Total=1							
1	D - La Ceiba No.2	E - 0+220	30	4.00	46072.16	46072.16	3685.77
3	D - La Ceiba No.1	E - 0+350	30	4.00	46072.16	46072.16	3685.77
	"	E - 0+730	42	6.00	56134.54	56134.54	4490.76
	"	E - 0+760	36	3.00	46170.91	46170.91	3693.67
Total=4							
1	D - La Columna No.2	E - 0+300	36	4.00	48227.88	48227.88	3858.23
Total=1							
1	D - Columna No.1	E - 0+310	36	3.00	46170.91	46170.91	3693.67
Total=1							
1	C - DS 9/01	E - 0+702.47	36	5.00	50284.85	50284.85	4022.79
Total=1							
1	C - SD - 1	E - 0+381.59	30	5.00	47590.20	47590.20	3807.22
Total=1							
2	C - San Antonio		36	6.00	52341.82	104683.64	8374.69
Total=2							

cont...

3	C - La Columna	42	3.00	48067.27	144201.81	11536.14
Total=3						
1	C - Pedro Sanchez	42	6.00	56134.54	56134.54	4490.76
Total=1						
2	C - La Ceiba	48	5.00	55148.75	110297.50	8823.80

Costo Total en alcantarillas (US$) = 87,966.34

Caidas

Dren	Caidas (m)	Localización	Gaviones (m^3)	P.U (US$)	Valor (US$)
Loro No.1	1.08	1 + 380	31.14		1,516.83
Columna No.1	1.05	0 + 420	30.71		1,495.88
Columna No.2	0.60	0 + 480	24.29		1,183.17
Columna No.5	0.54	0 + 420	23.43		1,141.28
	0.53	0 + 180	23.29		1,134.46
Columna No.6	0.40	0 + 060	21.43		1,043.85
	1.05	0 + 420	30.71		1,495.88
	0.48	0 + 540	22.57		1,099.38
Matos	1.32	1 + 260	34.57		1,689.90
	0.55	2 + 520	23.57		1,148.09
	0.47	2 + 700	22.43		1,092.56
	0.71	2 + 760	25.86		1,259.64
	0.93	2 + 940	29.00		1,412.59
	0.52	3 + 000	23.14		1,127.15
	0.83	3 + 360	27.57		1,342.93
Matos No.2	0.72	0 + 420	26.00		1,266.46
	0.78	0 + 780	26.86		1,308.35
Zabala	0.75	0 + 180	26.43		1,287.41
	0.46	0 + 480	22.29		1,085.75
	0.52	0 + 780	23.14		1,127.15
	0.75	0 + 900	26.43		1,287.41
	0.57	2 + 100	23.86		1,162.22
	0.67	2 + 820	25.29		1,231.88
	0.51	4 + 620	23.00		1,120.33
Zabala No.1	0.42	0 + 540	21.71		1,057.49
Zabala No.2	0.45	0 + 120	22.14		1,078.44
	0.65	0 + 540	25.00		1,217.75
Zabala No.3	0.69	0 + 060	25.57		1,245.51

cont..

Lambedero	0.82	1 + 080	28.15	1,371.19
	0.41	1 + 440	21.57	1,050.67
	0.41	2 + 040	21.57	1,050.67
	0.44	2 + 400	22.00	1,071.62
	0.54	2 + 520	23.43	1,141.28
	0.42	2 + 640	21.71	1,057.49
	0.48	2 + 880	22.57	1,099.38
	0.48	4 + 020	22.57	1,099.38
	0.64	4 + 380	24.86	1,210.93
	0.75	4 + 560	26.43	1,287.41
Sanchez - La Urca	0.78	0 + 060	26.86	1,308.35
	1.14	0 + 420	32.00	1,558.72
Pedro M.M.	0.59	1 + 020	24.14	1,175.86
	1.24	1 + 320	33.43	1,628.38
Narciso Dotel	0.50	1 + 200	22.85	1,113.02
	0.58	1 + 320	24.00	1,169.04
	0.77	1 + 500	25.29	1,231.88
	0.47	1 + 680	22.43	1,092.57
	0.75	1 + 860	26.43	1,287.41
Ceiba No.3	0.44	0 + 660	22.00	1,071.62
Pichinga	0.42	1 + 260	21.71	1,057.49
Lat. S - La Urca	0.42	0 + 180	21.71	1,057.49
	0.57	1 + 200	23.86	1,162.22
	0.95	1 + 320	29.62	1,442.79

Costo Total : US$ 63,456.60

ANEXO D

RENDIMIENTO POR CULTIVO

ENCUESTA

Zona No.7 Fecha de encuesta 8/2/92

Nombre y Apellido	Cultivo	Variedad	Fecha siembra	Area (ha)	Rend. (ton/ha)	Observ.
Adolfo Lara	arroz	--	--	3.0	2.40	1 cosecha/año
José Reyes	"	--	--	2.9	3.20	" "
José Mateo	"	--	--	2.8	1.22	" "
	"	--	--	2.8	1.43	
Guillermo Lapaix	"	--	1991	4.4	4.73	" "
	"	--	1990	3.1	3.13	" "
			1990	2.2	--	
Victoria Isabel	"		1991	4.4	4.73	" "
UNPHU	"			5.0		" "
	batata			5.0		" "
Leonardo de los S.	arroz		1991	1.1	4.14	
	habichuela		1991	2.5	0.18	
	maíz		1991	1.4	--	
	arroz		1990	1.9	2.39	
	maíz		1990	0.6	2.00	
	arroz		1991	2.3	5.37	
	arroz		1990	2.2	5.11	
	batata		1990	1.6	11.52	
Felix Valoy H.	arroz		1991	0.6	1.74	
	batata		1991	1.6	14.40	
	habichuela		1991	1.6	0.80	
	arroz		1990	0.6	4.10	
	habichuela		1990	1.6	0.80	
Juan B. Herrera	arroz		1991	2.9	2.25	
Urbano Fernandez	habichuela		todo los años	15.0	0.78	
	pastos		permanente	22.5		
Sucesión Naut	arroz		1991	20.3	3.45	
	batata		1991	10.0	8.00	
	habichuela		1991	12.5	1.20	
Joaquin (Kin) Benzán	arroz		1990	11.3	2.76	
	batata		1990	5.3	16.00	
	arroz		1991	14.3	4.33	
	batata		1991	11.3	pérdida	problemas drenaje
	habichuela		1991	18.8	1.20	
Julio Suero M.	arroz		anual	12.0	3.86	
	pastos		permanente	19.0		
Osiris Ramírez	arroz		1991	2.3	2.94	
	batata		1991	2.3	8.00	
Felix Valoy M.	arroz		1991	0.6	1.74	
	batata		1991	1.6	14.40	
	habichuela		1991	1.6	0.80	
	arroz		1990	0.6	4.10	
	habichuela		1990	1.6	0.80	

cont..

Florentino Herrera	arroz		1991	2.5	3.91	
	arroz		1990	2.5	2.30	
					1.15	
Juan Herrera F.	arroz		1990	2.5	2.10	
Ramón P. Roa	arroz		1991	1.5	3.38	
	maíz		1991	1.1	1.76	
	pastos		permanente	0.8		
	arroz		1990	1.5	3.03	
	batata		1990	1.1	8.47	
Jacobo Montero	ají/			2.8	no	
	berengena				cuantificado	
José Oviedo	arroz		1991	22.5	3.36	
(46.8 ha.)	batata		1991	9.8	4.10	
	pastos		permanente	1.3		
José Sarie	batata		1991	16.9	20.00	
(20.6 ha)	pastos/		permanente	1.3		
	musaceas					
	arroz		1990	15.0	1.73	
	habichuela		1990	10.9	0.37	
Narciso Dotel	arroz		1991	27.1	3.41	
(30.8 ha.)	arroz		1990	27.1	2.94	
	batata		1990	4.5	11.20	
	pastos		permanente	3.8		
	batata				12.00	
Servio Bautista	cilantro				3.75 saco por ha.	
	maíz				.187 saco por ha.	
Confesor Javier	ají, remolacha, maíz y tomate					
José Vicioso	batata				5.60	pozo 5
Porfirio de León	arroz			2.4	1.94	pozo 7
					3.58	
	habichuela					rend.bajo se quema
Nicolas Aquino	arroz			1.9	1.84	pozo 6 y 7
Pablo Aquino	arroz	diente de gato	1990	2.3	1.99	
	arroz	ISA-40	1987	2.3	3.73	
	arroz	ISA-21	1982	2.3	4.98	
	batata		1990	2.3	9.73	
Ramón Montero	arroz	SICA-4	6/91	1.9	2.24	pozo 8
	arroz	JUMA-58	6/90	1.9	1.50	
	arroz	JUMA-58	6/88	1.9	3.06	
	arroz	ISA-21	6/86	1.9	3.96	
	habichuela		1/86	1.1		pérdida
	maíz		10/85	1.9		pérdida
	habichuela		1/85	1.1	1.20	
	habichuela		1/84	1.1	1.06	
	arroz	JUMA-58	6/83	1.9	3.22	
	maíz		2/83	1.9	1.84	
Hilario Díaz	arroz	ISA-40	7/91	2.2	2.37	
	"	Mingolo	8/90	2.2	2.63	
	"	ISA-40	7/89	2.2	2.74	

cont..

Carlos M. Ramírez	arroz	SICA-4	3/91	2.2	3.73	pozo 11
	"	ISA-40	3/90	2.2	2.62	otros cult
	"	JUMA-58	7/89	2.2	3.47	no prospera
	"	JUMA-58	4/88	2.2	3.15	
	"	ISA-40	5/87	2.2	2.62	
	"	ISA-40	3/86	2.2	2.94	
	"	SICA-6	4/85	2.2	0.37	granizada
	"	ISA-21	11/84	2.2	3.80	
	"	JUMA-51	3/83	2.2	2.42	
	"	ISA-21	4/82	2.2	4.62	
	"	SICA-4	6/81	2.2	3.02	
Euclides Rosario	arroz	ISA-40	7/91	2.4	1.88	pozo 5
	"	Mingolo	8/90	2.4	1.38	
	"	diente de gato	8/89	2.4	2.18	
	"	ISA-21	7/88	2.4	2.18	
	"	JUMA-58	7/87	2.4	2.10	
	"	ISA-21	6/86	1.7	4.26	
	"	SICA-6	6/85	2.4	3.87	
	"	ISA-40	5/84	2.4	3.61	
	habichuela		1/84	2.4		pérdida
Luca del Rosario	arroz	ISA-40	5/91	1.9	3.83	pozo 3
	"	ISA-40	9/90	1.9	1.29	faltó agua
	"	ISA-40	6/90	1.9	3.74	
	"	ISA-21	6/88	1.9	3.43	
	"	JUMA-58	12/87	1.9	2.91	
	"	ISA-40	6/87	1.9	3.83	
	"	ISA-40	5/86	1.9	3.52	
	sorgo	hibrido	6/84	1.9	1.18	
	maíz		6/83	1.9	1.06	
	habichuela		12/82	1.9		pérdida
Rafael Familia	arroz	JUMA-58	Mayo	1.9	2.14	
José Miguel	arroz	diente de gato	9/90	2.8	1.86	
	"	JUMA-58	9/89	2.8	2.76	
Sostero Familia	"	diente de gato	8/91	2.3	1.48	
	"	JUMA-57	8/90	2.3	1.58	
	habichuela	y maíz				pérdida
Estanislao Castillo	arroz	diente de gato	9/90	0.9	0.92	pozo 28
	yuca			0.5		pérdida
	maíz			0.4		escaso
	maíz		5/85	2.2	2.68	
	habichuela		1/83	2.2		pérdida
Elpidio Gonzalez	batata		2/91	2.1	6.66	cerca de dren
	arroz	ISA-40	6/89	2.8	1.54	P. Martin-Mag
	"	ISA-21	6/88	2.8		pérdida
	"	ISA-21	6/85	2.8	2.54	
	"	ISA-21	6/84	2.8	1.84	
	"	ISA-21	7/83	2.8	2.55	

cont..

Juan B. Falcón	arroz	SICA-6	6/91	2.8	2.04	cerca a P.M.M
	"	diente de gato	8/90	2.8	1.72	
	"	ISA-21	6/89	2.8	2.55	
	"	ISA-21	6/88	2.8	3.06	
	"	ISA-21	6/87	2.8	2.86	
Bartolo Sanchez	batata		6/11/91	1.6	7.38	
(2.8 ha.)	arroz	ISA-40	8/91	1.2	1.70	

Zona No.9

Camilo Suero M.	pastos		permanente	125.0		
(188 ha.)	sorgo				1.12	
	maíz					
	yuca					
	habichuela				0.64	
	sorgo forrag.				2 corte	
	King grass				4 corte	
	E.africana					poco desar.
Felix M. Benzan	arroz	JUMA-57	4/8		3.68	
(375 ha.)		y 58.				
		Higueyano	10/2		3.68	
	habichuela		11/12		1.20	
Maklin Morillo	habichuela					
	arroz					
Tulio Montes de Oca	pastos		permanente	6.3		
(32.5 ha.)	arroz	Higueyano			2.76	
	batata				12.00	
	habichuela					
Isaiás Gomez	arroz			2.0	1.60	
	habichuela				0.56	
	batata				6.00	

Zona No.11

Angel Valdéz	habichuela	~	1/90	0.4	1.43	uso de bueyes
	habichuela		1/91	0.4	2.00	" "
Francisco Ogando	arroz	ISA-21	1991	2.3	1.88	" trac y ",
(2.82 ha.)		y 40				nivelación
	arroz	" "	1990	1.6		perdida por agua.
	platano		1988	1.6		curva nivel
	arroz	ISA-21	1987	1.6	2.12	
		y 40				
	arroz	" "	1986	2.5	1.57	escasa agua
José Ogando	arroz	ISA-40	1991	2.3	2.81	
(3.25 ha.)	arroz	"	1990	2.3	3.58	prepración
	"	Tanioka	1989	2.3	3.32	del terreno
		JUMA-58	1988	2.3	3.83	c/tractor y
	"	"	1987	2.3	3.32	con topog.
					2.05	
	"	"	1986	2.3	2.55	
					3.58	

cont..

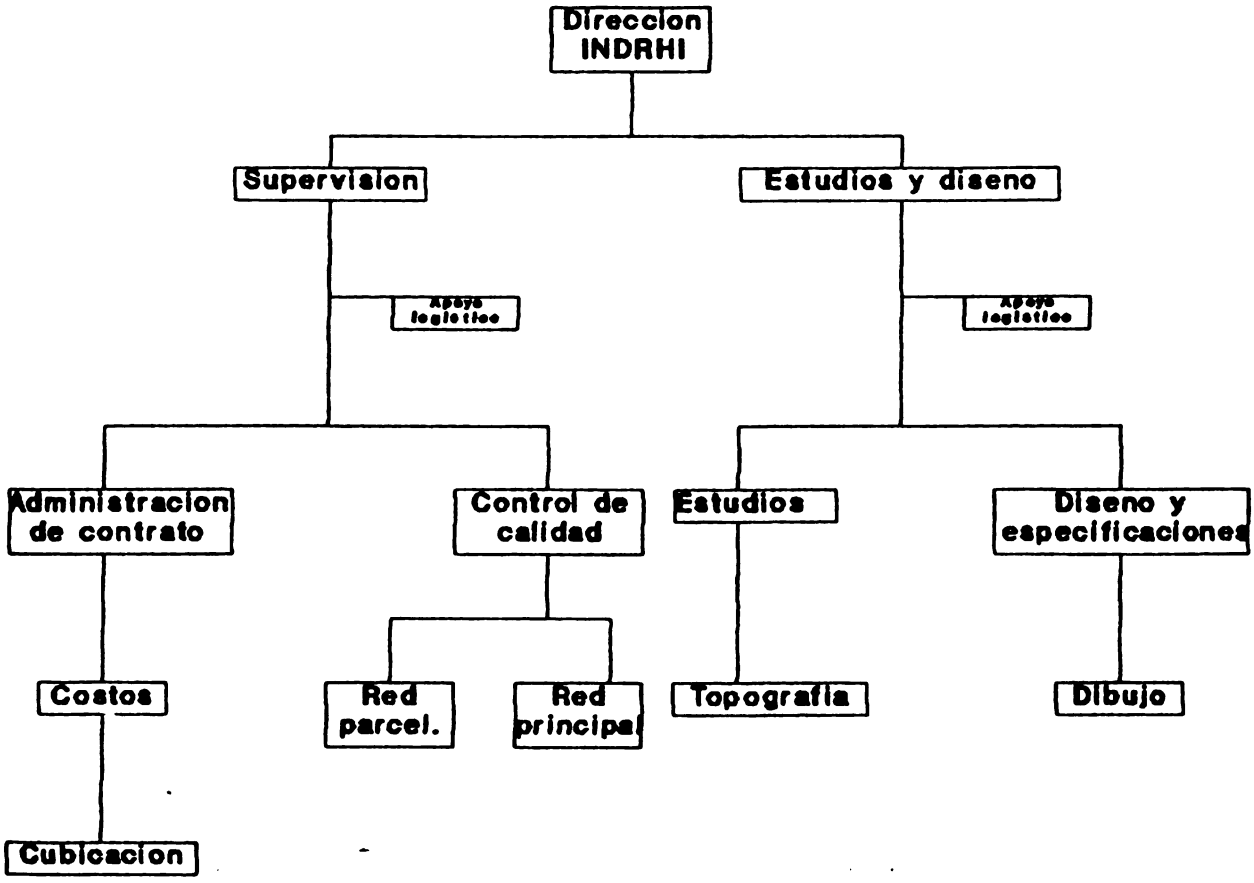
Sucesión Morillo	arroz	JUMA-58	1991	4.4	4.21	. . .
		ISA-21			4.42	. . .
Jacobo Zabala	arroz	ISA-21	1991	0.9	2.10	. . .
					2.37	. . .
Beato Cabral	arroz		1991	0.6	2.39	
Antonio Lebrón	maíz		1990	2.3	1.23	
	habichuela		1990	2.3	0.45	
	habichuela		1989	2.3	1.11	
	maíz		1989	2.3	1.50	
	maíz			2.3	1.80	
	habichuela			2.3	0.94	
Gaspar Castillo	arroz	ISA-21	1986	2.3	4.36	uso bueyes
		ISA-40	1991			por problema
						drenaje
	habichuela			1.5	0.75	
Gaspar Castillo	arroz	ISA-21	1986	3.3	3.36	
		ISA-40	1990		4.42	
	arroz					
	(2 cosechas)		1991	3.3	3.36	
					3.54	
	maíz, habichuela y batata					perdida
Manuel Matos	arroz	ISA-21	6/91		5.52	
		ISA-40	6/90		4.60	
	habichuela		12/90		1.60	
	batata		12/90		17.60	
Marino Ramírez	arroz	ISA-40	6/91	6.3	4.97	NF a 40cm
	arroz	"	4/90	6.3	5.98	
	arroz	"	7/90	3.8	4.60	
	batata					pérdida
Julián Ramírez	arroz	"		4.7	4.60	después
					5.52	de riego
	habichuela					pérdida
						suelo
						saturado
	maíz					pérdida
Alcadio de los Santos	batata		4/91	2.6	12.10	falta agua
	arroz	ISA-40	7/91		2.08	" "

ANEXO E

ESTIMACION DE COSTOS, DISEÑO Y SUPERVICION

ORGANIGRAMA

ORGANIGRAMA
DISENO Y SUPERVISION



Costos directos. Clase I

Personal	Salario mensual (US$)	Tiempo asignado (meses)	Costos por año (US$) 1er año	2º año	Costo total (US$)
Ing. Residente	3,000	14	36,000	12,000	48,000
Ing. de Contrato	2,500	14	30,000	10,000	40,000
Ing. Costos y Cub.	2,000	14	24,000	8,000	32,000
Ing. Control Calidad	2,000	14	30,000	10,000	40,000
Ing. Asist. Calidad	2,000	14	24,000	8,000	32,000
Ing. de Diseño	2,500	14	30,000	10,000	40,000
Ing. de Estudio	2,000	14	24,000	8,000	32,000
Ing. Topografo	1,500	14	18,000	6,000	24,000
Sec. Administrativa	1,000	14	12,000	4,000	16,000
Dibujante	600	14	7,200	2,400	9,600
Niveladores (2)	600	14	14,400	4,800	17,200
Sec. Archivista	400	14	4,800	1,600	6,400
Choferes (2)	300	14	7,200	2,400	9,600
Portamira (4)	150	56	7,600	2,400	10,000
Obrero (1)	120	14	1,440	480	1,720
Conserje (1)	120	14	1,440	480	1,960

Estudios y diseño : US$ 112,520
Supervisión : US$ 249,920

Costos directos. Clase II
(vehiculos y equipos)

Cantidad	Vehiculo o equipo	Costo unitario (US$)	Costo total (US$)
4	Camioneta pick-up	8,000	32,000
1	Camioneta doble cabina	7,900	7,900
3	Niveles	2,500	7,500
1	Distanciometro	5,000	5,000
4	Miras	200	800
3	Calculadora de cinta	600	1,800
2	Planimetros	1,500	3,000
		Total :	US$ 58,000

Costos directos. Clase III

- Combustible

13,800 gl. gasolina a US$ 1.60 c/u ..... US$ 22,080

- Mantenimiento

US$ 500/año/vehiculo ..... US$ 2,917

- Material gastable (PA) ..... US$ 10,000

- Viajes al exterior (5) a US$ 1,100 c/u ..... US$ 5,500

Total : US$ 40,497

Costos indirectos

Item	% del SBD	Supervisión (US$)	Diseño (US$)
Administración	12	29,990	13,502
Seguros	6	14,995	6,751
Gastos generales	7	17,494	7,876
Cargas sociales	22	54,982	24,754
Honorarios	15	37,488	16,878
	Total :	US$ 154,949	US$ 69,761

Resumen de costos

Tipo de costos	Costo por actividad en US$	
	Supervisión	Diseño
Costos directo		
Clase I	249,920	112,520
Clase II	58,000	--
Clase III	34,421	3,076
Costos indirectos	154,949	69,761
Total	500,290	185,357

ANEXO F

COSTO Y FINANCIAMIENTO

MEMORIA DE CALCULO

COSTO Y FINANCIAMIENTO.

Sistema de drenaje subterráneo.

Partida	Cantidad	Unidad	Costo unitario (US$)	Valor (US$)	Subtotal (US$)
1.- Tuberia de PE corrugada. Diam. 160 mm.	25,440	Ml	2.15	54,696	54,696
2.- Tuberia de PE corrugada. Diam. 100 mm.	194,532	Ml	1.32	256,782	256,782
3.- Piezas auxiliares	varias	Ml	0.20	43,994	43,994
4.- Grava	23,600	m^3	10.00	236,000	236,000
5.- Tendido de drenes					
- Drenadora	4,151	Horas	49.20	204,229	234,863
- Excavadora hidráulica	973	Horas	49.20	47,871	55,052
- Motoniveladora	1,158	Horas	35.60	41,224	47,407
6.- Transporte material	219,972	Ml	0.05	11,000	11,000
				Total :	US$ 939,794
7.- Ingeniería y administración					
- Administración			12.00	112,775	112,775
- Seguros y fianza			6.50	61,087	61,087
- Gastos generales			7.00	65,786	65,786
- Costos de capital			7.00	65,786	65,786
- Utilidades			10.00	93,979	93,979
				Total :	US$ 399,431

Sistema de drenaje abierto

1.- Construcción de berma	43,857	Ml	0.57	24,992	24,992
2.- Excavación de drenes	43,857	Ml	9.84	431,583	431,583
3.- Tendido de material	376,950	m^3	0.054	20,355	20,355
				Total :	US$ 476,930
4.- Construcción alcantarilla *					87,966
5.- Construcción de caidas *					63,456
				Total :	US$ 151,422
7.- Ingeniería y administración					
- Administración			12.00	75,402	73,223
- Seguros y fianza			6.50	40,843	39,662
- Gastos generales			7.00	43,985	42,713
- Costo de capital			7.00	43,985	42,713
- Utilidades			10.00	62,835	61,019
				Total :	US$ 267,050

* Ver detalles en anexo de inventario de obras en los diferentes drenes y cañadas.

ANEXO G

ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA LA CONSTRUCCION

ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA LA CONSTRUCCION

A. Las partes de drenaje a mencionarse van en ayuda de una definición de los trabajos y lista de cantidades.

Materiales

- Tipo de tuberia : polyethlene (PE).
- Diámetro : 100 mm y 160 mm.
- Cantidad : 194,532 y 25,440 m.
- Material envolvente : grava no clasificada.
- Cantidad por metro lineal de zanja : 0.107 m^3/Ml.
- Tapado de zanja : con el material excavado.
- Salida de drenaje : tubo liso de PVC de, de 2.5 m. de longitud y 4" de diámetro.

Trabajo de campo

- Profundidad promedio de los drenes : 1.87 m.
- Profundidad máxima de los drenes : 2.0 m.
- Longitud máxima de las líneas : 800 m.
- Ancho de la zanja : 0.5 m.

B. Instrucciones para la ejecución.

1. Poluciones

1.1. La zanja del dren deberá estar limpia de objetos y desperdicios que puedan dañar los drenes.

1.2. Cuando los drenes y las salidas se tienden y también cuando se llena la zanja, con filtro o envolvente, la tierra que cae deberá ser removida.

2. Excavación de la zanja.

2.1. La zanja para los drenes deberá ser excavada en línea recta, a la profundidad requerida y con la pendiente estipulada.

El fondo de la zanja deberá tener forma de "V" en el medio para acomodar la tuberia.

3. Tendido de los tubos

3.1. General

3.1.1. La conexión del dren con el tubo de salida deberá hacerse con un material que fije bien el tubo al dren.

3.1.2. El material envolvente debe distribuirse alrededor del tubo.

3.1.3. El tubo debe extenderse en línea recta en el fondo de la zanja,

3.1.4. Acoplar los tubos, con buen ajuste.

3.1.5. La parte superior de la línea de drenaje debe ser sellada.

3.1.6. Cuando la línea de drenaje cruce cortina rompe viento, no utilizar en ese tramo tubo perforado.

4. **Equipamiento auxiliar**

4.1. Las conexiones entre el colector y los laterales deben ser ajustadas de manera que el fondo de los laterales queden situados por encima del lado superior de los colectores.

4.2. Los laterales y los colectores deben ajustar perfectamente en sus puntos de conexión.

5. **Previsión para el limpiado**

5.1. Instalar las previsiones para el limpiado de los drenes de manera que no ocurran desviaciones en la serie de drenes.

5.2. Instalar las previsiones para el limpiado, de manera que los drenes sean limpiados en dirección aguas arriba del flujo.

5.3. Las varias partes deben ser firmemente apretadas y bien ajustadas.

6. **Tapado de la zanja**

6.1. Luego de obtener la aprobación, las zanjas pueden ser llenadas con el material excavado el mismo día, bajo las especificaciones indicadas.

6.2. A menos que se especifique lo contrario, el suelo con el cual la zanja es tapada debe compactarse de manera que quede a nivel de la superficie del terreno circundante.

7. **Demandas respecto a las líneas de drenes**

7.1. Las líneas deben ajustarse a las siguientes demandas respecto a las desviaciones de la pendiente requerida.

a) La desviación del tubo en el lado superior e inferior, en relación a la pendiente estipulada no deberá ser más de la mitad del diámetro interior del tubo.

b) Al mismo tiempo, la desviación puede ser tal que la pendiente negativa de la línea en un punto provoque que el tubo quede lleno de agua después que la descarga del dren haya terminado.

7.2. No se permite desviación en las líneas de drenaje causada por abolladura o torcedura.

7.3. Los drenes deben limpiarse dentro de las tres primeras semanas después de la construcción.

ANEXO H

PLANOS

ANEXO H
PLANOS

CONTENIDO	No. DE HOJAS	ESCALA
1.- SALINIDAD DEL AGUA FREATICA	1	1:60,000
2.- DELIMITACION AREAS CON SALINIDAD Y MAL DRENAJE	1	1:40,000
3.- RED PRINCIPAL DE DRENAJE A CIELO ABIERTO Y SUBTERRANEO	2	1:10,000
4.- LOCALIZACION DE DRENES COLECTORES Y PARCELARIOS EN LA MARGEN DERECHA	19	1:2,000
5.- PERFIL LONGITUDINAL DE DRENES A CIELO ABIERTO	32	Hor. 1:2,000 Vert.1:100

CENTRO DE PROGRAMAS Y PROYECTOS DE INVERSION (CEPPI)

INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA

Apdo. 55-2200 Coronado, Costa Rica / Tel.: 29-02-22 / Cable: IICASAN JOSE /
Télex: 2144 IICA CR / FAX (506) 29-47-41, 29-26-59 IICA COSTA RICA