INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS HIDRAULICOS (INDRHI)

INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA (IICA)

# PROYECTO DE DESARROLLO AGRICOLA SOSTENIBLE EN SAN JUAN DE LA MAGUANA

## CONSULTORIA EN ESTUDIO Y DISENO DE LA RED DE DRENAJE Y RECUPERACION DE SUELOS

# INFORME FINAL

## (SEGUNDO BORRADOR)

**RESPONSABLE :**
Ing. Narciso Santana (consultor privado)
Ing. Gilberto Reynoso (INDRHI)

Santo Domingo, D.N.
29 de febrero del 1992

00007474

IICA
PII
1

BV-1396

INDICE

ANEXO

## RESUMEN EJECUTIVO

El valle de San Juan es una región con un gran potencial para la producción agrícola bajo riego, pero problemas de drenaje y salinidad limitan fuertemente el desarrollo de su potencial en una superficie de aproximadamente 3,075 ha. en la margen derecha del río San Juan.

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 del plan, que tipo de organización y equipos se necesitarían, y cuales serían los costos para la ejecución del plan. 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 consistió en caracterizar en forma preliminar los factores contribuyentes a los problemas de drenaje y salinidad, determinándose como los de mayor responsabilidad (ver cuadro sinóptico) los siquientes :

1.- La recarga de agua inducida con la deficiente aplicación del agua de riego.

2.- La incapacidad de los suelos del valle para poder evacuar una recarga de agua determinada a través de su perfil.

3.- Falta de facilidades (drenaje interno) para ayudar el deficiente drenaje natural que tienen los suelos.

4.- Bloqueos de los cauces naturales existentes.

5.- Geología favorable para el desarrollo de manto confinado, con presencia de elevadas concentraciones de sales solubles.

La conclusión principal del diagnóstico es que se necesita mejorar el sistema de drenaje existente y expandirlo, considerando la incidencia de los factores arriba señalados. Además, reducir las pérdidas de agua que se producen con el riego.

Atendiendo a las conclusiones y recomendaciones del diagnóstico, se elaboró un primer esquema con las acciones de drenaje recomendable, el cual se fué mejorando a medida que se van obteniendo nuevas informaciones de campo. El plan final a que se ha arribado, 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 profundizar el nivel base de ello.

4.- Diseñar un sistema de drenaje subterráneo a base de tuberia de PE que funcionaría integrado al sistema principal abierto.

Las acciones indicadas han sido estudiadas y diseñadas, y se acompañan de los correspondientes costos para su ejecución, los cuales ascienden a US$ 3,455,016.

En los aspectos de lavados de suelos se han definido criterios y normas para realizarlos y los cultivos más recomendables a establecer en las diferentes etapas del proceso.

Se recomienda que la construcción del sistema de drenaje parcelario y la adecuación de cauces naturales existentes se ejecute por administración bajo la responsabilidad del INDRHI, con asesoramiento contratado. La red mayor de drenaje y obras complementarias sean licitadas y que las acciones de preparación y lavados de suelos sean realizadas por los propios agricultores, con asesoramiento técnico especializado.

## Cuadro sinóptico

| Problemas identificados | Acciones propuestas | Costo estimado | Esquema de de ejecución | Impacto esperado |
|---|---|---|---|---|
| 1.- Una superficie de 3,000ha. con suelos empantanados y salitrados. | - Construcción de un sistema de drenaje parcelario y principal<br>- Reducción de las pérdidas de agua con la aplicación del riego. | 3,374,652 | En una primera etapa const. del sistema principal abierto sobre el abatimiento del manto freático y en una segunda etapa la const. del sistema parcelario. | Abatimineto de los niveles freáticos hasta una profundidad minima de 1.5 m. |
| 2.- Manto confinado con elevadas concentraciones de sales solubles, que alimenta el manto freático. | - Const. de pozos de alivios en el fondo de los drenes abiertos. | -- | Luego de construidos los drenes principales se porforarán pozos con profundidad de 3 a 5 m. en la plantilla. | Reducción de la participación del agua confinada en la recarga del manto freático. |
| 3.- Cauces naturales bloqueados. | - Restitución relativa de los drenes naturales existentes. | 157,142 | En la primera etapa de ejecución del sistema de drenaje, se adecuarán los cauces naturales considerados. | Efecto significativo en el abatimiento de los niveles freáticos. |
| 4.- 500 ha. de tierras ensalitrdas | - Lavado de los suelos, nivelación, aplicación de enmiendas y subsolado. | -- | Se iniciarán los lavados cuando los niveles freáticos hayan descendido hasta 1.5 m. de profundidad.<br>- Nivelación de las tierras.<br>- Subsolado.<br>- Aplicación de enmiendas.<br>- Preparación de suelo.<br>- Lavado. | Eliminación de las sales acumuladas en el porfil del suelo.<br>Mejoramiento de la aplic. del agua y mejoramiento de los suelos. |

# 1.- INTRODUCCION

## 1.1.- Antecedentes generales

El gobierno Dominicano y el Banco Interamericano de Desarrollo 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 el proyecto de riego en la zona de influencia de la presa de sabaneta. Dicho proyecto tenia 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 es más antiguo al inicio del proyecto de riego sabaneta. La magnitud de los problemas de drenaje y salinidad observables ahora en el valle, están vinculados a la recarga generada por los huracanes David y Federico en el año 1979 y fundamentalmente a la forma en que se ha estado manejando el recurso agua en la actividad agrícola. El problema de drenaje ha evolucionado progresivamente y con el la salinidad, como resultado de la falta de tratamiento adecuado para eliminar las causas que lo originaron: rotura del equilibrio hidrológico local de los suelos.

## 1.2.- Propósito de la consultoria

El propósito de esta consultoria es la de preparar un plan racional que permita llegar a soluciones tangibles en la tarea de restituirle la capacidad productiva a la superficie de tierra agrícola (3,075 ha.), que ahora tienen 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.

Se estableció un cronograma de actividades para realizar 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.

## 2.- DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL

### 2.1.- Análisis de los factores que originan el problema de drenaje Y salinidad.

En base a los estudios y planos elaborados 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 río San Juan.

#### 2.1.1.- El sistema de drenaje superficial

El área de influencia del sistema de riego J.J. Puello tiene un sistema de drenaje natural bien desarrollado, que 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 obstaculos artificiales construidos (represamientos). Adicional al sistema de drenaje natural, el proyecto de construcción consideró la necesidad de drenes artificiales superficiales en su nivel principal, pero con menor atención en la disposición de los volumenes de agua de coleo originados por la aplicación excesiva de riego.

En el cuadro No. 1 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. 1. Algunas características del sistema principal de drenaje.

| Zona del proyecto | Nombre del dren | Longitud (Km) | Profundidad (m) | Situación 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. ó 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. |
| | Lat. la urca | 1.06 | 0.75 | Con maleza. |
| | Lat. Sanchez | 2.0 | 1.25 | Descarga restringida. |
| | Alexis | 0.82 | 2.25 | Buena descarga. |
| | Narciso 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 | 6.2 | 0.65 - 1.30 | Descarga restringida. |

continuación cuadro No. 1

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | San Antonio | 2.2 | 3.2 | 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 través de los cuales drenan las zonas 7, 9 y 6 hacia río San Juan tienen profundidad y capacidad de conducción adecuada.

2.- Arroyo calabozo y arroyo la ceiba constituyen el sistema principal de descarga que drena la zona 11 del proyecto hacia el río Yabonico. El primero tiene buena profundidad y capacidad de conducción y el segundo está represado para riego y aguas arriba del represamiento no tiene profundidad adecuada, debido a la sedimentación.

2.1.2.- 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. 2, se presentan los factores principales, identificados como causantes del problema de drenaje interno.

Cuadro No. 2. Factores que originan el problema de drenaje.

| Factores | Externos | | Internos | |
|---|---|---|---|---|
| | Superficiales | Subterráneos | Superficiales | Subterráneos |
| Fuentes de agua | | 1.- Corrientes subterráneas de laderas altas | 1.- Sobre riego | 1.- Filtraciones en canales<br>2.- Afloramientos de mantos confinados |
| Obstaculos | | 1.- Geología desfavorable | 1.- Pérdida de capacidad de los cauces naturales<br>2.- Mala conservacion de colectores<br>3.- Poca profundidad de colectores existentes | 1.- Baja permeabilidad de los suelos y subsuelos<br>2.- Altos niveles piezométricos de mantos confinados ligados al manto freático |

2.1.3.- Fluctuaciones del manto freático.

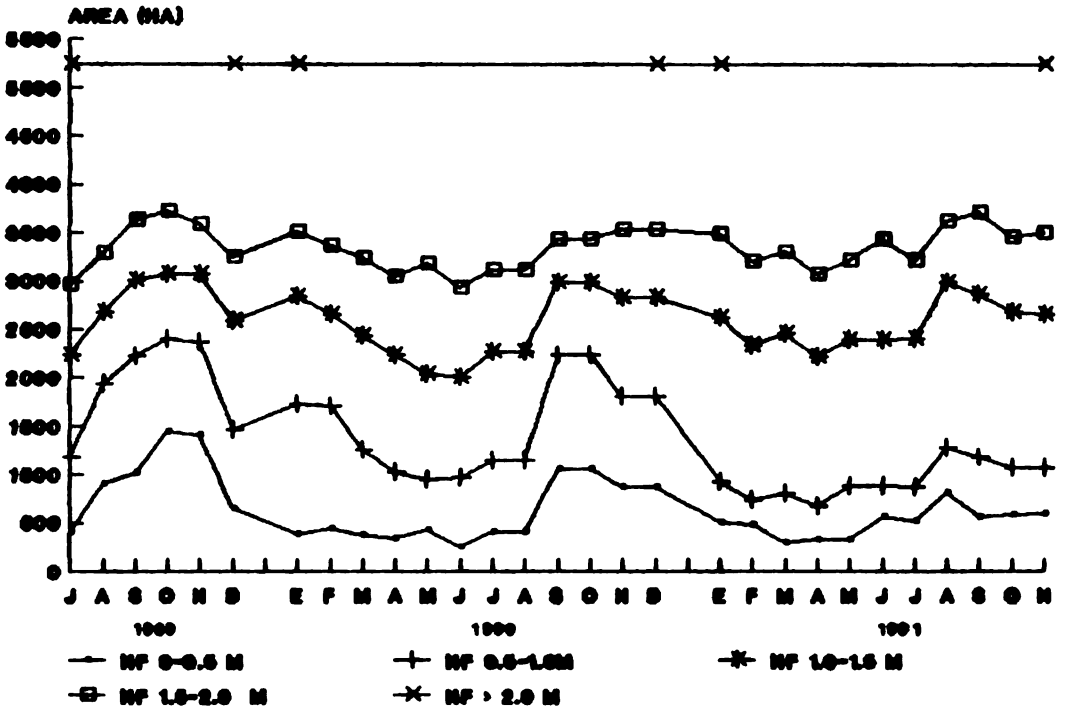
Las fluctuaciones del manto freático a través del tiempo, tal y como puede observarse en la figura No. 1, permite precisar los siguientes aspectos:

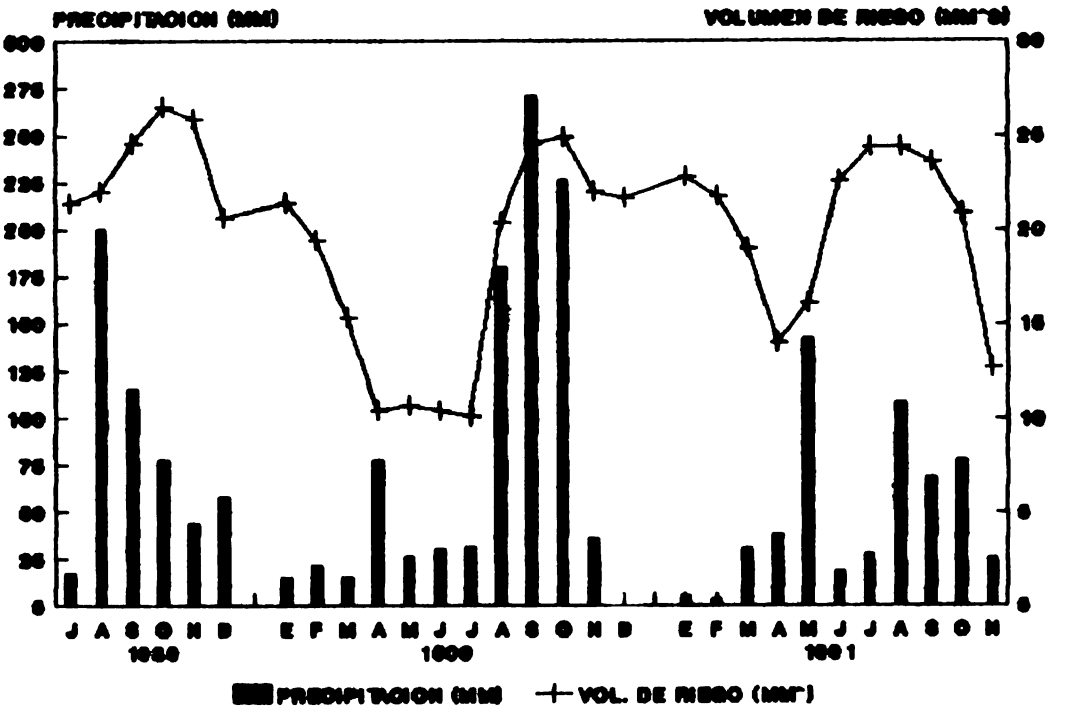
a) De un área total de 5235 ha. estudiadas, 3072 ha. presentan problemas de drenaje debido a que el manto freático se mantiene a menos de 1.5 m. de profundidad y alrededor de 700 ha. adicionales son potencialmente suceptibles de afectarse, por tener mantos freáticos a profundidad menor de 2.0 m. las 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, 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.

FIG. No. 1 VARIACION DE LOS NIVELES FREATICOS EN EL TIEMPO Y SU RELACION CON LA PRECIPITACION Y LOS VOLUMENES DE RIEGO.



d) La fuente principal de alimentación del manto freático la constituye las pérdidas de agua durante el riego del cultivo de arroz, cuya siembra se inicia a partir de la segunda quincena de Junio y se cosecha entre la segunda quincena de Septiembre y la primera de Diciembre.

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.

2.1.4.- Profundidad del estrato impermeable.

En los suelos del valle de San Juan predominan los componentes mecánicos limo y arcilla en más de un 80 % en todo el perfil, confiriendole 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 suelo 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, 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.

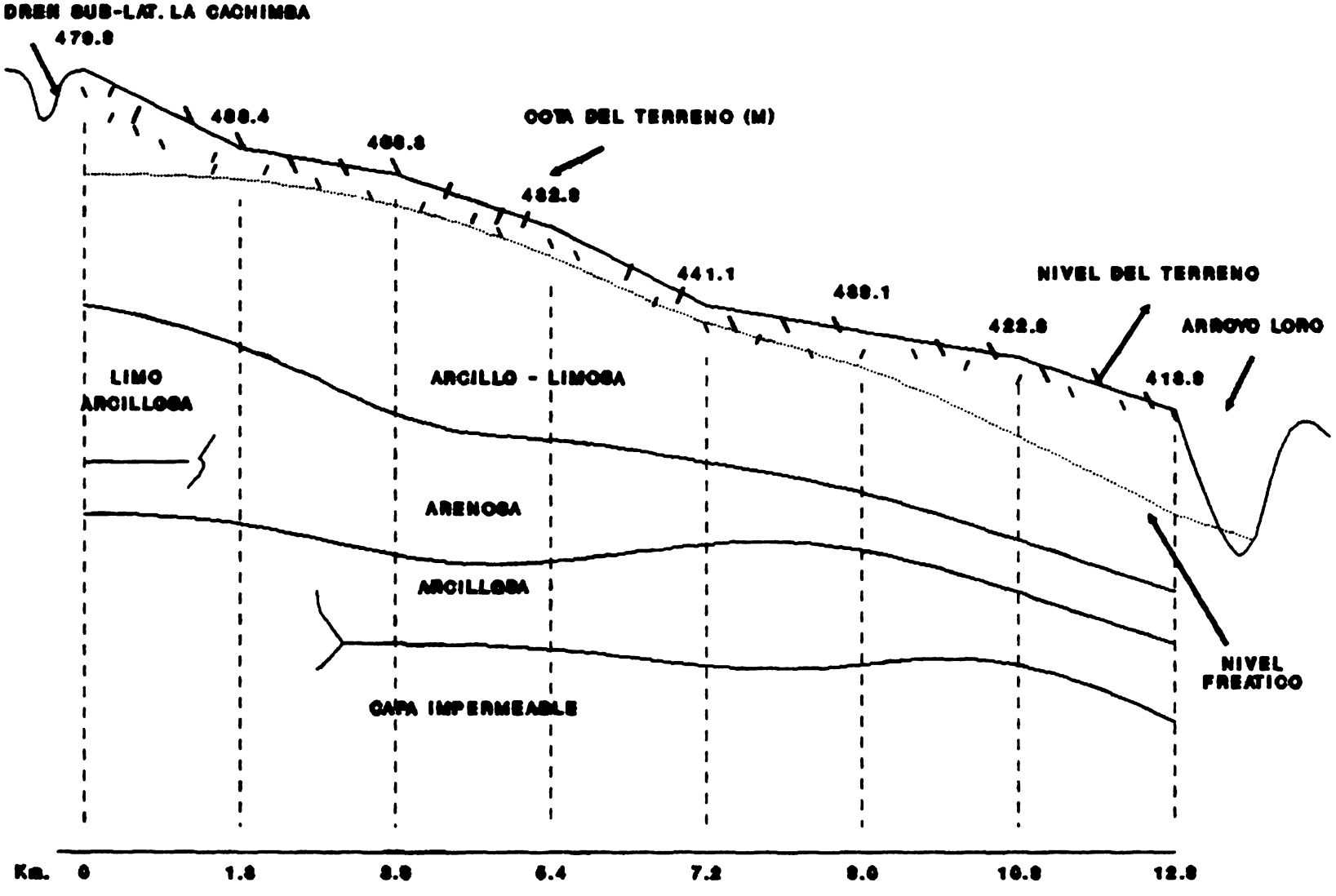
Un fenómeno importante para el tratamiento del problema de drenaje, puesto en evidencia en las observaciones de campo, es la presencia de altos niveles piezométricos de mantos confinados ligados al manto freático. La carencia de estudios piezométricos impiden definir las áreas con manto freático sujeto 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.

2.1.5.- Caracterización del problema de salinidad de los suelos y de las aguas.

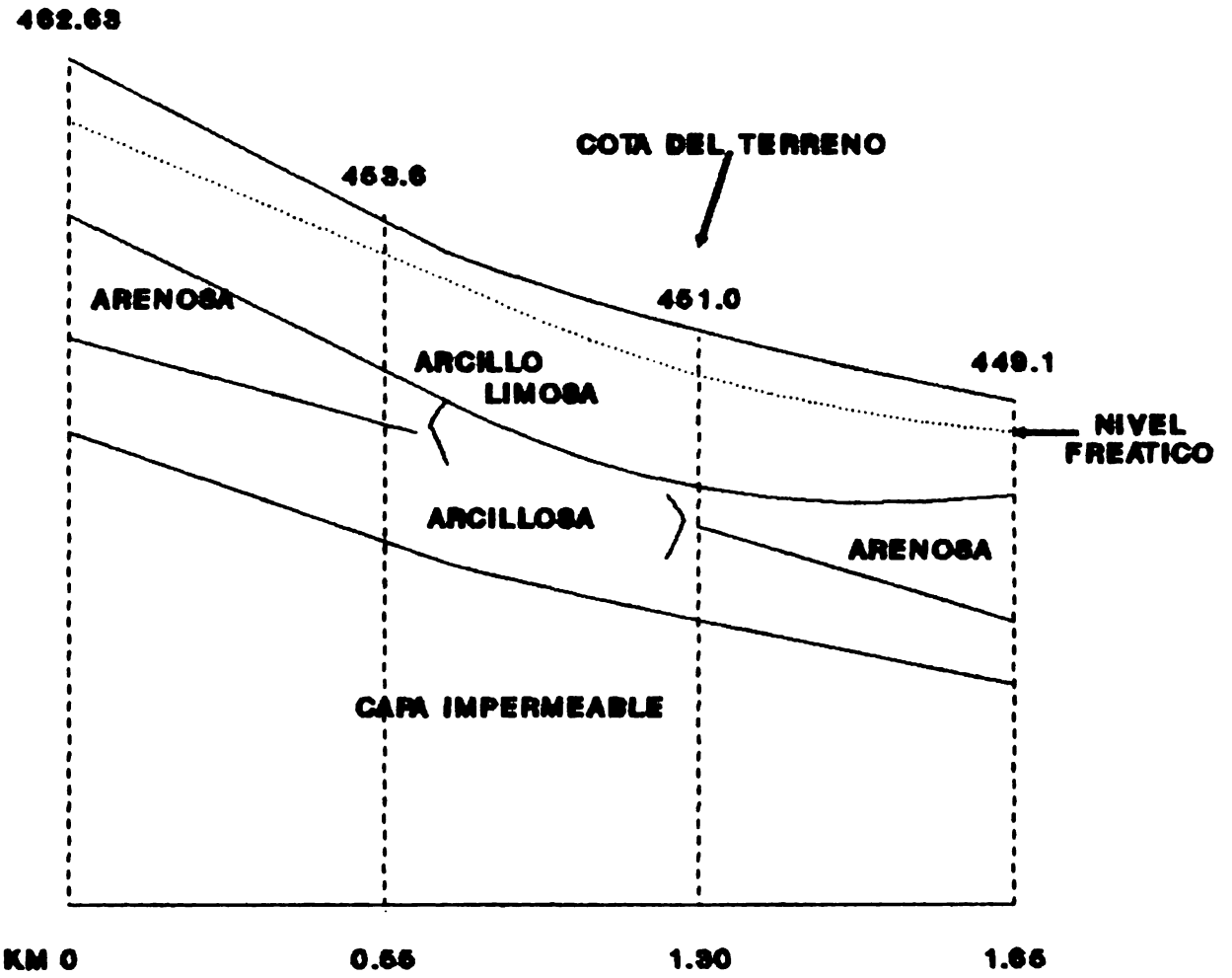
A pesar de que solamente se dispone de información cuantificada de la magnitud del problema de salinidad en unas 440 ha. de la zona piloto que desarrolla el centro de manejo de aguas, las observaciones de campo y las informaciones suministradas por agricultores evidencian que la salinidad afecta un área 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.

# FIG. 2 PERFIL ESTRATIGRAFICO Y NIVEL FREATICO EN DIRECCION DEL FLUJO.



## FIG 3 PERFIL ESTRATIGRAFICO Y NIVEL FREATICO PERPENDICULAR A LA DIRECCION DEL FLUJO



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:

2.1.6.- 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. 3 contiene el análisis químico de dichas aguas.

cuadro No. 3. Análisis químico del agua derivada de la presa de Sabaneta.

---

Cloruros ($CL^-$) = 0.35 meq/Lt.

Sulfatos ($SO4^=$) = 0.00 meq/Lt.

Carbonatos ($CO3^-$) = 0.00 meq/Lt.

Bicarbonatos ($CO3H^-$) = 0.30 meq/Lt.

Calcio ($Ca^{++}$) = 0.81 meq/Lt.

Magnesio ($Mg^{++}$) = 0.55 meq/Lt.

Sodio ($Na^+$) = 0.22 meq/Lt.

PH = 8.4

cont..

Conductividad electrica = 160 micromhos/cm (0.1 gr/Lt.)

RAS = 0.16

Clasificación = $C_1$ $S_1$

---

2.1.7.- 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 con el ascenso capilar desde el manto freático poco profundo.

En el cuadro No. 4, 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. 4. Análisis químico del agua del pozo de observación No.4.

---

Cloruros ($Cl^-$) = 19.92 meq/Lt.

Sulfatos ($SO4^=$) = 23.28 meq/Lt.

Carbonatos ($CO3^-$) = 0.60 meq/Lt.

Bicarbonatos ($CO3H^-$) = 8.10 meq/Lt.

Calcio ($Ca^{++}$) = 8.28 meq/Lt.

Magnesio ($Mg^{++}$) = 10.64 meq/Lt.

Sodio ($Na^+$) = 32.42 meq/Lt.

$Ca^{++}$ + $Mg^{++}$ = 18.92 meq/Lt.

Conductividad electrica = 5190 micromhos/cm

---

Análisis efectuado por la división de hidrogeología del INDRHI, el 16-Febrero-1989.

A.- 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

$$\text{Coeficiente de proporcionalidad} = \frac{CE}{\text{cationes}} = \frac{5190}{51.34} = 101.09$$

Resulta un coeficiente que se encuentra en el límite de la región de aceptación ( 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 solución del suelo.

CSR=(CO3 + CO3H) - (Ca + Mg)=(0.60 + 8.10) - (8.28 + 10.64) < 0 No hay riesgo de sodificación

$$a_5\text{- Cloruros} = \frac{Cl+NO3}{CO3+CO3H+SO4+Cl+NO3} = \frac{19.92}{0.6+8.10+23.28+19.92} \times 100 = 38\ \%$$

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

$a_7$- Proporción 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.

2.1.8.- 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 sal sobre la superficie (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 analizan en el laboratorio.

[illegible] de [illegible] de [illegible]
Santo Domingo, D.N.

Señores
Instituto Dominicano de Investigaciones
Para la Agricultura (IDIA)

[illegible]

Distinguidos Señores:

[illegible]

Esperando [illegible] sugerencias y nos [illegible]

Ing. Narciso Santana

Foto No. 4 Area piloto de manejo de aguas. Concresiones de
en superficie.

de



el

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.

Si 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 aparentamente 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.

## 2.2.1- Suelos del area afectada

Los suelos del área afectada, tienen profundidades mayores de 3.0 m., pero su desarrollo ha estado condicionado por la hidromorfía permanente que tiene como manifestación evidente, la existencia de un horizonte (B) textural de un espesor que alcanza hasta los 3.o m. con contenido de arcilla y limo fino hasta el 80 % y la ausencia total de estructura 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 los coloides orgánicos que son 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 inequivocos de un suelo muy degradado y sin estructuración que esta 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, mientra que en la Ceiba y Pedro Sanchez la salinidad es baja, pero los problemas de exceso de humedad afectan con igual intensidad.

2.2.2.- 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. 5 , 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. 5 Niveles de rendimientos de los principales cultivos en las áreas afectadas.

| Superf. afectada | Grado de afectación | 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 escorrentia 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 que debe tomarse sólo como un indicio y en modo alguno como una cuantificación de las pérdidas.

## 2.3.- Aspectos operativos e institucionales concurrentes

### 2.3.1.- 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.

2.3.2.- 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 volumenes de agua utilizada. 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 indices de productividad del cultivo del arroz que aparecen en el cuadro No. 5 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.

2.3.3.- Operación y mantenimiento

Los controles en el suministro del agua no son adecuados y los drenes y 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.

2.4.- Evaluación de los resultados del área piloto de drenaje subterráneo con tuberías

2.4.1.- 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., las cuales forman parte de un área mayor, 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. y espaciado 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 en este experimento 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..

2.4.2- 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 ($m^3$)

$$Pr = 75415 + 28796 - ( 22512 + 54873 ) = 26826\ m^3 = 290\ mm.$$

2.4.3.- Balance de sales.

2.4.3.1.- Balance de sales y agua.*

La expresiòn 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.)

*) Los datos sobre el balance deben precisarse en un pròximo ciclo.

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 subterrâneo (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 hectârea fueron lavadas desde el perfil del suelo, durante el ciclo del cultivo.

2.4.3.2.- Balance de sales de acuerdo a análisi de laboratorio

La expresión utilizada para realizar el balance de sales, usando los resultados del análisis del laboratorio, es:

$Cs = CE \times d.s \times Ps \times 0.66 \times 10^{-3}$

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 %

$0.66 \times 10^{-3}$ = Constante de conversión de la salinidad de mmhos a ton./ha.

La salinidad y demás caracteriticas 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 | Después |
|---|---|
| CE = 14 mmhos/cm. | CE = 7.8 mmhos/cm. |
| d.s = 1.52 $gr/cm^3$ | d.s = 1.52 = $gr/cm^3$ |
| Ps = 57 % | Ps = 57 % |
| Cs = 19.4 tons. de sal/ha. | 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.

2.4.4.- Evaluación del sistema de drenaje subterraneo del area piloto.

2.4.4.1.- 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 50 m. y una profundidad de 1.5 y 1.7 m.. 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 tuberias 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.V.C. con grava.
- 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.

2.4.4.2.- 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.

2.4.4.3.- 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.).

2.4.4.4.- El Comportamiento de los tubos, la grava 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.

2.4.4.5.- 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.

2.4.4.6.- Conductividad Hidráulica.

2.4.4.6.1.- 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 rsultan muy altos y no se corresponden con el tipo de textura dominante en el suelo (arcillo - limoso).

2.4.4.6.2.- 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. 5.

Cuadro No. 5. La conductividad hidráulica (K, m/dia) obtenida a partir de la relación carga hidráulica - descarga.

| Dren | D (m) | d (m) | h (m) | q (m/dia) | Kd ($m^2$/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 freático entre dos lineas de drenes (m).

q = Recarga (m/dia).

Kd = Transmisibilidad de los estratos del suelo ($m^2$/dia).

K = Conductividad Hidráulica (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 (2.5 m.) muy espaciados, en lugar de una red densa de drenes superficiales. Sobre todo, si 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.

## 2.5.- 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.

### 2.5.1.- 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 1.4 gramos 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.

2.6.- Conclusiones.

Las conclusiones principales a las que se arriban, luego del análisis y estudio de la información disponible, son las siquientes:

- El valle de San Juan, en la margen derecha es una vía de transito al 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 el río San Juan y Yabonico, a través de una red de drenes naturales bien desarrollados.

- 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 de sedimentos, crecimientos de vegetación acuática y construcción de represas.

- El drenaje interno de los suelos no recibió la atención requerida en la etapa de planificación del sistema de riego rehabilitado. En términos generales, los problemas

de drenaje que se observan en las 3000 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 recargas sostenidas 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 incipiente, que no se puede considerar como problemática, sin embargo, se preve un acelerado proceso de salinización sino se toman las medidas convenientes de drenaje y manejo de riego, que controlen la recarga de agua hacia la zona radicular de los suelos.
- El sistema de drenaje subterráneo del área piloto en cuanto a tubos y grava ha tenido un funcionamiento bueno. Los materiales filtrprotectores empleados, grava y paja de arroz, solamente la grava se comportó en forma adecuada.
- El nivel de información disponible es insuficiente para cuantificar en toda su magnitud los requerimientos de drenaje subsuperficial que aseguren la eliminación de los excesos de humedad y las sales de los suelos de la margen derecha.

2.7.- Recomendaciones.

- Restituir y mejorar la capacidad natural de drenaje del valle.
- Rehabilitar, mejorar y ampliar el sistema de drenes superficiales existentes.
- 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 inducida 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 sobrediseñado, debe diseñarse el sistema de colectores troncales, principales y segundarios, en forma definitiva. El diseño de drenes de campo debe ser considerado como tentativo.

Durante la excavación de los drenes principales, el efecto del mismo sobre la depresión del manto freático debe ser evaluado y así poder modificar el diseño tentativo de los drenes de campo.

- Investigar con 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 7

mmhos/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 los aspectos relevantes de fuentes de recarga confinada, flujos laterales, salinidad de las aguas freáticas y capacidad de drenaje natural de los suelos del valle.

## 3.- ESTRATEGIA Y DIMENSIONAMIENTO.

### 3.1.- Concepción del subproyecto.

El subproyecto de estudios y diseños de redes 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 problemas de drenaje y salinidad en la margen derecha del río San Juan; a la vez, 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 contemplan en el subproyecto la necesidad de desarrollar tres tipos de acciones generales:

- Instalar y construir un sistema funcional de drenaje.
- Controlar la salinidad en las tierras.
- Reducir la recarga inducida de agua al valle.

### 3.2.- Elementos operativos

Para el logro de los objetivos del subproyecto de drenaje y recuperación de los suelos afectados por salinidad, la estrategia propuesta está fundamentada en las siguientes actividades especificas:

3.2.1.- Diseñar y/o completar diseños para el mejoramiento del funcionamiento del sistema de drenaje existente.

El conjunto de actividades incluye:

3.2.1.1.- Hacer los diseños para 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.

3.2.1.2.- Diseños para la rehabilitación, mejoramiento y extensión del sistema de drenaje existente en las áreas afectadas, lo cual alcanza una extensión de 26.2 km.

Como paso previo a la realización de los diseños, se implementó un conjunto de medidas consistentes en:

- Inventario del sistema existente y condiciones operativas bajo la presente condición.
- Evaluación de la efectividad del sistema de drenaje existente con relación a su ubicación, características de sección y profundidad, capacidad de captación de agua y posición de nivel base de las estructuras de cruces.
- Mejoramiento del sistema existente en base a los parámetros anteriores y conversión a dren enterrado en donde las condiciones se juzgaron conveniente.

Una vez definida las exigencias de drenaje y recuperación de suelos, se procedió a comparar las facilidades existentes con las requeridas, las necesidades de drenaje deficitario constituyó la función objetivo de la fase de diseño del sistema parcelario y debe seguirse la misma secuencia en la fase de implementación y construcción.

3.2.1.3.- Diseño del sistema parcelario a nivel de fincas en las áreas afectadas, el cual tiene una extensión de 196,552 Ml. en nivel parcelario y 25,440 Ml. en el nivel de colectores parcelario.

En los cuadros C-1 y C-2 del anexo, se presenta un resumen de los drenes y obras a rehabilitar y construir en las áreas afectadas.

3.2.2.- 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 tierras, 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.

3.2.3.- 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.

3.2.4.- Aplicación de mejoradores.

Se contempla la aplicación de yeso como mejorador de la estructura y la permeabilidad del suelo. La dosis a aplicar 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.

3.3.- 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.

3.4.- Objetivos y metas

3.4.1.- Objetivos especificos

- Restituir y sostener la capacidad productiva de los suelos afectados por problemas de drenaje y salinidad.
- Detener el avance del proceso de empantanamiento y salinidad hacia nuevas áreas.

3.4.2.- 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.

3.5.- Metas

En relación con los objetivos especificos:

- Lograr niveles de rendimientos en las cosechas de arroz de un 50 % en el primer año y 100 % a partir del segundo año, del potencial productivo. En habichuelas el 100 % a partir del segundo año.
- Mantener el manto freático a una profundidad por debajo de 1.5 m. en los suelos del proyecto.

En relación a los objetivos intermedios:

- Al final del primer año de ejecución del proyecto, se habrá rehabilitado y/o construido los 11,230 Ml. de drenes naturales, los 36,420 Ml. de drenes principales abiertos y 221,992 Ml. de drenes parcelarios subterráneos.
- En las 500 ha. de suelos afectados, se aplicaran las láminas de sobre - riego recomendadas, así como las labores de suelo.

3.6.- 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 estudios y diseños de redes 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 más conveniente 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 intimamente vinculada con la necesidad planteada de reducir las pérdidas inducidas através del uso ineficiente del agua.

3.7.- Beneficiarios

La población directamente beneficiada por el subproyecto, en el sentido que recibirá todos los beneficios del mismo, está constituida por un total de 791 productores, de los cuales, el 44 % son beneficiarios de reforma agraria, con propiedades de menos de 3 ha.. 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 desarrolla, especialmente a medida que se intensifica el riego.

3.8.- Descripción de las acciones propuestas

3.8.1.- 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 es posiblehacer 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 productividad, bajo

condiciones normales. 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:

3.8.1.1.- Proyectar un sistema de drenaje interno, integrado por:

a) 196,552 metros lineales de drenes parcelarios de 100 mm. de diámetro colocado a una profundidad de 2 m. y 100 m de espaciamiento.

b) 25440 metros lineales de drenes subcolectores subterráneos de 160 mm. de diámetro a una profundidad de 2 m.

c) Construir 23,220 metros lineales de drenes abiertos con profundidad de 2.5 m.

d) Construir 13,200 metros lineales de drenes colectores principales abiertos, con profundidad de 3 m.

e) Rectificar y linearizar de 11,230 m. de cauces naturales

f) Construcción de 57 caidas y 26 alcantarillas, cuyas características se presentan en los cuadros C-1 y C-2 del anexo.

3.8.2.- Recuperar los suelos drenados y afectados por salinidad (500 has. aproximadamente) mediante las siquientes operaciones:

a.- Nivelación del terreno (500 ha.)

b.- Subsolado en dirección transversal a los drenes parcelarios, a máxima pendiente, profundidad de 0.5 m. y

separación de 2 m.

c.- Incorporación de correctivos correspondientes, para mejorar la permeabilidad del terreno (yeso pulverizado a razón de 2 ton/ha).

d.- Labores de preparación del terreno para lavado.

e.- Lavados del terreno, con láminas de 15 cm. e intervalos de 5 días.

### 3.8.2.- Análisis técnico de alternativas para selección de acciones

El uso de drenes subterráneos con tuberias 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 especificas, entre las ventajas se destacan :

- Ellos pueden servir para recibir tanto el agua de escorrentia 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 costoso 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 :

- Tuberia : 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.

$$\text{Costo} : \frac{1{,}000 \text{ m.}}{50 \text{ m/h.}} \times \text{US\$ } 49.2/\text{h.} = \text{US\$ } 984.00$$

- 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.2 resume los datos del análisis comparativo de las ventajas y desventajas de usar drenes parcelarios abiertos y subterráneos.

Cuadro No.2 Análisis comparativo de las ventajas y desventajas de drenes subterráneos Vs. drenes abiertos.

| Tipo de dren | Costo de const. (U.S$/km) | Tierra usada ($m^2$/km) | Costo de mant. (U.S$/año/km) | Rapidez de evacuación | Dificultad de labores agric. | Requerimientos obras adicionales |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Abierto | 12204 | 7700 | 984 | Alta | Mucha | Alto |
| Subt. | 3829 | 0 | 70 | Baja | Ninguna | Ninguna |

3.9.- Costos

El costo de las acciones proyectadas es el siguiente:

| | | |
|---|---|---|
| Costo de las obras : | US$ | 2,191,033 |
| Ingeniería y supervisión : | US$ | 440,290 |
| Estudios y diseño : | US$ | 197,357 |
| Equipos : | US$ | 12,000 |
| Vehículos : | US$ | 38,500 |
| Total : | US$ | 2,879,180 |
| Partidas sin asignadas : | US$ | 575,836 |
| Gran Total : | US$ | 3,455,016 |

## 4.- ORGANIZACION INSTITUCIONAL

### 4.1.- Licitación y ajudicación de obras

Se propone que los trabajos de mejoramiento en 11,230 m. de cauces naturales, lo mismo que la construcción de los 221,992 m. de drenes subterráneos sean ejecutados por administración bajo la responsabilidad del INDRHI, con cargo a fondos del proyecto. Para tal efecto, el INDRHI tendrá la responsabilidad de crear una unidad ejecutora y contratar servicios de asesoria. Deberá disponer de términos de referencias, normas y procedimientos acordados con la agencia financiadora del proyecto, a los cuales se ceñirá la unidad ejecutora.

Los trabajos de construcción de 36,420 m. 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.

## 5.- EJECUCION

### 5.1.- 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 siquiente:

- 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 minima de 3 m.. Asi mismo, se reducirán al minimo 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 dejando en el interior un 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.

5.2.- Tendido de drenes: se hará con drenadora a excepción de las partes donde aparezca lodo.

- El material de los tubos de drenaje a emplear será cloruro de polivinilo (PVC), 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 de relleno poroso. Las zanjas se rellenarán una vez tendido el dren, con la tierra extraída 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 0.6 m. y separación de 2 m..

5.3.- 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.

5.4.- Lavados

- Se iniciarán cuando el manto freático haya descendido hasta una profundidad mínima de 1.0 m.. Las láminas parciales de lavados serán de 15 cm. y se aplicarán cada 5 a 6 días.

## 5.5.- Cronograma de ejecución

| Actividad | Números | Meses calendario | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| A.- Entrga de equipos y materiales | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.- Firma de contrato (INDRNI-Cont.) | | * | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.- Maquinas de drenaje | 2 | * | * | * | * | | | | | | | | | | | | |
| 3.- Excavadoras | 7 | * | * | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.- Motoniveladora | 1 | * | * | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.- Tracteres | 2 | * | * | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.- Tubos PE, diámetro de 100 mm. | 196,992 m. | * | * | * | * | | | | | | | | | | | | |
| 7.- Tubos PE, diámetro de 160 mm. | 25,440 m. | * | * | * | * | | | | | | | | | | | | |
| B.- Diseños definitivos | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.- Drenes abiertos | 47,650 m. | * | * | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.- Drenes subterráneos | 221,992 m. | | | | | * | * | | | | | | | | | | |
| C.- Ejecución de las obras | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.- Entrega de tuberias | 221,992 m. | | | | | * | * | * | | | | | | | | | |
| 2.- Transporte de tuberia al campo | 221,992 m. | | | | | | * | * | * | * | * | * | * | * | | | |
| 3.- Excavación drenes principales | 47,650 m. | | | * | * | * | * | * | * | * | * | | | | | | |
| 4.- Excavación tendido de drenes subterr. | 221,992 m. | | | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 5.- Tranporte de grava al campo | 23,586 m^3 | | | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 6.- Tapado drenes subterráneos | 221,992 m. | | | | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 7.- Conexión registros | | | | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 8.- Construcción obras complementarias | | | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | | | | |

## 5.6. Programa de inversiones

| Concepto | Año 1 | Año 2 | Total |
|---|---|---|---|
| A. - Inversiones | | | |
| 1.- Obras civiles | 1,655.00 | 536.00 | 2,191.00 |
| 2.- Equipos y maq. | 700.00 | 74.00 | 774.20 |
| 3.- Equipos varios | 12.00 | -- | 12.00 |
| 4.- Equipos transporte | 38.50 | -- | 38.50 |
| 5.- Estudio y diseño | 197.40 | -- | 197.40 |
| B.- Costos de operación | | | |
| 1.- Personal | | | |
| 2.- Servicios | | | |
| 3.- Material gastable | | | |

## 6.- JUSTIFICACION DE LAS ACCIONES PROPUESTAS

- El esquema de drenaje seleccionado con una combinación de drenes a cielo abierto en nivel principal y subterráneo a nivel parcelario, es técnico y financieramente ejecutable y asegura la obtención de los objetivos planteados.
- El INDRHI, que además de sus funciones de autoridad de aguas, tendrá la responsabilidad directa en la administración del subproyecto, mediante la organización de la unidad ejecutora propuesta para conducir los trabajos de restitución operativa de los drenes naturales, la construcción de los parcelarios y licitar las obras complementarias y nuevos drenes a construir, sera la institución de la ejecución de las acciones planteadas.
- 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 amplia 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 791 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 río 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.

# ANEXO

# 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 | |
| | maiz | | 1991 | 1.4 | -- | |
| | arroz | | 1990 | 1.9 | 2.39 | |
| | maiz | | 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 N. | 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 S. Herrera | arroz | | 1991 | 2.9 | 2.25 | |
| Urbano Fernandez | habichuela | | todo los años | 15.0 | 0.78 | |
| | pastos | | permanente | 22.5 | | |
| Sucesión Haut | 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 | 16.80 | |
| | arroz | | 1991 | 14.3 | 4.33 | |
| | batata | | 1991 | 11.3 | pérdida | problemas drenaje |
| | habichuela | | 1991 | 18.8 | 1.20 | |
| Julio Suero N. | arroz | | anual | 12.0 | 3.86 | |
| | pastos | | permanente | 19.0 | | |
| Osiris Ramirez | arroz | | 1991 | 2.3 | 2.94 | |
| | batata | | 1991 | 2.3 | 8.00 | |
| Felix Valoy N. | 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 | |
| | maiz | | 1991 | 1.1 | 1.76 | |
| | pastos | | permanente | 0.8 | | |
| | arroz | | 1990 | 1.5 | 3.03 | |
| | batata | | 1990 | 1.1 | 8.47 | |
| Jacobo Montero | aji/ | | | 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 Betel | 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 | |
| | | | | | per ha. | |
| | maiz | | | | .187 saco | |
| | | | | | per ha. | |
| Confesor Javier | aji, remolacha, maiz y tomate | | | | | |
| José Viciose | 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 |
| Pable Aquino | arroz | diente de | 1990 | 2.3 | 1.99 | |
| | | gato | | | | |
| | 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 |
| | maiz | | 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 | |
| | maiz | | 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. Ramirez | 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 | 3.00 | |
| | " | 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 | |
| | maiz | | 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 maiz | | | | pérdida |
| Estanislao Castillo | arroz | diente de gato | 9/90 | 0.9 | 0.92 | pozo 28 |
| | yuca | | | 0.5 | | pérdida |
| | maiz | | | 0.4 | | escaso |
| | maiz | | 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 | 2.06 | |
| 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. | pastes | | permanente | 125.0 | | |
| (180 ha.) | sorga | | | | 1.12 | |
| | maiz | | | | | |
| | yuca | | | | | |
| | habichuela | | | | 0.64 | |
| | sorga ferrag. | | | | 2 corte | |
| | King grass | | | | 4 corte | |
| | E.africana | | | | | poco desar. |
| Felix M. Benzan | arroz | JUMA-57 | 4/8 | | 3.68 | |
| (375 ha.) | | y 58. | | | | |
| | | Nigueyano | 10/2 | | 3.68 | |
| | habichuela | | 11/12 | | 1.20 | |
| Naklin Morillo | habichuela | | | | | |
| | arroz | | | | | |
| Tulio Montes de Oca | pastes | | permanente | 6.3 | | |
| (32.5 ha.) | arroz | Nigueyano | | | 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 | . . |

# VOLUMEN A EXCAVAR EN DRENES SUPERFICIALES ABIERTOS

PICHINCA

| EST. | AREA MEDIA (M^2) | LONG (M) | VOLUMEN DE CORTE (M^3) |
|---|---|---|---|
| 0 | 0.00 | 60.00 | 0.00 |
| 60 | 7.89 | 60.00 | 173.44 |
| 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 | 877.09 |
| 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 | 580.92 |
| 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 | 409.60 |
| 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 | 395.55 |
| 3300 | 7.09 | 60.00 | 425.54 |
| 3360 | 5.18 | 60.00 | 310.61 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 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

MOTOS 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

LORO No.2

| EST. | AREA MEDIA (M^2) | LONG. (M) | VOLUMEN DE CORTE (M^3) |
|---|---|---|---|
| 0 | 0.00 | 60.00 | 0.00 |
| 60 | 11.30 | 60.00 | 677.89 |
| 120 | 11.13 | 60.00 | 667.78 |
| 180 | 11.20 | 60.00 | 671.81 |
| 240 | 11.26 | 60.00 | 675.88 |
| 300 | 11.13 | 60.00 | 667.78 |
| 360 | 11.23 | 60.00 | 673.86 |
| 420 | 11.54 | 60.00 | 692.20 |
| 480 | 11.81 | 60.00 | 708.72 |
| 540 | 12.51 | 60.00 | 750.86 |
| 600 | 13.24 | 60.00 | 794.17 |
| 660 | 13.09 | 60.00 | 785.43 |
| 720 | 12.48 | 60.00 | 748.72 |
| 780 | 12.09 | 60.00 | 725.45 |
| 840 | 11.95 | 60.00 | 717.07 |
| 900 | 11.23 | 60.00 | 673.90 |
| 960 | 7.99 | 60.00 | 479.51 |
| 1020 | 11.20 | 60.00 | 671.81 |
| 1080 | 11.64 | 60.00 | 698.36 |
| 1140 | 12.87 | 60.00 | 772.32 |
| 1200 | 14.17 | 60.00 | 849.96 |
| 1260 | 13.35 | 60.00 | 800.71 |
| 1320 | 11.20 | 60.00 | 671.79 |
| 1380 | 10.47 | 60.00 | 628.03 |
| 1440 | 8.63 | 60.00 | 517.84 |

VOLUMEN TOTAL DE CORTE (M^3) 16721.87

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 |
| 3420 | 12.41 | 60.00 | 744.48 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3540 | 12.89 | 60.00 | 701.60 |
| 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

SILLON

| EST. | AREA MEDIA (M^2) | LONG. (M) | VOLUMEN DE CORTE (M^3) |
|---|---|---|---|
| 0 | 0.00 | 60.00 | 0.00 |
| 60 | 11.20 | 60.00 | 671.80 |
| 120 | 8.40 | 60.00 | 503.75 |
| 180 | 11.74 | 60.00 | 704.56 |
| 240 | 12.51 | 60.00 | 750.82 |
| 300 | 11.88 | 60.00 | 712.88 |
| 360 | 11.16 | 60.00 | 669.80 |
| 420 | 10.66 | 60.00 | 639.88 |
| 480 | 11.26 | 60.00 | 675.83 |
| 540 | 11.27 | 60.00 | 675.91 |
| 600 | 8.54 | 60.00 | 512.58 |
| 660 | 12.20 | 60.00 | 731.71 |
| 720 | 13.02 | 60.00 | 781.01 |
| 780 | 11.88 | 60.00 | 712.83 |
| 840 | 11.33 | 60.00 | 679.90 |
| 900 | 11.92 | 60.00 | 714.90 |
| 960 | 9.51 | 60.00 | 570.69 |
| 1020 | 11.30 | 60.00 | 677.89 |
| 1080 | 7.99 | 60.00 | 479.45 |
| 1140 | 10.80 | 60.00 | 647.78 |
| 1200 | 8.99 | 60.00 | 539.44 |
| 1260 | 11.50 | 60.00 | 690.14 |
| 1320 | 11.50 | 60.00 | 690.13 |
| 1380 | 11.40 | 60.00 | 683.99 |
| 1440 | 10.60 | 60.00 | 635.89 |
| 1500 | 9.39 | 60.00 | 563.26 |
| 1560 | 8.40 | 60.00 | 503.71 |
| 1620 | 12.94 | 60.00 | 776.66 |
| 1680 | 15.28 | 60.00 | 917.09 |
| 1740 | 16.73 | 60.00 | 1003.92 |
| 1800 | 17.90 | 60.00 | 1074.15 |
| 1860 | 18.76 | 60.00 | 1125.74 |
| 1920 | 19.60 | 60.00 | 1175.86 |
| 1980 | 19.46 | 60.00 | 1167.88 |
| 2040 | 18.72 | 60.00 | 1123.13 |

VOLUMEN TOTAL DE CORTE (M^3) 25185

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 | 476.02 |
| 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 | 7.27 | 60.00 | 453.61 |
| 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 | 547.07 |
| 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 | 981.1[illegible] |
| 1080 | 13.8[illegible] | 60.00 | [illegible] |

VOLUMEN TOTAL DE CORTE (M^3) 11089.[illegible]

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 Martin 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. Martin-Mague. | 5,084.03 |
| DS-Lambedero | 8,033.45 |
| Sillón | 17,629.50 |
| Loro No.2 | 16,721.87 |
| 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 |

Volumen Total ($m^3$) = 298,485.28

# 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+800 | 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 | 602.50 |
| 0+038 | 9.12 | 10.81 | 13.00 | 104.53 |
| 0+075 | 26.40 | 17.76 | 37.00 | 657.12 |
| 0+106 | 18.48 | 22.44 | 31.00 | 695.64 |
| 0+218 | 10.75 | 14.62 | 112.00 | 1637.44 |
| 0+275 | 22.14 | 16.45 | 57.00 | 937.65 |
| 0+450 | 18.90 | 20.52 | 175.00 | 3591.00 |
| 0+550 | 11.55 | 15.23 | 100.00 | 1523.00 |
| 0+650 | 23.40 | 17.48 | 100.00 | 1748.00 |
| 0+710 | 11.20 | 17.30 | 60.00 | 1038.00 |
| 0+875 | 25.51 | 18.36 | 165.00 | 3029.40 |

cont..

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 0+900 | 19.20 | 22.36 | 25.00 | 559.00 |
| 0+954 | 12.00 | 15.60 | 54.00 | 842.40 |
| 0+984 | 14.94 | 13.47 | 30.00 | 404.10 |
| 1+075 | 16.19 | 15.57 | 91.00 | 1416.87 |
| 1+158 | 2.72 | 9.46 | 83.00 | 785.18 |
| 1+422 | 4.98 | 3.85 | 264.00 | 1016.40 |

Volumen total de corte ($m^3$) = 20624.23

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 | 202.00 |
| 0+050 | 6.14 | 8.38 | 25.00 | 209.50 |
| 0+075 | 11.12 | 8.63 | 25.00 | 215.75 |
| 0+100 | 23.00 | 17.06 | 25.00 | 426.50 |
| 0+125 | 13.05 | 18.03 | 25.00 | 450.75 |
| 0+150 | 19.33 | 16.19 | 25.00 | 404.75 |
| 0+175 | 18.56 | 18.95 | 25.00 | 473.75 |
| 0+200 | 38.63 | 28.60 | 25.00 | 715.00 |
| 0+225 | 10.40 | 24.52 | 25.00 | 613.00 |
| 0+250 | 44.88 | 27.64 | 25.00 | 691.00 |
| 0+275 | 9.10 | 26.99 | 25.00 | 674.75 |
| 0+300 | 10.32 | 9.71 | 25.00 | 242.75 |
| 0+325 | 8.89 | 9.61 | 25.00 | 240.25 |
| 0+350 | 3.72 | 6.31 | 25.00 | 157.75 |
| 0+375 | 5.20 | 4.46 | 25.00 | 111.50 |
| 0+400 | 18.90 | 12.05 | 25.00 | 301.25 |
| 0+425 | 18.48 | 18.69 | 25.00 | 467.25 |
| 0+450 | 5.87 | 12.18 | 25.00 | 304.50 |
| 0+475 | 7.11 | 6.49 | 25.00 | 162.25 |
| 0+500 | 6.40 | 6.76 | 25.00 | 169.00 |
| 0+525 | 5.02 | 5.71 | 25.00 | 142.75 |
| 0+550 | 9.50 | 7.26 | 25.00 | 181.50 |
| 0+575 | 10.40 | 9.95 | 25.00 | 248.75 |
| 0+600 | 18.50 | 14.45 | 25.00 | 361.25 |
| 0+625 | 10.58 | 14.54 | 25.00 | 363.50 |
| 0+650 | 11.22 | 10.90 | 25.00 | 272.50 |
| 0+675 | 8.42 | 9.82 | 25.00 | 245.50 |
| 0+700 | 10.43 | 9.43 | 25.00 | 235.75 |
| 0+725 | 9.68 | 10.06 | 25.00 | 251.50 |
| 0+750 | 4.42 | | | |
| 0+800 | 4.42 | 4.42 | 50.00 | 221.00 |
| 0+810 | 13.55 | 8.99 | 10.00 | 89.90 |
| 0+825 | 3.36 | 8.46 | 15.00 | 126.90 |
| 0+900 | 7.61 | 5.49 | 75.00 | 411.75 |
| 0+950 | 7.50 | 7.56 | 50.00 | 378.00 |
| 1+058.28 | 8.06 | 7.78 | 108.28 | 842.42 |

cont..

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1+200 | 30.96 | 19.51 | 141.72 | 2769.96 |
| 1+234.50 | 13.65 | 22.31 | 34.50 | 769.70 |
| 1+260 | 17.60 | 15.63 | 25.50 | 398.57 |
| 1+825 | 6.54 | 24.14 | 565.00 | 13639.10 |
| 1+830 | 10.23 | 8.39 | 5.00 | 41.95 |
| 1+937 | 11.00 | 10.62 | 107.00 | 1136.34 |
| 2+011 | 8.61 | 9.81 | 74.00 | 725.94 |
| 2+023 | 1.80 | 5.21 | 12.00 | 62.52 |
| 2+100 | 11.04 | 6.42 | 77.00 | 494.34 |
| 2+125 | 3.60 | 7.32 | 25.00 | 183.00 |
| 2+175 | 6.65 | 5.13 | 50.00 | 256.50 |
| 2+250 | 4.80 | 5.73 | 75.00 | 429.75 |
| 2+305 | 4.96 | 4.88 | 55.00 | 268.40 |
| 2+309 | 7.03 | 6.00 | 4.00 | 24.00 |
| 2+375 | 4.40 | 5.72 | 66.00 | 377.52 |
| 2+417 | 6.00 | 5.20 | 42.00 | 218.40 |
| 2+450 | 3.03 | 4.52 | 33.00 | 149.16 |
| 2+475 | 2.74 | 2.89 | 25.00 | 72.25 |
| 2+537 | 5.60 | 4.17 | 62.00 | 258.54 |
| 2+600 | 6.31 | 5.96 | 63.00 | 375.48 |
| 2+731 | 0.13 | 3.22 | 131.00 | 421.82 |
| 2+800 | 4.48 | 2.31 | 69.00 | 159.39 |
| 2+844 | 0.00 | | | |
| 2+850 | 2.06 | 2.24 | 44.00 | 98.56 |
| 2+864 | 3.53 | 2.80 | 6.00 | 16.80 |
| 2+985 | 0.08 | 1.81 | 121.00 | 219.01 |
| 3+175 | 4.55 | 2.32 | 190.00 | 440.80 |
| 3+310 | 5.93 | 5.24 | 135.00 | 707.40 |
| 3+543 | 4.97 | 5.45 | 233.00 | 1269.85 |
| 3+575 | 1.46 | 3.22 | 32.00 | 103.04 |

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) | Volumen (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 |

cont..

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1+125 | 0.00 | 0.00 | 25.00 | 0.00 |
| 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 |

cont..

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 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 |

Total excavar en las cañadas ($m^3$) = 103845

# 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 - Maguayar | E- 2+560 | 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 - Loro No.2 | E - 0+330 | 36 | 6.00 | 52341.82 | 52341.82 | 4187.35 |
| 1 | " | E - 1+050 | 36 | 5.00 | 50284.85 | 50284.85 | 4022.79 |
| Total=2 | | | | | | | |
| 1 | D - El silló | E - 0+920 | 36 | 5.00 | 50284.85 | 50284.85 | 4022.79 |
| 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$) = 123470.69

Caidas

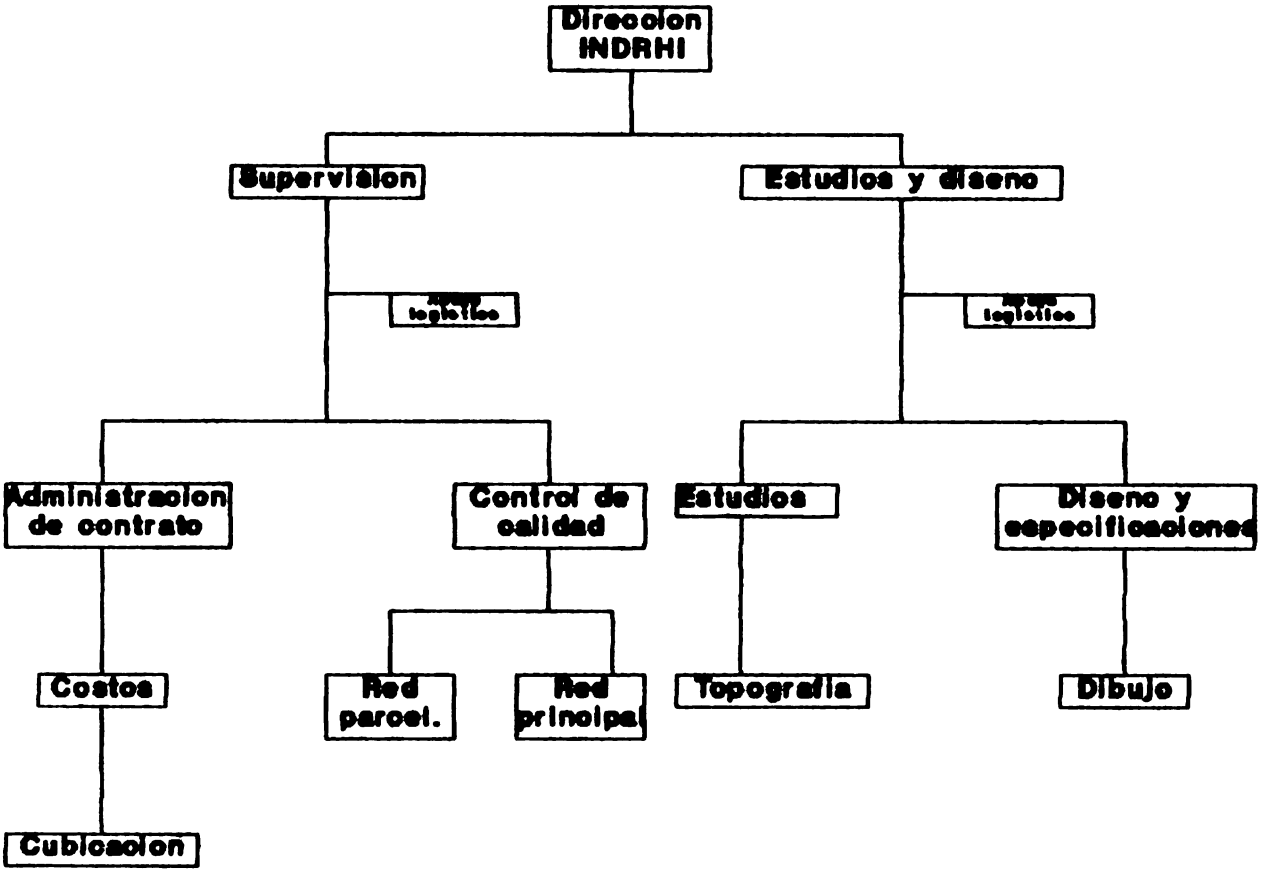
| Dren | Caidas (m) | Localización | Gaviones ($m^3$) | P.U (US$) | Valor (US$) |
|---|---|---|---|---|---|
| Loro No.2 | 0.97 | 0 + 960 | 29.57 | 48.71 | 1,440.35 |
| | 0.72 | 1 + 440 | 26.00 | | 1,266.46 |
| Loro No.1 | 1.00 | 1 + 380 | 31.14 | | 1,516.83 |
| Columna No.1 | 1.05 | 0 + 420 | 30.71 | | 1,495.88 |
| Columna No.2 | 0.60 | 0 + 480 | 24.29 | | 1,183.17 |
| Columna No.5 | 0.54 | 0 + 420 | 23.43 | | 1,141.20 |
| | 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 |
| Mates | 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 |
| Mates 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 |
| Sillón | 0.89 | 0 + 120 | 28.43 | 1,384.83 |
| | 0.67 | 0 + 600 | 25.29 | 1,231.88 |
| | 0.66 | 0 + 960 | 25.14 | 1,224.57 |
| | 1.06 | 1 + 000 | 30.86 | 1,503.19 |
| | 0.57 | 1 + 200 | 23.86 | 1,162.22 |
| | 0.57 | 1 + 560 | 23.86 | 1,162.22 |
| Lambedero | 0.82 | 1 + 000 | 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 + 800 | 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 Dotal | 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 + 600 | 22.43 | 1,092.57 |
| | 0.75 | 1 + 860 | 26.43 | 1,287.41 |
| Coiba No.3 | 0.44 | 0 + 660 | 22.00 | 1,071.62 |
| Pichinga | 0.42 | 1 + 260 | 21.71 | 1,057.49 |

Costo Total = US$ 70,163.83

# ESTIMACIÓN DE COSTOS ESTUDIOS, DISEÑO Y SUPERVISIÓN
# ORGANIGRAMA

# ORGANIGRAMA
# ESTUDIOS, DISENO Y SUPERVISION



## Costos directos. Clase I

| Personal | Salario mensual (US$) | Tiempo asignado (meses) | Costos por año (US$) | | Costo total (US$) |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1er año | 2º año | |
| 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 | 6,500 | 6,500 |
| 3 | Niveles | 1,500 | 4,500 |
| 1 | Distanciometro | 2,800 | 2,800 |
| 4 | Miras | 200 | 800 |
| 3 | Calculadora de cinta | 600 | 1,800 |
| 2 | Planimetros | 1,500 | 3,000 |

Total : US$ 51,400

**Costos directos. Clase IV**

- 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$ 20,000

- Viajes al exterior (5) a US$ 1,100 c/u ..... US$ 5,500

Total : US$ 50,497

**Costos indirectos**

| Item | % del SBD | Supervisión (US$) | Estudios y diseño (US$) |
|---|---|---|---|
| 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 | Estudios y diseño |
| Costos directo | | |
| Clase I | 249,920 | 112,520 |
| Clase III | 35,421 | 15,076 |
| Costos indirectos | 154,949 | 69,761 |
| Total | 440,290 | 197,357 |

Nota : Los costos clase II (equipos y vehiculos), se estimaron en este anexo y se presentarán en el resumen de costo del subproyecto.

# COSTO Y FINANCIAMINETO
# MEMORIA DE CÁLCULO

## 1.- COSTO Y FINANCIAMIENTO

### 1.- Drenes Subterráneos

1.01.- Costos de materiales

- Tubos de PE corrugado, diámetro 160 mm. : US$ 1.98/Ml.

Cantidad requerida : 25,440 m.

: US$ 50,371

- Tubos de PE corrugado, diámetro 100 mm. : US$ 1.32/Ml.

Cantidad requerida : 196,552 m.

: US$ 259,448

- Tubos de salida y piezas auxiliares : US$ 0.006/Ml.

: US$ 13,320

- Grava no clasificada (en pie de obra) : US$ 10/$m^3$

Cantidad requerida : 23,586 $m^3$

: US$ 235,860

Sub - Total : US$ 558,999

1.02.- Costo de maquinarias

- Drenadora : US$ 49.2/hora

- Tiempo requerido : $\frac{221,992}{53 \text{ m/hora}}$ = 4,189 hora

: US$ 206,099

- Excavadora hidráulica : US$ 49.2/hora

- Tiempo requerido : $\frac{196,552 \text{ m} \times 2.5 \text{ m}}{100 \text{ m} \times 5 \text{ m/hora}}$ = 983 hora

: US$ 48,363

- Motoniveladora : US$ 35.6/hora

- tiempo requerido : $\frac{221,992}{190 \text{ m/hora}}$ = 1,168 hora

: US$ 41,580

Sub - Total = US$ 296,042

1.03.- Transporte de material (tubería) : US$ 0.05/Ml.

Cantidad a transportar : 221,992 m.

Sub - Total = US$ 11,099.60

Total materiales + Maquinarias : US$ 866,140

1.04.- Costo de ejecución

| | | |
|---|---|---|
| - Administración : | US$ | 103,936 |
| - Seguros y fianzas : | US$ | 56,299 |
| - Gastos generales diversos : | US$ | 60,629 |
| - Costo de capital : | US$ | 60,629 |
| - Utilidades : | US$ | 86,614 |
| Total : | US$ | 368,109 |
| Gran total : | US$ | 1,223,150 |

2.- <u>Drenes abiertos</u>

1.06.- Costos de maquinarias

- Excavadora hidráulica : US$ 49.2/hora

- Tiempo requerido : $\frac{47,650 \text{ m}}{5 \text{ m/hora}}$ = 9,530 hora

: US$ 49.2/hora x 9,530 hora = US$ 468,876

- Tractor : US$ 56.8

- Tiempo requerido :

Tendido de material : $\frac{47,650 \text{ m.}}{1,100 \text{ m/hora}}$ = 44 hora

Construcción de berma : $\frac{11,230 \text{ m.}}{100 \text{ m/hoar}}$ = 113 hora

US$ 56.8 x (44 hora + 113 hora) = US$ 8,918

Sub - Total = US$ 477,794

1.07.- Obras complementarias

- Caidas : US$ 70,163.80
- Alcantarillas : US$ 123,470.70

Sub - Total : US$ 671,428.00

1.08.- Costo de ejecución

| | | |
|---|---|---|
| - Administración : | US$ | 80,571 |
| - Seguros y fianzas : | US$ | 43,642 |
| - Gastos generales : | US$ | 47,000 |
| - Costos de capital : | US$ | 47,000 |
| - Utilidades : | US$ | 67,143 |
| Sub - Total : | US$ | 285,356 |
| Gran total : | US$ | 956,784 |