

**MEJORAMIENTO DE LA OPERACION EN EL SISTEMA DE  
RIEGO YAQUE DEL SUR - AZUA (YSURA)  
SANTO DOMINGO, REPUBLICA DOMINICANA**

Por:  
Ángel Medina Hernández

Tesis para Optar al Grado de Magister  
Scientiae en Suelos y Riego

[www.digital.ula.ve](http://www.digital.ula.ve)

**CENTRO INTERAMERICANO DE DESARROLLO  
INTEGRAL DE AGUAS Y TIERRAS  
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
MERIDA - VENEZUELA  
1987**

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

## AGRADECIMIENTO

Deseo dejar constancia de mi agradecimiento al Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras, CIDIAT, por haberme brindado la oportunidad de culminar los estudios de Post-grado en Desarrollo de Aguas y Tierras hasta realizar y presentar este trabajo de tesis, para optar al grado de Magister Scientiae en Suelos y Riego.

A los Ingenieros Luis Briceño y Luis Rázuri, así como al Doctor Carlos Grassi, por su valiosa orientación y colaboración en todas las etapas del trabajo, igualmente por el estímulo y apoyo recibido de ellos en todo momento.

A todo el personal del CIDIAT, especialmente al Ingeniero José Pérez Roas, por sus sugerencias y participación en el comité de tesis; además, al cuerpo de profesores, empleados de la biblioteca, secretarías y Taller de Dibujo y Fotocopiado, por su colaboración y servicios.

Al Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, INDRHI, por haber permitido mi participación en el citado curso de Post-grado. Así también, al personal técnico del Distrito de Riego del Valle de Azua y de la División de Riego y Drenaje, por los aportes realizados en este trabajo.

A mi esposa por su solidaridad y estímulo.

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

# I N D I C E

	Página
AGRADECIMIENTO.....	i
LISTA DE TABLAS.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE SIMBOLOS.....	xi
RESUMEN.....	xv
 Capítulos	
I. INTRODUCCION.....	1
Objetivos.....	4
II. REVISION DE LITERATURA.....	5
Consideraciones básicas para la operación de sistemas de riego.....	5
Definición del sistema de riego.....	5
Funcionamiento de sistema de riego.....	5
Objetivos de la operación y conservación.....	6
Determinación de la disponibilidad de agua para riego...	7
Demanda de agua para riego.....	7
Balance hídrico aproximado de una región.....	8
Cálculo de la demanda neta de riego.....	8
Patrón o calendario de cultivos.....	11
Lámina de agua a aplicar y frecuencia de riego.....	12
Eficiencia de conducción, distribución y uso del agua.	13
Métodos de distribución de agua a los usuarios.....	16
Distribución por caudal continuo.....	16
Distribución por rotación.....	17
Distribución por demanda libre.....	19
Bases racionales para la distribución de agua.....	19
Duración del riego.....	20
Lámina y caudal de agua a aplicar.....	21
Conservación y mejoramiento del sistema de riego y drenaje.....	23
Programa de conservación y mejoramiento.....	24

## I N D I C E (Continuación)

	Página
Inventario de obras.....	24
Actividades de conservación.....	24
Ciclo de conservación y prioridades.....	25
Equipo adecuado para la ejecución del programa de conservación.....	25
Trabajos de interés a la operación realizados sobre el sistema YSURA.....	25
Estudio de factibilidad del proyecto YSURA.....	26
Balance hídrico en la zona de influencia de la presa de Sabana Yegua.....	27
Estudio semidetallado de los suelos del Valle de Azua.....	30
Estudio de drenaje y soluciones propuestas.....	31
III. METODOLOGIA Y MATERIALES.....	35
Inventario del sistema de riego.....	35
Infraestructura de cabecera.....	35
Infraestructura de conducción y obras anexas.....	36
Infraestructura de distribución y red de drenaje.....	36
Inventario de los cultivos.....	36
Revisión y procesamiento de estadísticas agrícolas.....	37
Levantamiento de datos en campo.....	37
Mapeo de distribución espacial y temporal de los cultivos dentro del área de influencia del sistema de riego.....	37
Determinación de los períodos de operación del sistema de riego.....	37
Determinación de las demandas hídricas .....	38
Evapotranspiración real o actual.....	38
Precipitación efectiva.....	39
Curva de demanda de los cultivos.....	39
Determinación de las láminas netas por cultivo.....	39
Determinación de láminas promedio ponderadas.....	40
Elección de las láminas para la operación.....	40

## INDICE (Continuación)

	Página
Determinación de los intervalos o frecuencias de riego . . .	40
Calendario de operación de sistema de riego. . . . .	41
Determinación de los volúmenes y caudales de riego . . . .	41
Entrega de agua a los usuarios por caudal continuo . . . .	41
Entrega de agua a los usuarios por totación. . . . .	42
Balance hídrico de la situación actual en el sistema de riego. . . . .	43
Materiales de campo y gabinete . . . . .	44
Sistema de riego Yaque del Sur-Azua, YSURA. . . . .	44
Información cartográfica y topográfica. . . . .	44
Estadísticas agrícolas e hidrométricas. . . . .	44
Series de datos climáticos. . . . .	44
 IV. CARACTERISTICAS DEL SISTEMA YSURA . . . . .	 45
Identificación del sistema. . . . .	45
Superficies y usuarios. . . . .	45
Características de los suelos. . . . .	48
Clima de la zona de riego de Azua. . . . .	50
Fuente de abastecimiento y disponibilidad de agua. . . . .	53
Calendario de cultivos. . . . .	53
Inventario de la infraestructura de riego y drenaje . . . . .	59
 V. OPERACION Y MANTENIMIENTO ACTUAL DEL SISTEMA YSURA. . . . .	 65
Jerarquización del personal. . . . .	65
Prácticas actuales de operación, riego y drenaje y conserva - ción del sistema de riego. . . . .	68
 VI. PLAN DE OPERACION PROPUESTO PARA EL SISTEMA DE RIEGO. . . . .	 75
Calendario de cultivos . . . . .	75
Determinación de las demandas . . . . .	75
Uso consuntivo. . . . .	75
Precipitación efectiva. . . . .	77
Cálculo de los requerimientos netos de los cultivos . . . .	78
Situación de la demanda y balance hídrico de la operación actual del sistema de riego. . . . .	78
Lámina neta para riego . . . . .	85
Láminas netas de riego promedio ponderadas . . . . .	89
Láminas netas para la operación del sistema de riego . . .	94
Intervalos de riego. . . . .	95

## INDICE (Continuación)

	Página
Intervalos de riego para la operación del sistema de riego	98
Eficiencias. . . . .	98
Láminas totales. . . . .	99
Calendario de operación de los laterales. . . . .	99
Caudales necesarios. . . . .	100
Período "Otoño-Invierno". . . . .	100
Período "Primavera-Verano". . . . .	100
VII. EJECUCION DEL PLAN DE OPERACION. . . . .	113
Mejoramiento de la infraestructura de riego. . . . .	113
Construcción y adecuación de drenes . . . . .	117
Mejoramiento de suelos salinos . . . . .	117
Adecuación de tierras para el riego . . . . .	118
Organización para la operación. . . . .	119
Sectores de riego. . . . .	119
Puntos de control de caudal-s. . . . .	120
Organización del personal . . . . .	120
Organización de los usuarios. . . . .	121
VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES . . . . .	125
Conclusiones. . . . .	125
Recomendaciones . . . . .	128
BIBLIOGRAFIA. . . . .	129
APENDICES:	
APENDICE "A" Inventario de la infraestructura de riego y drenaje. . . . .	131
APENDICE "B" Requerimientos netos de riego. Curvas de demanda acumulada y calendario de riego de los cultivos. . . . .	169
APENDICE "C" MAPAS DE USO DE LA TIERRA, MAPAS DE ISOBATAS, SECTORES DE RIEGO Y PUNTOS DE CONTROL Y MEDICION. . . . .	197

LISTA DE TABLAS

<u>Tabla</u>	Pág.
1 Eficiencia del riego por superficie, según Manual AMES.....	15
2 Informaciones sobre el Canal YSURA y sus laterales.....	46
3 Características físicas e hidrodinámicas de los suelos.....	49
4 Variaciones mensuales de los elementos meteorológicos.....	51
5 Balance hídrico de la cuenca del Yaque del Sur.....	54
6 Superficie bajo riego, en ha/mes.....	55
7 Superficie total bajo riego, en h/mes.....	56
8 Rendimiento de los cultivos.....	57
9 Inventario de la infraestructura de riego y drenaje.....	60
10 Informaciones sobre los sistemas de riego.....	66
11 Personal y gastos en personal en el Distrito de Riego Valle de Azua.....	69
12 Sectores de riego Canal YSURA.....	72
13 Intervalos de riego prácticos en el Valle de Azua.....	73
14 Coeficiente de temperatura, $C_t$ .....	75
15 Coeficiente del ciclo vegetativo, $C_{VC}$ .....	76
16 Factor de cultivo, $F$ .....	77
17 Promedios mensuales de precipitación, PREC.; y precipitación confiable, PD, en mm.....	77
18 Cálculo requerimientos netos de los cultivos, $R_n$ en mm.....	79
19 Requerimientos netos de riego.....	82
20 Requerimientos totales en $m^3 \times 10^3$ , y balance hídrico en la operación.....	83
21 Cálculo de la humedad aprovechable: $d$ , según unidades de suelo.....	88
22 Profundidad radical efectiva de los cultivos: $P$ .....	89
23 Cálculo de las láminas netas .....	90
24 Uso de la tierra según laterales y unidades de suelo.....	91
25 Lámina neta promedio ponderada.....	92
26 Lámina neta promedio ponderada: Resumen. ....	94
27 Láminas netas para la operación del sistema de riego.....	95

LISTA DE TABLAS (Continuación)

<u>Tabla</u>		Pág.
28	Calendario de riego para tomates y melones.....	97
29	Intervalos de riego para la operación del sistema.....	98
30	Láminas bruta de los cultivos.....	99
31	Período "Otoño-Invierno": Operación por caudal continuo....	101
32	Período "Otoño-Invierno": Operación por rotación.....	102
33	Período "Primavera-Verano": Operación por caudal continuo..	105
34	Período "Primavera-Verano" : Operación por rotación.....	107
35	Caudales y tiempos en la operación de los laterales.....	109
36	Período "Otoño-Invierno". Entrega de agua a los usuarios por rotación.....	110
37	Período "Primavera-Verano". Entrega de agua a los usuarios por rotación.....	111
38	Mejoramiento de la red de conducción y distribución.....	114

www.bdigital.ula.ve

LISTA DE FIGURAS

<u>Figura</u>		Pág.
1	Distrito de Riego Valle de Azua y Sistema de Riego YSURA.....	3
2	Canal YSURA y sus laterales.....	47
3	Climadiagrama Zona de Riego Azua.....	52
4	Componentes considerados en el balance hídrico de la cuenca del Río Yaque del Sur.....	58
5	Organigrama vigente en el Distrito de Riego del Valle de Azua.....	70
6	Variación de la demanda en el sistema de riego.....	86
7	Balance hídrico en la operación actual del sistema de riego..	87
8	Curva de demanda acumulada, tomates y melones.....	96
9	Organigrama para la ejecución del plan de operación.....	123

www.bdigital.ula.ve

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

## LISTA DE SIMBOLOS

Símbolo	Definición
A	Ordenada en el origen de la recta de infiltración acumulada
$A_c$	Superficie máxima del cultivo o grupo de cultivos en el período considerado.
$A_i$	Area irrigada total de cada cultivo.
$a_i$	Area a irrigar de un cultivo (fracción del área total)
B	Pendiente de la recta de infiltración acumulada
cm	Centímetros
$C_I$	Coficiente para ajustar las áreas a regar según el intervalo de riego.
$C_t$	Coficiente de temperatura
$C_{vc}$	Coficiente del ciclo vegetativo
D	Profundidad máxima de raíces
d	Humedad aprovechable en el suelo
$D_a$	Densidad aparente del suelo
$d_b$	Lámina bruta
$d_d$	Lámina disponible en el suelo por encima del punto de marchitez permanente.
$d_n$	Lámina neta
DNP	Demanda neta de riego
E	Eficiencia del sistema de canales
$E_n$	Enésima eficiencia
$E_t$	Evapotranspiración real o actual
$E_{tp}$	Evapotranspiración potencial
$E_v$	Evaporación en tanque
F	Factor de cultivo
FEDA	Fondo Especial para el Desarrollo Agropecuario.
H	Horario de riego
Ha	Hectárea
$Hm^3$	Hectómetro cúbico
IAD	Instituto Agrario Dominicano

## LISTA DE SIMBOLOS (Continuación)

Símbolo	Definición
$I_{cum}$	Lámina acumulada en el suelo
INDRHI	Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos
$I_r$	Intervalo de riego
K	Coefficiente de cultivo
km	Kilómetro
$L_{pp}$	Lámina promedio ponderada
$m^3$	Metro cúbico
msnm	Metros sobre el nivel del mar
n	Número de unidades parcelarias
Pa	Peso aparente del suelo
PD	Precipitación confiable
Pe	Precipitación efectiva
PREC	Promedio de totales de lluvia observados durante un período
Q	Caudal derivado en la fuente de abastecimiento
$Q_c$	Caudal continuo para un cultivo o grupo de cultivos
$Q_m$	Caudal módulo
q	Gastos entregados a las tomas de las parcelas
$q_u$	Caudal unitario
R	Relación tiempo de riego y tiempo de mojado
SEA	Secretaría de Estado de Agricultura
t	Tiempo total necesario para irrigar el predio
$t_m$	Tiempo de mojado
$t_p$	Tiempo perdido en la parcela en las diferentes labores necesarias para llevar a cabo el riego por superficie.
$t_r$	Tiempo de riego
$t_{ri}$	Turno o intervalo de riego
T °C	Temperatura, en grados centígrados
W	Humedad retenida en el suelo en el momento del riego.

## LISTA DE SIMBOLOS (Continuación)

Símbolo	Definición
$W_{pmp}$	Humedad retenida por el suelo en el punto de marchitez permanente
VA	Valle de Azua
Vc	Porcentaje de duración del ciclo vegetativo
VN	Valle de Neyba.

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

## RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el Valle de Azua, República Dominicana, con fines de mejorar la operación del Sistema de Riego Yaque del Sur-Azua (YSURA), el cual irriga en su primera etapa unas 8 mil ha., ocupadas principalmente por cultivos de ciclo corto, cuya producción se destina a las agroindustrias locales o a la exportación.

Las características climáticas, topográficas y de suelo de las tierras, unido ello a una operación deficiente del sistema de riego, han ocasionado serios problemas de drenaje, agravados por el incremento del nivel de salinidad y sodicidad.

El trabajo plantea un esquema de mejoramiento de la operación y conservación del sistema de riego, el cual incluye la elaboración de un programa para la operación del sistema, auxiliado por un nuevo esquema de sectorización del área abastecida por la red de distribución, incluyendo el establecimiento de puntos de control y medición de caudales. Además, se presentan modificaciones al esquema organizativo actual y se recomiendan acciones que permiten dar mayor participación a los usuarios en las actividades de operación y mantenimiento del sistema de riego.

Con fines de garantizar el plan de operación propuesto y dar base a la elaboración de los programas de mejoramiento del sistema de riego, se realizó un inventario de todas las obras que componen la red de conducción y distribución del sistema de riego, así como las correspondientes a la red de drenajes colectores existentes. En cada caso se da a conocer el estado actual de conservación de las obras y se indican las obras faltantes, señalando sus características y localización.

El trabajo identifica dos períodos críticos para la operación del sistema de riego: a) período "Otoño-Invierno", correspondiente a los meses de noviembre-abril, con mayor demanda bruta localizada en el mes de enero, con  $27,565 \times 10^3 \text{ m}^3$ . b) período "Primavera-Verano", correspondiente a los meses

de mayo a octubre, con demanda bruta máxima de  $20,380 \times 10^3 \text{ m}^3$ , en el mes de julio. Las láminas brutas resultaron similares para los siguientes grupos de cultivos: a) tomates, melones, habichuelas y maíz: 90 mm; b) maíz y sorgo: 120 mm; c) plátanos: 180 mm. Los intervalos de riego adecuados para la operación del sistema son de 10 días para tomates, melones, habichuelas y maíz, y 15 días para maíz, sorgo y plátanos.

Durante el período "Otoño-Invierno" se recomienda la operación a caudal continuo durante jornadas de 24 horas, con caudal de 10,000 l/s, en el canal principal. Para el período "Primavera-Verano" se recomienda operar en jornadas intermitentes de 15 horas/día, con gasto de 10,343 l/s.

Se recomienda operar por rotación en los períodos de mantenimiento, cuando haya la necesidad de suspender la operación de los canales.

Se recomienda, además, llevar a cabo un conjunto de acciones orientadas a mejorar la organización Técnico-Administrativa del distrito de riego; así como a dar mayor participación a los usuarios en las actividades de operación, administración y conservación del sistema de riego.

## CAPITULO I

### INTRODUCCION

Los países en desarrollo demandan la aplicación de modelos de producción que conduzcan a solucionar los graves problemas socioeconómicos que los afectan. En la República Dominicana, el Sector Agropecuario es el más importante de la economía, considerándose (I.A.D., 1977) que aproximadamente el 60% de la población está directamente ligada al mismo. Esto ha justificado la gran importancia asignada a la construcción de grandes obras hidráulicas de magnitud, caracterizándose los últimos 15 años por la puesta en operación de varias presas de elevada capacidad de embalse y de características en cuanto a diseño y construcción, que compiten con las mejores construidas en los países desarrollados. Con ello se han puesto bajo riego extensas llanuras que representan posiblemente la única esperanza de redención del hombre del campo, y quizás la única salida a la obtención de materia prima para la incipiente industria nacional.

En este sentido el caso más significativo lo constituye la puesta en funcionamiento del sistema de riego Yaque del Sur-Azua (YSURA), un sistema por derivación directa que además cuenta con obra de regulación y compuesto por una red de canales revestidos, con capacidad para irrigar en la actualidad unas 8 mil ha.

Esto ha causado gran expectativa en la población de la zona que vive directa o indirectamente de la agricultura. Existe la convicción, en gran parte del personal responsable del manejo de los recursos hidráulicos del país, que la puesta en funcionamiento de las obras de captación y distribución es sólo un paso hacia la solución de los problemas que justificaron su concepción y construcción; más bien, con ello se inicia la tarea de armonizar los recursos y hacer de un sistema de riego todo un complejo dinámico de producción, capaz de generar los bienes esperados.

Tales consideraciones están fundamentadas en la experiencia Grassi (1976) señala al respecto como un hecho comprobado, que en la mayoría de los países en desarrollo las limitaciones principales en el logro de las metas de los proyectos de riego se derivan más del uso y aprovechamiento de los recursos, que de la calidad de las obras que componen la infraestructura de riego.

Un ejemplo negativo en República Dominicana resulta del uso ineficiente del agua de riego. En muchos casos, los excesos aportados a una zona o sector de riego respecto a las reales necesidades conducen a una disminución del área potencialmente regable; además, los rendimientos de los cultivos pueden resultar inferiores a los esperados debido al empantanamiento y/o salinidad. A todo esto, cabe agregar las consecuencias desfavorables para el ambiente, lo que generalmente se traduce en la insalubridad del área.

Comúnmente, la entrega de agua a los usuarios se efectúa en el sistema por caudal continuo, basada en una incipiente experiencia y escaso criterio técnico. La red de canales está deficientemente dotada de estructuras de control, aforo y demás accesorios, necesarios para una buena operación; por lo que se desconocen los caudales derivados y servidos, así como las pérdidas y desperdicios de agua.

Las características climáticas, topográficas y de suelo del Valle de Azua, unidas al hecho de que el sistema de riego es relativamente nuevo y localizado en una zona de escasa tradición en riego (Figura 1), inducen a considerar la necesidad de tomar medidas que controlen los riesgos de mal drenaje y sus consecuencias.

Actualmente existen áreas afectadas por exceso de agua y en muchos casos se presentan indicios de problemas de salinidad. Esta situación ha dado lugar a que se atribuyan los males indicados anteriormente a la deficiente operación del sistema de riego, por lo que es de suponer la importancia que debe ser asignada al problema; más aún si se tienen en cuenta los beneficios que se esperan de este sistema de riego.

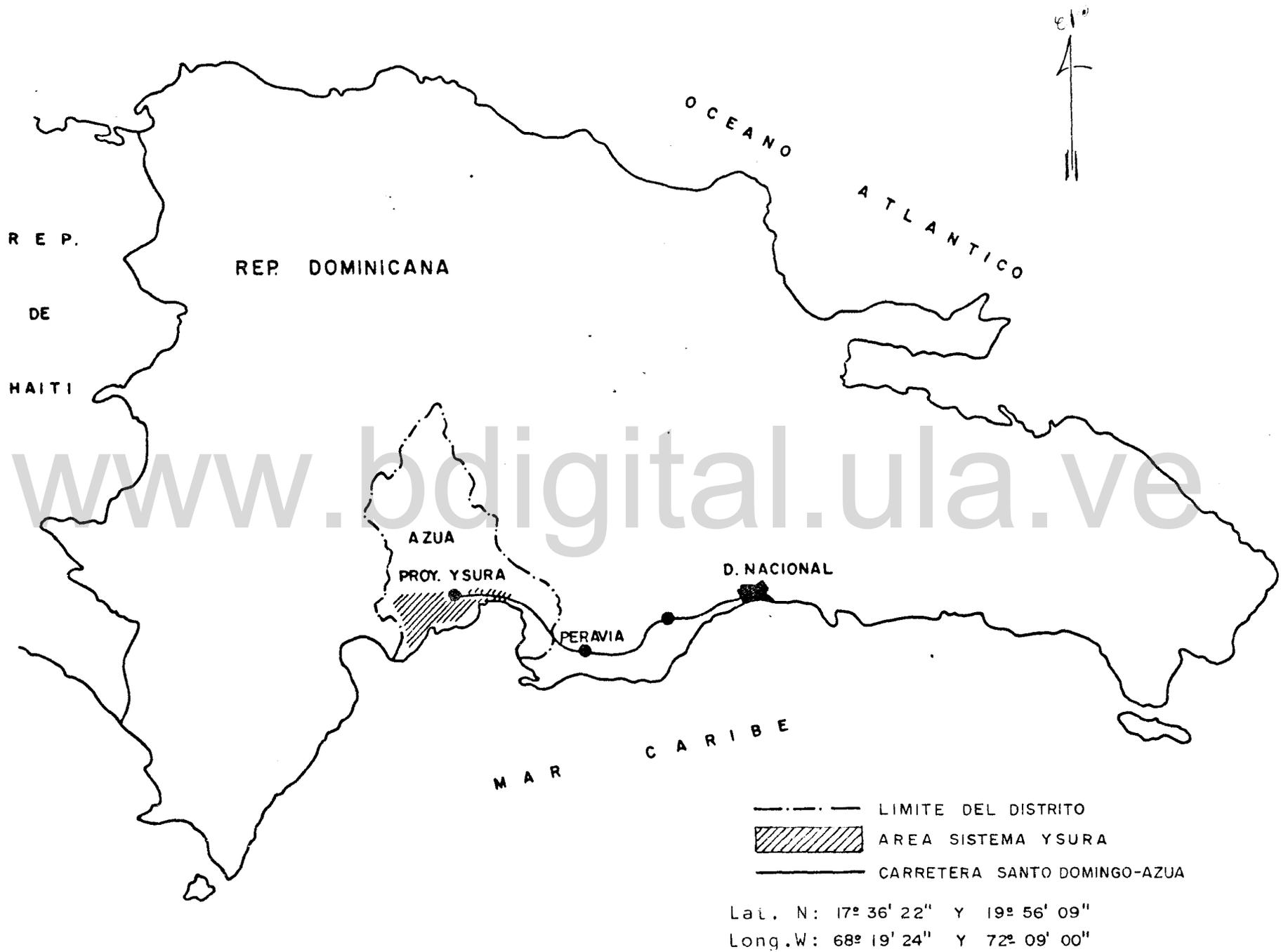


Fig. 1. Distrito de Riego Valle de Azua, Sistema de Riego YSURA.

## Objetivos

1. Plantear un esquema de mejoramiento de la operación y conservación del sistema de riego.

2. Crear las bases para la formulación de un programa de adecuación de la infraestructura, que permita completar el sistema de riego y aumentar su eficiencia.

El esquema de mejoramiento de la operación y conservación del sistema de riego incluye:

- Elaborar el programa de operación del sistema de riego.
- Plantear un esquema para la sectorización del sistema de riego.
- Establecer los puntos de control de caudales en la red de distribución.
- Reorganizar el esquema organizativo del distrito de riego.
- Recomendar acciones que permitan dar mayor participación a los usuarios en la operación y el mantenimiento del sistema.

Con relación al programa de mejoras de la infraestructura se considerarán:

- Realizar un inventario de toda la infraestructura existente.
- Detectar las limitaciones y recomendar las construcciones, reparaciones e instalaciones necesarias.

## CAPITULO II

### REVISION DE LITERATURA

#### Consideraciones Básicas para la Operación de Sistemas de Riego

La operación de un sistema de riego comprende un conjunto de actividades que por su naturaleza, y por las condiciones en que deben desarrollarse requieren de procedimientos sencillos, que permitan constantes ajustes resultados de la práctica, aunque basados en sólidos principios teóricos. Así, resulta conveniente a los fines de este trabajo revisar algunos de los conceptos que sirven de base a la operación de los sistemas de riego.

#### Definición del Sistema de Riego

Lobo, citado por Grassi (1976), al referirse a la definición de un sistema de riego expone que en ingeniería de operaciones, sistema es un conjunto de objetos físicos, personas y modos de acción, combinados para actuar sobre algunos insumos para producir algo, bajo ciertas restricciones.

#### Funcionamiento de un Sistema de Riego

Astorga (1973), define el funcionamiento de un sistema de riego como el conjunto de labores ejecutadas por su personal con el objetivo de administrar, operar, conservar, desarrollar, mejorar y reponer tanto las obras civiles y agronómicas, como las tierras beneficiadas y asistir sanitaria, educacional y económicamente a los usuarios para el mejor aprovechamiento del agua de riego.

Entre las labores citadas, la operación del sistema de riego comprende un conjunto de actividades de relevante importancia. En este sentido Grassi (1976), expone que la operación de un sistema de riego comprende un conjunto de actividades técnicas y administrativas, mediante las cuales se pone a disposición de los usuarios, en oportunidad y cantidad, el agua necesaria

para la producción de las tierras bajo cultivo, con el fin de lograr el cumplimiento de las metas del proyecto.

### Objetivos de la Operación y Conservación

Al referirse a los objetivos de la Operación y Conservación, Milligan (1969), indica que consiste en dirigir el personal, administrar los terrenos, las aguas, las estructuras, el equipo y otras instalaciones, de manera tal que sea posible lograr los objetivos del proyecto, sin serias consecuencias en el ambiente.

De manera más específica, el mismo autor enuncia los objetivos siguientes:

a) Hacer entrega de agua a los usuarios en forma equitativa y oportuna, en cantidades suficientes para satisfacer los requerimientos de los cultivos, la lixiviación de sales y las pérdidas razonables de agua.

b) Mantener las estructuras, instalaciones y equipos del sistema, funcionando eficientemente a través de la vida económica del mismo.

c) Lograr un uso prudente de los recursos de aguas y tierras asignados al proyecto.

d) Obtener los beneficios más favorables de todos los fondos adjudicados a la operación y el mantenimiento del proyecto.

f) Adiestrar los recursos humanos que dependen del proyecto y hacer posible que las personas puedan efectuar debidamente sus funciones en el desarrollo del proyecto.

g) Proteger los derechos de agua en aquellos casos donde éstos son mantenidos por los proyectos, para beneficio propio del sistema y de los usuarios del mismo.

Palacios (1971), resalta la importancia de los aspectos económicos y administrativos; considera que los objetivos de una eficiente operación de los sistemas de riego deben orientarse a la obtención de los mayores rendimientos posibles de los cultivos regados, por unidad de volumen de agua derivada de la fuente de abastecimiento y al mínimo costo.

### Determinación de la Disponibilidad de Agua para Riego

Palacios (1977) presenta dos casos relacionados con la determinación de la disponibilidad de agua. Así, cuando la fuente de abastecimiento del sistema de riego es un río que tiene fuertes variaciones en su gasto durante el año considera conveniente se observen los hidrogramas del río y se compruebe si los gastos mínimos coinciden con las máximas demandas de riego, para luego calcular la probabilidad de que el río aporte un caudal determinado en los meses críticos. En tal situación recomienda que para fines de planeación del riego se tomen, en cada uno de los meses del período de mínimas escorrentías, el caudal medio corresponde al límite inferior del intervalo de confianza de la probabilidad del 50%.

El otro caso se presenta cuando la fuente de abastecimiento del sistema de riego está regulada, es decir, se cuenta con una presa de almacenamiento. En este caso recomienda calcular las aportaciones probables al vaso mes a mes. El nivel de probabilidad que se escoja dependerá de los tipos de cultivos que se rieguen y el riesgo que se corra de perderlos por falta de agua; puede servir de base el valor calculado al 50% de probabilidad así como sus límites de confianza.

### Demanda de agua para riego

Refiriéndose a este tema, Grassi (1976), afirma que la determinación de las demandas de agua de un sistema constituye uno de los aspectos más inciertos de la operación de los mismos, ya que se basa en procedimientos de tanteos y ajustes que se producen a través del tiempo, a medida que varía la disponibilidad de agua con respecto a las demandas.

En los sistemas de riego de República Dominicana, la principal demanda de agua es para el riego de los cultivos. En el caso específico del sistema de riego YSURA, la situación es similar, aunque existen algunas industrias procesadoras de tomates que utilizan agua, en pequeña proporción, provenientes del sistema de riego. Palacios (1977) informa que la principal demanda de agua en los distritos de riego de México es para el riego de los cultivos.

#### Balance hídrico aproximado de una región

Con fines de conocer las necesidades aproximadas de riego en una zona, Palacios (1971) indica que puede hacerse un balance hídrico estableciendo la diferencia entre la evapotranspiración potencial, estimada como el 80% de la evaporación medida en tanque tipo A y el 80% de la precipitación pluvial calculada con una probabilidad del 50%.

#### Cálculo de la demanda neta de riego

El déficit de agua que presentan los cultivos al realizar un balance del suelo en equilibrio con el clima durante determinado período de tiempo, es la demanda neta de riego. Para su cálculo Grassi (1976), presenta la siguiente fórmula:

$$DNR = d_d - ET + P_e \quad (2.1)$$

donde:

DNR es la demanda neta de riego, en unidades lineales

$d_d$  es la lámina disponible en el suelo, por encima del punto de marchitez permanente, en unidades lineales

ET es la evapotranspiración real o verdadera en unidades lineales

$P_e$  es la precipitación efectiva, en unidades lineales

La evapotranspiración real es la que ocurre en las condiciones existentes para determinada etapa de un cultivo, nivel de humedad en el suelo y ante condiciones climáticas dadas y para determinado período de tiempo.

La evapotranspiración real puede calcularse aplicando la fórmula:

$$ET = E_{tp} \cdot K \quad (2.2)$$

donde:

$E_{tp}$  es la evapotranspiración potencial, en unidades lineales por unidad de tiempo.

$K$  es el coeficiente de cultivo, adimensional

La evapotranspiración potencial,  $E_{tp}$ , es el máximo consumo de agua que puede presentarse en las condiciones climáticas existentes, cuando el terreno está cubierto completamente por un cultivo de escasa altura, en activo crecimiento y en condiciones óptimas de humedad en el suelo.

El coeficiente de cultivo,  $K$ , tiene en cuenta la especie vegetal, su estado de desarrollo dentro del período vegetativo y el nivel de humedad en el suelo.

El agua disponible en el suelo,  $d_d$ , representa la fracción de la lámina total de agua disponible en la capa o capas de suelo que exploren las raíces de los cultivos. Para su cálculo se utiliza la siguiente ecuación:

$$d_d = \frac{W - W_{pmp}}{100} \cdot p_a \cdot D \quad (2.3)$$

donde:

$d_d$  es la lámina disponible útil en el suelo, en unidades lineales.

- W es el contenido de agua en el suelo en el momento del riego, en gramos de agua por 100 gramos de suelo seco.
- $W_{pmp}$  es el contenido de agua al punto de marchitamiento permanente, expresado en gramos de agua por 100 gramos de suelo seco.
- $P_a$  es la densidad aparente del suelo, en  $gr/cm^3$
- D es la profundidad máxima de las raíces en el momento del riego, en unidades lineales.

La precipitación efectiva,  $P_e$ , es la parte de la precipitación total que puede ser utilizada por los cultivos en el proceso evapotranspiratorio. Es muy difícil de estimar (Palacios, 1971), sobre todo cuando sólo se dispone de datos estadísticos sobre precipitación. Sin embargo, se han realizado varias investigaciones que han concluido en procedimientos para su cálculo.

Grassi (1976), considera que la precipitación efectiva tiene significativos efectos en la cuantificación del déficit hídrico y de las demandas de riego para determinados períodos de tiempo. Así, señala que el cálculo de las demandas netas mensuales, tan comunes desde el punto de vista de planificación y diseño de una obra de riego, tiene escaso valor al elaborar un plan de riego, ya en este caso se requiere precisar láminas de agua a aplicar e intervalos de riego.

Hargreaves, citado por Reyna y Paulet (1979) considera de gran importancia la incidencia de la lluvia en la cuantificación de la demanda o déficit de agua, la cual es expresada como la diferencia entre la evapotranspiración potencial calculada en función de las variables del clima y la lluvia total esperada para el período considerado. La lluvia esperada es la mínima que puede precipitar en el lugar con un 75% de probabilidad. Esta cantidad se obtiene como resultado de un análisis de frecuencia de ocurrencia de las magnitudes totales observadas históricamente. En caso de

no disponerse de este análisis, recomienda utilizar una ecuación para obtener el valor deseado a través del promedio de los totales observados de lluvia durante el período, así:

$$PD = - 10 + 0.7 (PREC) \quad (2.4)$$

donde:

PD es la precipitación confiable mensual, en unidades lineales

PREC es el promedio de totales de lluvia observados durante cada mes, en unidades lineales.

#### Patrón o calendario de cultivos

Teniendo en cuenta que la principal demanda de agua en los sistemas de riego es para la irrigación de los cultivos, Palacios (1977) recomienda utilizar métodos para determinar la demanda para riego basados en las planillas o patrones de cultivos y del requerimiento de riego de cada tipo de cultivo.

Bajo un enfoque económico plantea que el patrón de cultivos de un sistema de riego es el resultado de la selección individual, por usuario, de uno o varios cultivos, bajo el supuesto de que traten de lograr la maximización de su ingreso neto. Sin embargo, dicha maximización está sujeta a un conjunto de restricciones por condiciones de mercado y disponibilidad de recursos.

En vista de que el patrón de cultivos, deducido a través de las solicitudes de los usuarios para el riego de los cultivos en el próximo ciclo agrícola, está sujeta a las restricciones indicadas, recomienda se realicen ajustes teniendo en cuenta los datos siguientes:

a) El patrón de cultivos del ciclo agrícola anterior, el cual se modificaría en función de los rendimientos obtenidos por cultivos, el cambio en costos de producción y el posible cambio de los precios de la cosecha.

b) Variaciones en los planes de créditos de los bancos. Con frecuencia el Estado propicia la producción de algunos cultivos mediante el otorgamiento de facilidades crediticias a través de la banca oficial, o empresas particulares que interesadas en la producción de algunos cultivos, proporcionan estas facilidades.

c) Políticas gubernamentales para favorecer determinados cultivos mediante ajustes de los precios de garantía o imposición de algunas restricciones a los permisos de siembra.

d) Introducción a la producción de nuevas variedades con características favorables para obtener mayores rendimientos o variedades más precoces que permiten reducir costos y favorecen el doble cultivo.

e) Incidencia de plagas o enfermedades, cuya aparición haya afectado determinados cultivos en ciclos anteriores.

f) Nuevas facilidades de comercialización para algunos cultivos.

Teniendo en cuenta lo expuesto, la demanda mensual y anual puede ser fácilmente deducida, ya que para un mes determinado el volumen requerido será el obtenido a través de la sumatoria de los productos de los requerimientos unitarios de riego de cada cultivo por las superficies que ocupan. Los requerimientos anuales están dados por la suma de los valores mensuales.

Lámina de agua a aplicar y frecuencia de riego

Grassi (1976) indica que la lámina neta de agua a aplicar depende del umbral de reposición elegido para el suelo considerado y la productividad esperada para un determinado cultivo en tales condiciones. Señala además, que a medida que el umbral de riego baja, los cultivos responden desfavorablemente a la producción, obteniéndose rendimientos menores.

Sin embargo, el citado autor considera que como el riego ha sido concebido para su aplicación en determinados intervalos de tiempo, de manera tal que resulten operativos en la práctica, y debido a que en los sistemas por superficie no es posible mantener el suelo continuamente en alto nivel de humedad, se emplean reglas que la práctica ha consagrado como funcionales y que la investigación de campo no ha descartado hasta el presente, tal como es el regar cuando se ha agotado aproximadamente el 50% de la lámina de agua disponible.

En cuanto al procedimiento para la determinación del intervalo de riego Palacios (1971) y Grassi (1976) recomiendan representar gráficamente la ET acumulada en función del tiempo y con la lámina neta calculada para el suelo a irrigar, se obtiene el calendario de riego del cultivo considerado.

Eficiencia de conducción, distribución y uso del agua

El conocimiento de la demanda neta y la eficiencia de uso y de conducción del agua de riego permite determinar los volúmenes brutos necesarios en los diferentes puntos de control del sistema de riego.

Refiriéndose a este tema Grassi (1976) indica que ante la falta de procedimientos racionales o empíricos que permitan cuantificar los diferentes factores que afectan la demanda de agua en los sistemas de riego, se ha recurrido a dos procedimientos:

a) Englobar varios factores en expresiones simplificadas, referidas a determinadas partes integrantes del sistema.

b) Usar datos de pérdidas medias en el mismo sistema o en otro sistema de riego de condiciones similares.

Indica además, que de acuerdo a informaciones bibliográficas; las pérdidas en la red de riego varían entre el 15 y el 45%.

Para mejorar la eficiencia de operación Palacios (1971) recomienda conocer las causas de las pérdidas de conducción, las cuales pueden deberse a:

- a) La evaporación
- b) La infiltración
- c) Fugas
- d) Errores en la operación

Para reducir las pérdidas por infiltración y poder entregar gastos más o menos constantes recomienda además, mantener los canales con cargas constantes, preferiblemente a tirante de operación de diseño, ya que se supone se consideraron las secciones de máxima eficiencia y mínima infiltración.

Sobre ese aspecto, Grassi (1976) recomienda tener en cuenta lo siguiente con fines de mejorar la eficiencia de conducción:

- a) Concentrar las áreas de riego en determinados períodos a fin de disminuir los recorridos.
- b) Mantener los tirantes en los canales dentro de los valores de diseño, evitando especialmente subir demasiado el pelo de agua.
- c) Reducir el mínimo posible las fluctuaciones del gasto en los canales.
- d) Inspeccionar con cierta periodicidad las estructuras a fin de evitar fugas.

e) Tener buena estimación de las demandas de agua y operar las estructuras de retención, a fin de reducir al mínimo el volumen de desfogue.

Para el riego por superficie Keller y Mc Cullochm citados Grassi (1976), presentan la siguiente Tabla:

Tabla 1. Eficiencia del Riego por Superficie, Según Manual AMES (1962)\*

Textura del suelo y topografía	Sistema de Riego			
	Melgas	Surcos o Corrugación	Melgas en Contorno	Tazas o Pozas
1. Arenoso				
a) Bien nivelado	60	40 - 50	45	70
b) Nivelación insuficiente.	40 - 50	35	30	-
c) Quebrado o pendiente	-	20 - 30	20	-
2. Medio, profundo				
a) Bien nivelado	70 - 75	65	55	70
b) Nivelación insuficiente.	50 - 60	55	45	-
c) Quebrado o pendiente	-	35	35	-
3. Medio, poco profundo				
a) Bien nivelado	60	50	45	60
b) Nivelación insuficiente.	40 - 50	35	35	-
c) Quebrado o pendiente	-	30	30	-
4. Pesado				
a) Bien nivelado	60	65	50	60
b) Nivelación insuficiente.	40 - 50	55	45	-
c) Quebrado o pendiente	-	35 - 45	30	-

\* Tomado de Grassi (1976)

## Métodos de distribución de agua a los usuarios

Los métodos de distribución de agua a los usuarios representan los diferentes procedimientos mediante los cuales se lleva a la práctica el plan de riego que se ha formulado para un sistema, con fines de satisfacer las demandas de agua de los cultivos, en cantidad y oportunidad, según las disponibilidades existentes.

Grassi (1976), indica que se emplean tres métodos de distribución de agua a los usuarios: "Caudal Continuo". "Rotación o por Turnos", "De Acuerdo a la Demanda". Considera que el método de distribución de agua depende de una serie de factores que pueden ser agrupados en: a) características de las obras, b) patrón de cultivos, c) aportes de las lluvias, d) preferencia de los usuarios, e) habilidades y experiencias de los usuarios, f) disponibilidad de personal suficiente y capacitado, g) sistema de cobro de las cuotas o servicios de riego; h) disponibilidad de recursos hídricos.

Además de los citados, Palacios (1977) incluye un método más: "Distribución al Pedido Programado" o "Demanda Controlada". Este autor considera este método y el de Distribución por Rotación como los de mayor importancia.

Refiriéndose a este tema Briceño (1984) indica que se utilizan esencialmente tres métodos de distribución de agua a los usuarios: A la Demanda Libre, Rotación y Flujo Continuo. Informa además que existen otros métodos que no son más que combinaciones de los anteriores.

### Distribución por caudal continuo

El usuario recibe un flujo reducido pero continuo. Grassi (1976) indica que este caudal constante para un determinado lapso puede sufrir modificaciones a lo largo de la estación de riego dependiendo de: a) la disponibilidad de recurso hídrico; b) modificación del área regable; c) variación de los requerimientos de riego.

El citado autor considera que este método tiene las ventajas de dotar continuamente el agua a la parcela y la de reducir al mínimo la sección de los canales. Es, además, un procedimiento fácil de operar, que implica reducidos costos por apertura y cierre de compuertas, tanto en la entrega del agua como las que regulan los tirantes, especialmente si se trata de canales cortos y con facilidad para descargar los excedentes. Como desventaja señala las bajas eficiencias que se obtienen al operar caudales muy pequeños.

Informa además, que este método de distribución se emplea principalmente cuando el área regable está compuesta por propiedades grandes, donde el caudal resulta por lo menos el de un canal terciario, el módulo o múltiplo del módulo. También cuando se riegan cultivos como el arroz que requiere inundación continua de agua en la parcela, como en el caso de los semilleros, viveros, y hortícolas de raíces superficiales.

#### Distribución por rotación

Este método de entrega de agua es ampliamente utilizado en las áreas irrigadas de Estados Unidos y los países de América Latina.

Al referirse a este método de distribución de agua a los usuarios, Palacios (1977) informa que en este caso el agua se entrega con cierta periodicidad y de acuerdo a un calendario de riego que se elabora para todo el sistema de riego. Así, el usuario tiene que ajustarse a dar el riego en las fechas que sean programadas por el distrito. Considera que la gran variabilidad de suelos que pueden haber en el área irrigada por un sistema de riego conduce a que muchos usuarios rieguen fuera del momento oportuno, si se tienen en cuenta los requerimientos óptimos de los cultivos. Además, indica que este método sólo puede aplicarse en donde se tienen pocos cultivos establecidos, los cuales deben coincidir con los intervalos de riego requeridos. Así, considera que a mayor variabilidad de suelos y cultivos, menos apropiado será este método de entrega.

No obstante, el citado autor señala que cuando se tienen problemas por capacidad en los canales, falta de agua en ciertas épocas, u otros problemas de distribución, puede establecerse el método de entrega por rotación en aquellas secciones de riego que tengan un solo cultivo dominante. Recomienda el monocultivo en estos períodos y poner especial atención a que no haya mucha variabilidad en los suelos.

Refiriéndose a este métodos de distribución, Grassi (1976) informa que es el método utilizado en los viejos regadíos, como una alternativa al de caudal continuo en los períodos de escasez de agua. También lo considera adecuado para las situaciones en que el aumento de la superficie cultivada impone su utilización durante todo el ciclo de riego; prefiriéndose generalmente para estos casos hacer la entrega con una frecuencia fija, con el caudal que conduce un lateral y horario proporcional al área con derecho a riego de cada parcela.

Considerando los actuales conocimientos sobre demanda, uso y manejo de agua en el predio, Grassi (1976) señala las siguientes desventajas para este método:

- a) Es un método en parte rígido que no permite mucho ajuste a las demandas variables.
- b) El aprovechamiento de la lluvia que cae durante el ciclo implica alterar el programa de entregas.

Para contrarrestar la primera desventaja recomienda que el método de distribución de agua se apoye en un programa basado en el uso y manejo del agua en el predio. De esta manera y mediante un análisis supuesto de la operación del riego en el predio, con o sin comprobación de campo, se podrán definir las tres variables en que se basa la administración del riego en la repartición del agua: turno de entrega, horario de entrega, y caudal de entrega.

Por lo indicado, el citado autor señala que para emplear este método se requiere un mayor conocimiento de la práctica del riego a nivel de parcela por parte del personal técnico de operación, teniendo en cuenta que las responsabilidades, que en los demás métodos de distribución de agua son transferidas a los regantes, en éste deben ser asumidas por la administración del distrito. Lo que requerirá se asigne mayor personal a las tareas de distribución por rotación que por caudal continuo.

#### Distribución por demanda libre

Refiriéndose a este método de distribución de agua Briceño (1984) indica que el agua se encuentra disponible en cualquier momento para el regante. La cantidad de agua no se limita pero el consumo se mide y generalmente se paga por volumen. Para aplicarlo es necesario que los sistemas se hayan diseñado con alto nivel de tecnología, permitiendo generalmente una operación a través de compuertas y válvulas automáticas, lo que reduce notablemente la intervención del personal de operación del sistema de riego. Su mayor ventaja es la de permitir el uso del agua en el momento y la cantidad necesaria para el cultivo. Sus inconvenientes residen en los costos y la elevada tecnología requerida en la construcción, mantenimiento y operación del sistema.

#### Bases racionales para la distribución del agua

Grassi (1976) indica que en la práctica, la entrega del agua de riego a los usuarios se lleva a cabo atendiendo a razones empíricas o a compromisos existentes, sin ningún criterio técnico. Sin embargo, en la actualidad existe una definida preocupación por tecnificar la distribución del agua, a fin de darle bases racionales para que pueda ajustarse a lo que se entiende por operación del riego en la parcela.

### Duración del riego

La velocidad de infiltración del agua depende principalmente de las características físicas del suelo. Así la lámina infiltrada en función del tiempo puede ser expresada por la siguiente ecuación:

$$I_{\text{cum}} = A t^B \quad (2.5)$$

donde:

$I_{\text{cum}}$  es la lámina acumulada ( $I_{\text{cum}} = dn$ ) en el suelo durante el tiempo de riego, en cm o mm.

A representa la ordenada en el origen de la recta que se obtiene al representar, en escala doble logarítmica, los valores de  $I_{\text{cum}}$  en función del tiempo,  $t$  en min; o sea, es el valor de la infiltración acumulada para  $t = 1$  min.

B es la pendiente de la recta que se obtiene de la representación de los valores de  $I_{\text{cum}}$  en función de  $t$  en papel doble logarítmico.

Al despejar el tiempo de la ecuación anterior se obtiene el tiempo de riego,  $t_r$ , necesario para aplicar determinada lámina,  $dn$ .

$$t_r = \left( \frac{dn}{A} \right)^{\frac{1}{B}} \quad (2.6)$$

Grassi (1976) indica que en riego por superficie se requiere determinado lapso para mojar el suelo, tiempo de mojado,  $t_m$ , durante el cual el agua transita sobre el terreno hasta el final de la parcela. La relación entre el tiempo de riego,  $t_r$ , y el tiempo de mojado,  $t_m$ , se expresa como:

$$\frac{t_r}{t_m} = R \quad (2.7)$$

El tiempo de mojado,  $t_m$ , depende de un número elevado de variables, entre éstas: caudal a suministrar, aspereza de la superficie de escurrimiento, velocidad de infiltración del terreno, pendiente, tamaño y forma de la superficie de escurrimiento, entre otros.

Refiriéndose a este tema, Grassi (1976) considera que además del tiempo de riego y el tiempo de mojado, en riego por superficie hay que considerar el tiempo perdido por diferentes circunstancias en la operación del riego dentro de la propiedad, pudiéndose considerar este como un porcentaje de la suma de los otros dos. Así:

$$t_p = P (t_r + t_m) \quad (2.8)$$

Entonces el tiempo a emplear resulta:

$$t = t_r + t_m + t_p \quad (2.9)$$

Si se realizan las sustituciones de lugar, se expresan los términos en función de  $t_r$  y se factoriza, se tiene:

$$t = \left[ \left( 1 + \frac{1}{R} \right) (1 + P) \right] \quad (2.10)$$

Lámina y caudal de agua a aplicar

Cuando se repone la lámina neta,  $d_n$ , al suelo se producen pérdidas de agua que obligan a que las aplicaciones sean mayores que las necesarias,  $d_b$ , dependiendo esto de la eficiencia de aplicación o eficiencia de riego del predío,  $E_{fr}$ . Así:

$$d_b = \frac{d_n}{E_{fr}} \quad (2.11)$$

Teniendo en cuenta lo expuesto, el caudal a suministrar durante cierto tiempo, a determinada superficie, resulta de la siguiente igualdad:

$$Q \cdot t = A \cdot d_b \quad (2.12)$$

por tanto:

$$Q = \frac{A \cdot d_b}{t} \quad (2.13)$$

donde:

Q es el caudal, en  $m^3/\text{seg}$ .

T es el tiempo, en  $\text{seg}$ .

A es el área irrigada, en  $m^2$

$d_b$  es la lámina bruta de agua a aplicar, en m

De la ecuación anterior, expresada para la unidad de área,  $A = 1 \text{ ha}$ ,  $d_b$  en mm y  $t$  en horas, resulta el caudal unitario,  $q_u$ , en  $l/\text{seg-ha}$ .

$$q_u = \frac{2.78 \cdot d_b}{t} \quad (2.14)$$

Así el caudal a suministrar, en  $l/\text{seg}$  para determinada área de un cultivo,  $a_i$ , estará dado por:

$$Q_m = a_i \times q_u \quad (2.15)$$

Grassi (1976) ha señalado que el caudal resultante de la ecuación anterior será un "módulo" o un múltiplo del mismo. Dependiendo éste principalmente del método de riego, grado de sistematización de las tierras, capacidad

de infiltración los suelos y habilidad de los usuarios en el manejo del agua en el predio. Se estima que un regante hábil puede atender el caudal módulo oscilando éste entre 50 y 200 l/s en riego por superficie.

### Conservación y mejoramiento del sistema de riego y drenaje

Palacios (1971) considera que los objetivos de la conservación y el mantenimiento de las obras de un sistema de riego están orientadas a lograr una eficiente operación al costo más bajo posible. Señala que la conservación es el renglón de mayor costo en el presupuesto del distrito de riego, alcanzando valores próximos al 50% del citado presupuesto. Indica que como los costos de operación inciden en los costos de producción de los agricultores a través de la tarifa de riego, es conveniente mantenerlos tan bajos como sea posible, teniendo en cuenta no descuidar la operación.

La Secretaría de Recursos Hidráulicos (1973), ha definido la conservación de un sistema de riego como "el conjunto de operaciones tendientes a sostener en condiciones óptimas de servicio, conforme a las características de diseño, las obras, equipos e instalaciones del cual forman parte y que genéricamente denominamos obras".

Refiriéndose a esta definición Grassi (1976) indica que la conservación es una actividad permanente debido a que las alteraciones y modificaciones en las obras, así como los desgastes, se producen continuamente. No obstante esto, considera que para la utilización eficiente de los recursos, maquinaria y personal, conviene acumular un determinado volumen de obra para ejecutarla en época apropiada, lo que implica planear las labores, teniendo en cuenta el deterioro permisible, sin afectar considerablemente el servicio.

## Programa de conservación y mejoramiento

Debido a lo compleja que resulta la conservación de un sistema de riego y ante la necesidad de lograr una conservación eficiente, Palacios (1971), recomienda se programen las actividades de conservación. Considera que para lograr un buen programa de conservación se requiere lo siguiente:

- a) Disponer de un inventario de las obras
- b) Determinar las actividades de conservación y el volumen que comprende cada una.
- c) Determinar el ciclo o frecuencia óptimo de conservación.
- d) Disponer del equipo adecuado y conocer su rendimiento.
- e) Establecer prioridades en la conservación de las obras.

### Inventario de Obras

Palacios (1971) considera que el primer paso para elaborar un programa de conservación es disponer de un inventario de las obras a conservar. En caso de no disponer de ello debe ejecutarse. Estos criterios son compartidos por Grassi (1976), observando la posibilidad de elaborarlo con auxilio de los planos que sirvieron de base a la ejecución del proyecto.

### Actividades de conservación

Grassi (1976) recomienda que al elaborar un programa de conservación se tengan en cuenta todos los rubros que representan las diferentes actividades de conservación de un sistema de riego. Indica que para tal fin debe establecerse una clasificación de actividades según el componente del sistema en que vayan a ejecutarse. Así, las actividades de conservación más comunes en un sistema de riego podrían clasificarse según se indica:

- a) Obras de captación
- b) Redes de canales y drenes
- c) Red de caminos
- d) Equipo de comunicaciones
- e) Obras anexas

### Ciclo de conservación y prioridades

El ciclo de conservación según Grassi (1976) es la determinación de la época y período adecuado de conservación, teniendo esto relación con el ciclo de riego, puesto que salvo en casos de emergencia, no debe suspenderse el riego para realizar labores normales de conservación.

Indica además, que es importante la determinación de la frecuencia con que debe realizarse determinada actividad. Así como la necesidad de establecer un orden de prioridades, que tenga en cuenta la frecuencia establecida al calcular el ciclo de conservación y las posibles consecuencias de una labor diferida.

### Equipo adecuado para la ejecución del programa de conservación

Debido a la importancia que tiene el equipo a utilizarse en la ejecución del programa de conservación, Grassi (1976) recomienda se evalúe el equipo disponible para este fin. Debiéndose conocer además, el rendimiento horario de cada equipo, a fin de determinar los tiempos efectivos para cumplir cada tarea.

### Trabajos de interés a la operación realizados sobre el sistema YSURA.

El Proyecto de Riego Yaqué del Sur-Azua, YSURA, ha sido objeto de varios estudios, entre los cuales pueden obtenerse informaciones o conclusiones de interés al presente trabajo. Sobre éstos, conviene incluir las referencias que se exponen a continuación:

## Estudio de Factibilidad del Proyecto YSURA.

El estudio de Factibilidad del Proyecto YSURA, preparado por el IAD-FEDA (1977) informa que los planes para la irrigación de las tierras del Valle de Azua se iniciaron en el año 1964, para lo cual se elaboró un plan a largo plazo que comprendía estudios hidrológicos e hidrogeológicos.

La primera fase comprendía el estudio de la utilización de las aguas subterráneas localizadas en el Valle y cuyas características y volúmenes permitirían su posterior aprovechamiento. En la segunda fase fue prevista la derivación, mediante un canal, de las aguas del Río Yaque del Sur, el cual funcionaría en forma temporal. La tercera y última fase comprendía la construcción de un embalse multianual, con capacidad de almacenar las grandes crecientes que ocurriesen en este sistema.

Sobre lo indicado el IAD-FEDA (1977) informan que la empresa consultora TAHAL, en el año 1971 realizó estudios sobre las aguas subterráneas, encontrando que las principales fuentes de alimentación del acuífero lo constituyen los ríos Jura y el Tábara. Estos estudios estimaron que en 1971 se utilizaron unos 45 millones de m<sup>3</sup>, extraídos por más de 65 pozos que abastecían la red de distribución de los asentamientos campesinos que iniciaron su operación basados en el aprovechamiento de las aguas subterráneas. Se comprobó que esta agua era de buena calidad para el riego. Sin embargo, en algunos casos se encontró agua de alta concentración salina. Esto, posiblemente ocasionado por el considerable aumento en el bombeo con fines de lograr un aumento en el área irrigada.

Perforaciones realizadas con fines de fundamentar los estudios indicados, revelaron que existe una capa de agua salobre de origen geológico localizada a una profundidad mayor de 100 m, sobre la cual yace el agua freática dulce, utilizada para el riego.

Al momento de realizar los estudios (IAD-FEDA, 1977), se consideraba que la puesta en operación del canal YSURA, con la consiguiente suspen-

sión temporal del bombeo, unida a la recarga natural o artificial del acuífero, podrían aliviar considerablemente los problemas de salinización, existentes a esa época en algunos pozos de producción.

Refiriéndose a la disponibilidad de agua superficial, el citado trabajo indica que el volumen promedio anual que escurre en los ríos Grande del Medio, Las Cuevas y Yaque del Sur es de 675 millones de  $m^3$ , a ser captados por la Presa de Sabana Yegua, cuyo embalse posee capacidad útil de 500 millones de  $m^3$ .

En cuanto a la demanda, el estudio de referencia informa respecto a un promedio anual de 786 millones de  $m^3$  para un área total de 33,150 ha localizadas en la Plena de Azua y la Zona de Riego de Barahona. Para el área específica del Proyecto YSURA se estimó una demanda de 185,389  $m^3$ , considerando una eficiencia del 45% y una superficie de 13,500 ha.

No obstante la diferencia existente entre los valores reportados para disponibilidad y demanda, se indica que el cálculo para la operación simulada del embalse, realizado para el período 1967-1970, cubrió totalmente la demanda, a pesar de que este período incluye el año más seco registrado en el historial existente hasta ese momento.

#### Balance hídrico en la zona de influencia de la presa de Sabana Yegua

Otro estudio de importancia a los fines del presente trabajo es el Balance Hídrico realizado por el INDRHI (1983) dentro de los Estudios de Factibilidad y Diseños Finales de la Zona de Influencia de la Presa de Sabana Yegua, el cual ha tenido como objetivo fundamental mostrar la evolución del Balance Hídrico general, tomando en consideración la operación simultánea de las presas de Sabaneta, Mijo (en proyecto) y Sabana Yegua. Teniendo en cuenta además, los otros componentes de la infraestructura hidráulica y las áreas de posible desarrollo conocidas.

El fin se orientó a determinar la importancia de las deficiencias posibles y estudiar la sensibilidad de estas deficiencias con varios parámetros, tales como:

- Eficiencia de riego
- Area desarrollada en VA-2 (porción de tierras irrigables, localizadas al este de la ciudad de Azua, correspondientes a la ampliación o 2da etapa del Proyecto YSURA).
- Area desarrollada en Mijo (dentro del Distrito de Riego del Valle de San Juan).
- Utilización de los acuíferos.

Se consideraron las áreas donde los estudios de suelo han mostrado la posibilidad de desarrollo de cultivos bajo riego (3,400 ha en la ampliación de YSURA, VA-2 y 2,000 ha, en el Valle de Neyba, VN); con el objetivo de concluir:

- Con qué seguridad se pueden desarrollar los recursos existentes.
- Cuál es la importancia del uso del agua subterránea necesaria como complemento.

Este estudio revela una diferencia considerable en cuanto a las características reportadas por estudios anteriores (IAD-FEDA, 1977) para el embalse de la Presa de Sabana Yegua. Así, el volumen máximo de operación es de 401 Hm<sup>3</sup> y el volumen útil para riego es de 363.4 Hm<sup>3</sup>.

Se reporta además, que el desarrollo de los proyectos Sabaneta y Mijo harán necesario se utilice totalmente el potencial explotable de las aguas subterráneas del Valle de Azua, estimadas en este caso entre 95 y 100 Hm<sup>3</sup> por año.



En síntesis, las conclusiones del estudio indicado son las que se presentan a continuación:

1. Desarrollo de Azua-2, junto con el Proyecto Mijo y sin desarrollo de Neiba:

- Se ha de aprovechar toda el agua subterránea disponible en el Valle de Azua (95 Hm<sup>3</sup> por año).

- Las deficiencias son aceptables, inclusive sin que las eficiencias de riego sean muy altas.

- Con una eficiencia promedio general del 35% en toda el área bajo cultivos, la deficiencia promedio es del 11% y baja a 3% con una eficiencia promedio del 40%, sin uso de aguas subterráneas en la zona de Barahona.

- Las perspectivas de desarrollo de nuevas áreas en Azua-2, la optimización del uso del agua y las técnicas de riego permitirán alcanzar una eficiencia promedio del 40% en todo el Valle de Azua.

- En caso de necesitarse la utilización del potencial de las aguas subterráneas en Barahona, es conveniente se tengan en cuenta las conclusiones del Proyecto PLANIACAS, pues existe buen potencial en los acuíferos que drenan hacia el Lago Enriquillo. Pero éstos están a cierta distancia de las zonas de riego y será necesario realizar estudios con mayor detalle sobre el particular.

2. Desarrollo del Valle de Neiba: el estudio permite concluir que la ejecución de los proyectos Azua-2, Mijo y Sabaneta no permitirán el desarrollo del Valle de Neiba, debido a deficiencias en los recursos de agua superficial. Esto, teniendo en cuenta la utilización de 95 Hm<sup>3</sup> en Azua.

Para desarrollar el Valle de Neiba junto con Azua-2 sería necesario considerar el uso de los recursos de agua subterránea en el Valle de Neiba.

3. Desarrollo del Proyecto Mijo: el agua disponible en Azua-2 de

pende, en parte, del retorno de Mijo. Cuando este proyecto esté más avanzado y se optimice el uso del agua en el área bajo riego, será necesario comprobar que los caudales de retorno no disminuirán sensiblemente, o considerar que el riego de Azua es prioritario.

#### Estudio semidetallado de los suelos del Valle de Azua

La Secretaría de Agricultura (1981) realizó un estudio semidetallado de los suelos de la llanura de Azua, con el fin de obtener información sobre la naturaleza, distribución y capacidad productiva de los suelos; y con ello inferir recomendaciones para su uso y manejo en condiciones de riego.

Este estudio definió ocho unidades taxonómicas correspondientes a los Aridisoles y a los Entisoles, predominando estos últimos. Además, se separaron tres fases por drenaje y dos por topografía.

Se separaron once unidades de manejo, considerando el uso que puede darse a los suelos, cultivos de mayor adaptabilidad, y a la intensidad de las prácticas de conservación de suelos que son necesarias para no degradar los suelos y obtener los mayores beneficios posibles.

Los suelos más próximos a las montañas presentan pendiente general más fuerte, son poco evolucionados, de escasa profundidad, sin estructura o con muy bajo desarrollo estructural, de textura liviana, con numerosas manchas de pedregosidad superficial; así como la presencia de piedras y grava en el perfil. El drenaje de esta zona es en general algo excesivo.

En cambio, a medida que los suelos se alejan de las montañas y se acercan al mar, la pendiente es menos pronunciada; el microrelieve es más uniforme; el relieve es cóncavo; los suelos son más profundos y menos pedregosos, de textura más fina y estructura mejor desarrollada. El drenaje natural cambia paulatinamente, siendo bien drenado en la parte media e imperfectamente a probremente drenado en donde el relieve es cóncavo; en éstos el mal uso del agua de riego ha creado problemas que son factible de corregirse.

El citado estudio indicó que las características químicas más importantes y comunes son: la saturación del complejo de cambio con calcio, ya que poseen abundantes carbonatos de calcio; el pH es alcalino; la capacidad de intercambio catiónico es de baja a moderada; la materia orgánica es más moderada: el fósforo disponible es bajo. En las áreas con problemas de drenaje se presentan sales y el sodio está en proporción perjudicial para la mayoría de los cultivos.

### Estudio de drenaje y soluciones propuestas

Los problemas de drenaje que afectan las áreas irrigadas por el YSURA han sido objeto de varias reuniones, recorridos y seminarios, todos orientados a la búsqueda de soluciones que permitan su rehabilitación y explotación en forma rentable y sostenida.

Sobre este tema Reynoso (1983), a través de la División de Riego y Drenaje del INDRHI, presentó un trabajo basado en los registros de niveles freáticos, características físicas de los suelos, caudales derivados y el aporte de las lluvias. Reportó la influencia de las derivaciones del agua para riego sobre la presencia de niveles freáticos superficiales. Asimismo, después de un análisis de la precipitación pluvial, descartó la influencia de ésta en el comportamiento de los niveles freáticos.

Para cuantificar la participación del agua de riego como fuente de recarga de los niveles freáticos, informa que se llevaron a cabo mediciones a nivel de finca, con el fin de evaluar la eficiencia de aplicación del agua de riego. Los resultados obtenidos indican que la eficiencia promedio de aplicación es de 31.2%, con variaciones entre 14.0% y 47.0%. La lámina bruta aplicada fue de 13.53 cm por riego, obteniendo un volumen aplicado por hectárea por riego de 1353 m<sup>3</sup>, de los cuales 933.6 m<sup>3</sup> no son aprovechados, quedando fuera del alcance de los cultivos, ya sea por percolación profunda o por escorrentía superficial.

Basado en los datos anteriores y asumiendo que el agua que se pierde por escorrentía superficial también se convierte en percolación por falta de drenes parcelarios, considera que en promedio pasan desde la superficie del suelo hacia los niveles freáticos  $933.6 \text{ m}^3$  en cada riego aplicado, por hectárea. Significa que de  $20.7 \times 10^6 \text{ m}^3$ , derivados en promedio mensualmente hacia el Valle,  $14.3 \times 10^6 \text{ m}^3$  va a recargar los niveles freáticos, lo que totalizaría una recarga del orden de los  $171.6 \times 10^6 \text{ m}^3$  por año.

En cuanto a las filtraciones desde la red de canales de riego, las determinaciones realizadas y reportadas por Reynoso (1983), revelan que la eficiencia de conducción es en promedio de un 90%, con lo cual, considerando la derivación promedio mensual de  $22.5 \times 10^6 \text{ m}^3$ , la recarga anual hacia los niveles freáticos provenientes de la red de canales es de  $27 \times 10^6 \text{ m}^3$ .

La TAHAL, citada por Reynoso (1983), en un estudio realizado sobre la hidrogeología del Valle de Azua, evaluó las pérdidas en el cauce de los ríos en  $27.13 \times 10^6 \text{ m}^3$ , durante el período 1970/1971, los cuales recargan directamente el nivel freático y el acuífero.

El citado trabajo, Reynoso (1983), recomienda emprender un conjunto de acciones como medida a dar solución al problema, entre las cuales pueden citarse:

- a) Construir un sistema de drenaje parcelario como único medio económico de mantener los niveles freáticos a profundidades adecuadas, para los cultivos practicados en el Valle.
- b) Establecer un plan coherente para el manejo integral del recurso agua en el Valle, considerando el agua subterránea en primer orden.
- c) Intensificar las acciones de capacitación entre los usuarios del sistema de riego, así como del personal técnico ligado al mismo.

d) Empezar un programa de adecuación parcelaria que facilite el manejo de agua a nivel de parcelas.

e) Que el Banco Agrícola incluya dentro de los programas de crédito, partidas para la adquisición de materiales que permitan mejorar el riego (sifones, medidores, etc).

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

## CAPITULO III

### METODOLOGIA Y MATERIALES

#### Inventario de obras en el sistema de riego

Con fines de ajustar el plan de operación y conservación a las características del propio sistema, se realizó un inventario de las obras en toda la red de canales de riego. Esta actividad permitió evaluar previamente las características, alternativas y volumen de trabajo probable. Además, ha facilitado la planeación de las tareas de campo, siendo un gran auxiliar en la previsión de todo tipo de necesidad logística, de personal, entre otros.

Este trabajo se realizó mediante un recorrido por todo el sistema de riego, partiendo desde la obra de cabecera hasta concluir en el más distante de los terciarios de la red de distribución. Incluyó, además, la red de drenes colectores que sirven toda el área irrigada.

Durante el recorrido se localizó cada obra y se determinaron las características de interés al trabajo: longitud, área de la sección hidráulica, material de construcción, estado de conservación y otros. Toda esta información fue llevada a formularios convenientemente diseñados para tal fin, variando según el lugar realizado: en la obra de cabecera, en la red de conducción y distribución, o en la red de drenajes.

#### Infraestructura de cabecera

En este caso, al realizar el inventario se tuvo en cuenta la obtención de las informaciones siguientes, tanto para la presa de almacenamiento como para los diques derivadores: tipo, material, capacidad máxima de diseño y estado actual de conservación. Así también, se anotaron otras informaciones y observaciones de interés a los fines del trabajo.

### Infraestructura de conducción y obras anexas

En el inventario de las obras de conducción y estructuras anexas se consideró conveniente tener en cuenta los siguientes aspectos: clase y tipo de obra, material de construcción, localización, capacidad máxima de diseño actual, área de la sección hidráulica, longitud y estado actual de conservación. Además, se indican las obras faltantes, incluyendo tipo, localización y otras observaciones de importancia.

### Infraestructura de distribución y red de drenaje

Mediante el inventario de la infraestructura de distribución y red de drenaje se relevó para cada lateral, terciario y cuaternario, así como para los drenajes, los datos siguientes: tipo de canal, capacidad de conducción longitud y superficie dominada. Además, se dan a conocer las diferentes obras de la red, indicando en cada caso: clase de obra según su función, tipo, localización, material de construcción y estado de conservación. En este caso también se incluyen observaciones sobre obras faltantes, indicando su localización y otros datos de importancia a los propósitos del trabajo.

### Inventario de los cultivos

Se realizó el inventario de los cultivos que se practican en el área de influencia del sistema de riego, lo cual ha permitido establecer el patrón de cultivos y a la vez determinar demandas de agua, intervalos de riego y otros aspectos de interés a la operación del sistema.

Este trabajo se dividió en tres fases o aspectos: revisión y procesamiento de estadísticas agrícolas, levantamiento de datos en el campo y mapeo de la distribución espacial y temporal de los cultivos dentro del área de influencia del sistema de riego.

### Revisión y procesamiento de estadísticas agrícolas

Se realizó el procesamiento de la información existente sobre estadísticas agrícolas, la cual era incompleta y de escasa confiabilidad. Esto condujo a la necesidad de realizar una depuración de la información disponible, lo cual requirió la realización de varios viajes al campo a verificar datos in situ; o a realizar entrevistas y consultas a diferentes instituciones y productores locales.

### Levantamiento de datos en el campo

Además de la necesidad de obtener informaciones en campo para la depuración y procesamiento de las estadísticas agrícolas, fue necesario realizar un levantamiento de información en campo con fines de lograr un mejor conocimiento de la situación de la agricultura en el área de influencia del sistema de riego y con ello arribar a conclusiones prácticas que permitan mejorar la operación de la red de canales de riego que sirven el área.

### Mapeo de la distribución espacial y temporal de los cultivos dentro del área de influencia del sistema de riego.

La información obtenida en los dos casos anteriores y la realización de varios recorridos de campo durante diferentes épocas del año, permitió realizar un mapeo de la distribución espacial y temporal de los cultivos dentro del área de influencia del sistema de riego, tal como se presenta en los Mapas 1.3 y 2.3 del Apéndice D.

### Determinación de los períodos de operación del sistema de riego

Los trabajos realizados, ya descritos anteriormente, sirvieron de base a la determinación de los períodos que definen la práctica agrícola en el Valle. Esto, a la vez, permitió definir dos períodos en el año con características diferentes para la operación del sistema de riego.

### Determinación de las demandas hídricas

La determinación de las demandas hídricas del sistema de riego siguió los pasos que se indican a continuación:

#### Evaporación real o actual

El cálculo de la evapotranspiración real o actual se realizó utilizando la fórmula de Grassi y Christiansen, la cual utiliza datos de evaporación en tanque y temperatura (Grassi, 1975).

$$E_t = 0,95 E_v \cdot C_t \cdot C_{vc} \cdot F \quad (3.1)$$

donde:

$E_t$  es la evapotranspiración real o actual, en mm

$E_v$  es la evaporación en tanque, en mm

$C_t$  es el coeficiente de temperatura

$$C_t = 1.40 - 0.020 T \text{ } ^\circ\text{C}$$

$T^\circ\text{C}$  = temperatura media, en  $^\circ\text{C}$

$C_{vc}$  es el coeficiente del ciclo vegetativo

$$C_{vc} = 0.0942 + 0.02774 V_c - 0.0002126 V_c^2$$

$V_c$  = porcentaje de duración ciclo vegetativo

$F$  es el factor de cultivo

Esta ecuación se aplicó a la información obtenida de los registros de la Estación "El Sisal", Azua, Lat.  $18^\circ 23'$ , Long.  $70^\circ 50'$ ; Alt. 40 msnm. Así también, teniendo en cuenta los diferentes cultivos practicados en el área de influencia del canal, su permanencia en el tiempo, época de siembra y duración de sus ciclos vegetativos.

## Precipitación efectiva

Para los fines de este trabajo, se consideró que la precipitación efectiva es igual a la "Precipitación Confiable", realizándose el cálculo mediante la ecuación (2.4).

## Curvas de demanda de los cultivos

Los requerimientos de los cultivos están dados por la diferencia entre el uso consuntivo y la precipitación efectiva. Acumulando los valores mensuales del uso consuntivo de cada uno de los cultivos y graficando esta información en papel natural, se obtuvieron curvas de demanda acumuladas para cada cultivo considerado.

## Determinación de las láminas netas por cultivo

La determinación de las láminas netas por cultivos se realizó partiendo de la humedad aprovechable, obtenida para las diferentes unidades de suelo identificadas en el área de influencia del sistema de riego, y tomando en consideración la profundidad radicular de los cultivos y el umbral de reposición de la humedad aprovechable para cada uno de ellos.

La humedad aprovechable se calculó por capas dentro del perfil de suelo de las diferentes unidades, utilizando la expresión siguiente:

$$d = (W_{cc} - W_{pmp}) \cdot 10^{-2} \cdot D_a \cdot D \quad (3.2)$$

donde:

$d$  es la humedad aprovechable en el suelo, en cm.

$W_{cc}$  es la humedad retenida por el suelo a capacidad de campo, en porcentaje.

$W_{pmp}$  es la humedad retenida por el suelo a punto de marchitez permanente, en porcentaje.

$D_a$  es la densidad aparente del suelo en  $\text{gr}/\text{cm}^3$

$D$  es la profundidad radicular, en cm.

El umbral de reposición de la humedad aprovechable se estimó en un 75% para el plátano y en un 50% para los demás cultivos. Tomates, melones, maíz, sorgo, habichuelas y maní.

La profundidad radical de los cultivos se obtuvo de referencias bibliográficas y a partir de algunas observaciones de campo, realizadas mediante perfiles culturales en las diferentes unidades de suelo y para las distintas situaciones de cultivos.

#### Determinación de las láminas promedio ponderadas

La determinación de las láminas promedio ponderadas se realizó para cada cultivo o grupo de cultivos, teniendo en cuenta el porcentaje de distribución espacial de cada uno en las diferentes unidades de suelo que se encuentran en el área y la lámina neta calculada en cada una de dichas unidades.

#### Elección de las láminas para la operación

Los cultivos cuyas láminas netas promedio alcanzaron valores cercanos o similares se agruparon, asignándoles al conjunto un solo valor. De esta forma se obtuvieron tres láminas, que son las utilizadas para la operación del sistema de riego.

#### Determinación de los intervalos o frecuencias de riego

La determinación de los intervalos o frecuencia de riego para los cultivos se realizó tomando como base la curva de demanda acumulada y la lámina neta elegida para la operación.

Los intervalos de riego obtenidos para los diferentes cultivos se agruparon tomando en cuenta su similitud. De esta forma se establecieron dos intervalos de riego para dos grupos de cultivos.

### Calendario de operación de sistema de riego

El calendario de operación del sistema de riego se estableció teniendo en cuenta que la práctica agrícola del Valle presenta dos períodos en el año claramente definidos:

- Período "Otoño-Invierno", caracterizado por una gran actividad agrícola, influenciada principalmente por el cultivo de tomates y melones. El mes más crítico en este período es enero.

- Período "Primavera-Verano", correspondiente al período que sigue a la cosecha de tomates y melones, en la cual disminuye notablemente la actividad agrícola y por consiguiente el uso del agua de riego. Predominan los cultivos de sorgo y maíz. En este caso el mes más crítico es julio.

Basados en las dos situaciones descritas se planeó la operación del sistema tomando los datos correspondientes al mes más crítico en cada caso.

### Determinación de los volúmenes y caudales de riego

La determinación de los volúmenes y caudales de riego se realizó para los diferentes períodos de operación del sistema de riego. En cada caso, se consideró en los cálculos la posibilidad de entrega de agua a los usuarios por caudal continuo o por rotación.

### Entrega de agua a los usuarios por caudal continuo

Se calculó el caudal continuo para todos los laterales y cultivos, así como para los dos períodos característicos de la operación del sistema

de riego. Con fines de tener opción al análisis de alternativas, los cálculos se realizaron para jornadas de riego de 8, 12, 15 y 24 horas, utilizando la fórmula:

$$Q_c = \frac{2.78 \cdot d_b \cdot A_c}{I_r \cdot T_r} \quad (3.3)$$

donde:

$Q_c$  es el caudal continuo para el cultivo o grupo de cultivos, en l/seg.

$d_b$  es la lámina bruta, en mm

$A_c$  es la superficie máxima del cultivo o grupo de cultivo en el período considerado, en ha

$I_r$  es el intervalo de riego, en días

$T_r$  es el tiempo de cada jornada de riego, en horas

Se asumió una eficiencia parcelaria del 50%, teniendo en cuenta algunas experiencias locales de carácter práctico que inducen a estimar que este valor puede ser alcanzado a corto plazo. Además, su utilización conduce a obtener caudales más bajos, lo que contribuirá a evitar desperdicios. La eficiencia de conducción se estimó en 80%, teniendo en cuenta que los canales son revestidos, aunque existen problemas de sedimentación y malezas producto de las deficiencias del mantenimiento.

#### Entrega de agua a los usuarios por rotación

La entrega de agua a los usuarios por rotación se calculó para todos los laterales y cultivos, tomando en cuenta los dos períodos característicos de la operación del sistema de riego. En este caso la fórmula utilizada fue:

$$T_r = \frac{2.78 \cdot d_b \cdot C_I \cdot A_c}{Q_M} \quad (3.4)$$

donde:

$T_r$  es la duración del riego, en horas

$Q_M$  es el caudal módulo en el lateral, en l/seg.

$d_b$  es la lámina bruta, en mm

$A_c$  es la superficie máxima del cultivo o grupo de cultivos en el lateral durante el período considerado, en ha.

$C_I$  es el coeficiente para ajustar las áreas a regar, resulta de la relación entre el intervalo de riego más corto existente entre los cultivos implantados en el área a irrigar y el intervalo de riego del cultivo que se irrigará en el caso considerado.

La eficiencia parcelaria y de conducción se han asumido en 50% y 80%, respectivamente.

#### Balance hídrico de la situación actual en el sistema de riego

Para el cálculo del balance hídrico de la situación actual en el sistema de riego, se determinó la lámina neta mensual de la rotación de cultivos, la cual al ser afectada por el 40%, correspondiente a la eficiencia total del sistema de riego, produjo la lámina bruta requerida por la rotación. Por otro lado, se calculó la lámina que se suministra actualmente mediante el riego y con ésta se calculó el déficit o exceso mensual en el suministro de agua.

### Materiales de campo y gabinete

Sistema de riego Yaque del Sur-Azua, YSURA.

Se utilizó el sistema de Riego Yaque del Sur-Azua, YSURA, con unas 8.000 ha netas equipadas y cultivadas de tomates, melones, sorgo, maíz, habichuelas, maní, musáceas, hortícolas y otros. Así también, su infraestructura de riego, la cual posee unos 140 km de canales.

### Información cartográfica y topografía

Se utilizaron mapas topográficos e informaciones cartográficas sobre el sistema de riego y las tierras que domina.

### Estadísticas agrícolas e hidrométricas

Se utilizaron los registros de estadísticas agrícolas e hidrométricas del sistema de riego, informaciones éstas de gran importancia en la evaluación de la demanda y disponibilidad de agua.

### Series de datos climáticos

La utilización de la información climática existente sobre el área del sistema de riego ha sido de mucha utilidad a los fines del presente trabajo.

## CAPITULO IV

### CARACTERISTICAS DEL SISTEMA YSURA

#### Identificación del Sistema

El sistema de Riego Yaque del Sur-Azua, YSURA, se encuentra localizado en la Plena de Azua, al Sur del país. Se abastece del río Yaque del Sur, el cual está regulado por la presa de Sabana Yegua, cuyo embalse posee un volumen útil para el riego de  $363.4 \times 10^6 \text{ m}^3$ . Esta presa se abastece además por los ríos Las Cuevas y El Grande del Medio.

Las aguas turbinadas y descargadas se vierten al Yaque del Sur nuevamente y son conducidas hasta llegar a la presa derivadora de Villarpando, localizada unos 8 km aguas abajo de la primera. Desde ese punto se transportan por un canal muerto, de sección trapezoidal, revestido y con capacidad de  $24 \text{ m}^3/\text{seg}$  en un tramo de 24 km, hasta que se descargan en el Arroyo Cañada Zanja Honda. Desde este arroyo pasan al Arroyo Biafra, y finalmente al Arroyo Tábara, donde son captadas por la presa derivadora de Tábara, después de un recorrido de 14.5 km.

En Tábara se encuentra localizada la obra de toma del canal YSURA, complementada por un dique derivador, un desarenador y compuertas de derivación. A una distancia de 1750 m, aguas abajo de esta obra, comienza la red de distribución de agua, compuesta por 6 laterales.

El YSURA posee una longitud total de 52 km de canal principal y 90 km de canales de distribución, que abastecen una superficie de 7.800 ha netas en la primera etapa del proyecto, actualmente en operación.

#### Superficies y usuarios

En principio el sistema fue concebido para abastecer una superficie de 59.200 ha distribuidas en las zonas denominadas Valle de Azua I, con 12 mil ha; Valle de Azua II, con 8 mil ha; la Franja Aluvial del Yaque del Sur

con 4.500 ha, Riego de Barahona, margen derecha e izquierda, con 8.000 ha; y el Valle de Neiba con 26.700 ha.

Actualmente, se encuentra en operación la llamada Primera Fase, que incluye la Zona Valle de Azua I, regada por el canal y sus 6 laterales. Las zonas de Barahona, La Franja Aluvial y parte del Valle de Neyba se hallan bajo riego con otros canales fuera del sistema YSURA.

El total de los usuarios registrados en Valle de Azua es de 4.088 regantes, que corresponden tanto a explotaciones particulares como a asentamientos del IAD.

En la Tabla 2 se presentan los diferentes laterales con su caudales de diseño, áreas de influencia, usuarios y otras informaciones de interés, representados en la Figura 2.

Tabla 2. Informaciones sobre el Canal YSURA y sus laterales

Tramo Canal	Caudal de Diseño en m <sup>3</sup> /seg.	Longitud, en km	Area Equipada en ha <sup>1/</sup>	Cantidad de Usuarios
Principal	24,00	44,14	24,000	--
Lateral 1 <sup>o</sup>	3,77	24,50	2,500	449
Lateral 2 <sup>o</sup>	2,34	12,75	1,300	196
Lateral 3 <sup>o</sup>	0,75	1,50	201	24
Lateral 4 <sup>o</sup>	2,96	7,50	1,300	927
Lateral 5 <sup>o</sup>	1,50	8,50	2,000	508
Lateral 6 <sup>o</sup> *	6,20	32,50	4,000	1,892

<sup>1/</sup> En el futuro habrá que tener en cuenta la incorporación del área de riego del canal "La Ceibita" al YSURA, ya que existe la posibilidad de que se anexe al canal principal de distribución, aguas abajo de la obra de toma de Tábara.

\* Para los fines de este trabajo se considerará el Canal Hernán Cortés como un terciario del lateral 6, ya que actualmente se abastece en su totalidad de él.

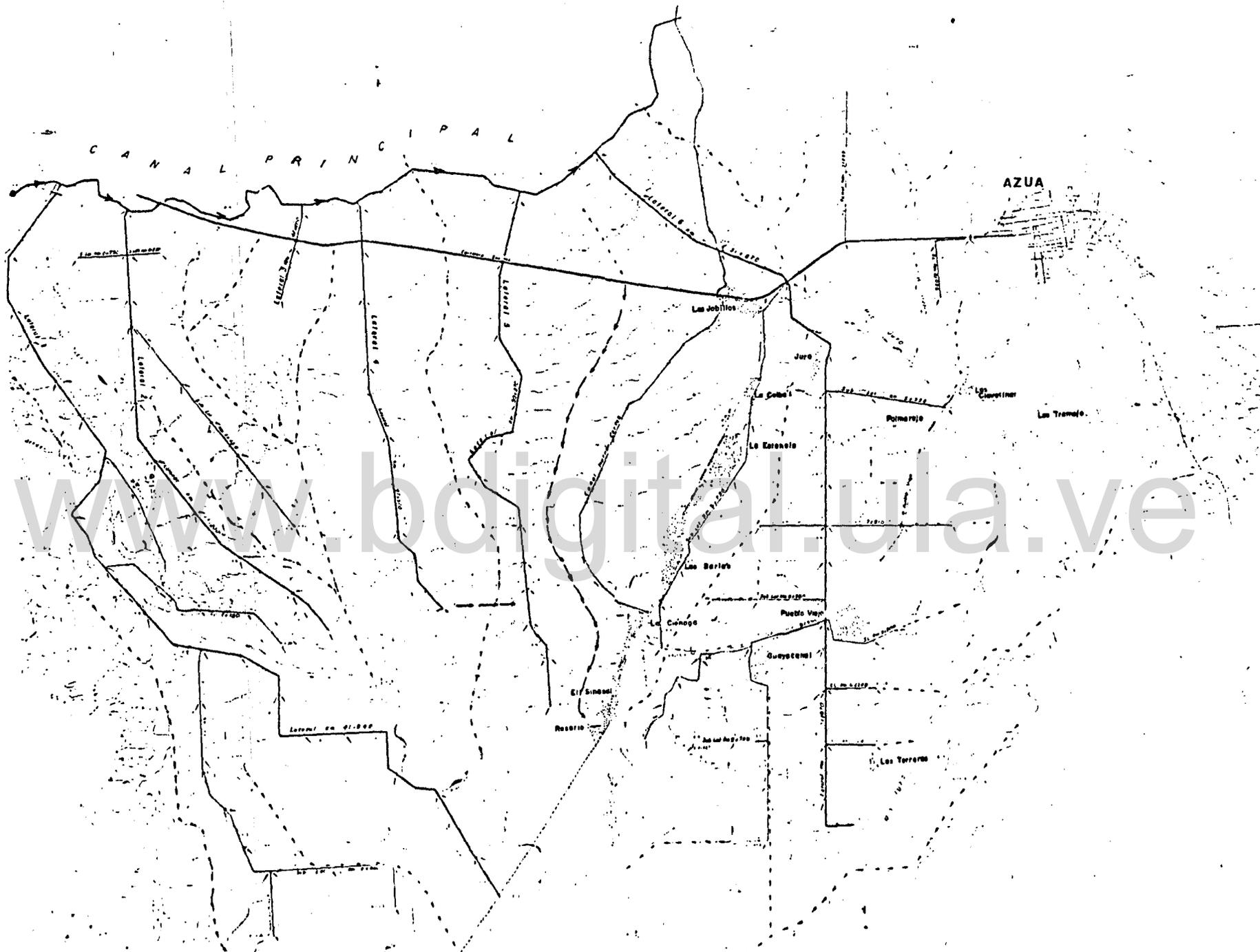


Figura 2. Canal YSURA y sus laterales.

## Características de los suelos

En general. (SEA, 1981), los suelos comprendidos dentro del área de influencia del Canal YSURA, constituyen un plano inclinado que parte desde las montañas que bordean La Plena de Azua, hasta el Mar Caribe. Los suelos más próximos al Canal Principal, presentan una pendiente general más fuerte, son poco evolucionados, de escasa profundidad, sin estructura o con bajo desarrollo estructural; de texturas livianas con abundantes manchas de pedregosidad superficial y presencia de piedras y grava en el perfil, el drenaje de estos suelos es en general algo excesivo.

Alejándose del canal principal, hacia el mar, en las porciones medias y bajas de la zona de riego, la pendiente se torna más suave; el relieve se presenta en forma cóncava; los suelos son más profundos y menos pedregosos; la textura es más pesada y la estructura mejor desarrollada. El drenaje natural cambia paulatinamente, siendo bien drenado en la parte media e imperfectamente drenado en la parte donde el relieve es cóncavo, en donde el mal uso de las aguas ha creado problemas de drenaje.

Las características químicas más importantes y comunes a los suelos están relacionadas con la saturación del complejo de cambio, la abundancia de carbonato de calcio y la baja capacidad de intercambio.

La saturación del complejo de cambio con calcio, se debe a la presencia abundante de carbonato de calcio en estos suelos; el pH es alcalino; la capacidad de intercambio de cationes es baja a moderada al igual que la materia orgánica. Existen bajos niveles de fósforo disponible. Estas características confieren a los suelos una fertilidad natural que varía de baja, en los suelos más próximos a las montañas, y moderada en los que están localizados en los sectores intermedios o más distantes.

Las áreas que presentan problemas de drenaje contienen sales y el sodio está en proporciones perjudiciales para la mayoría de los cultivos.

Las características más importantes de las diferentes unidades de suelos identificadas en el área de influencia del Canal YSURA, se presentan en la Tabla 3 .

Tabla 3. Características físicas e hidrodinámicas de los suelos 1/

Unidad	Prof. (cm)	Textu ra	A(%)	L(%)	a(%)	I (cm/h)	W <sub>cc</sub>	W <sub>pmp</sub>	Da (gr/cm <sup>3</sup> )
Los Jovillos	0 - 14	FAa	28	26	46	0.8	27	13	1.35
LJ	14 - 40	Franco	16	42	42	1.3	22	10	1.40
	40	Grava							
Ansonia	0 - 18	Franco	24	38	38	1.3	22	10	1.40
AN	18 - 29	Franco	26	44	30	1.3	22	10	1.40
	29 - 48	Franco	22	42	36	1.3	22	10	1.40
	48 - 80	Franco	22	20	38	1.3	22	10	1.40
Pueblo Viejo	0 - 19	FA	32	40	28	0.8	27	13	1.35
PV	19 - 35	FA	38	40	22	0.8	27	13	1.35
	35 - 60	A	42	38	20	0.5	35	17	1.35
	60 - 86	AL-FAL	40	42	18	0.8	27	13	1.35
	86-112	A	52	36	12	0.5	35	17	1.35
Río Tábara	0 - 24	FAa	22	20	58	0.8	27	13	1.35
RT	24 - 44	aF	10	6	84	2.5	14	6	1.50
	44 - 80	FAa-Fa	20	26	54	0.8	27	13	1.35
Río Palmarejo	0 - 20	Aa	44	4	52	0.5	35	17	1.25
RP	20 - 30	Fa	6	12	82	2.5	14	6	1.50
	30 - 42	Fa	4	14	82	2.5	14	6	1.50
Los Negros	0 - 25	a	2	4	94	5	9	4	1.65
LN	25 - 50	F	20	38	42	1.3	22	20	1.40
	50 - 80	Fa	2	26	72	2.5	14	6	1.50

1/ FUENTE: Estudio semidetallado de la Llanura de Azua". Departamento Tierras y Aguas, S. E. A; Documento Técnico N° 21, CESDA, San Cristóbal; República Dominicana, 1981.

### Clima de la zona de riego de Azua

La principal característica del clima local es su relativa aridez. La lluvia anual es del orden de los 460 mm, concentrada principalmente en dos períodos cuyos máximos coinciden con el mes de mayo, en el que se registran 75 mm, o sea el 16% con respecto al total anual; y el mes de septiembre, con 82 mm, representando el 18% con relación al total caído durante el año.

El período seco más importante corresponde al comprendido desde el mes de noviembre hasta abril, siendo enero el mes más seco, con unos 11 mm, lo cual representa un 2% de la precipitación total anual.

El descenso de la precipitación en el tiempo comprendido desde el final del período de máximas precipitaciones, octubre, hasta el inicio del período seco principal, noviembre, es de 56 mm.

La evaporación es muy alta durante todo el año, alcanzando un total de 2,867 mm, lo que indica que el balance de humedad es marcadamente deficitario, requiriéndose el suministro de agua de riego durante todos los meses del año, para la obtención de las cosechas.

La temperatura media anual es del orden de los 26°C, con medias máximas de 27°C en julio y agosto; las medias mínimas se presentan entre enero y marzo, alcanzando los 25°C.

Las características generales del clima están más influenciadas por los movimientos locales de masas de aire, entre la plena y el mar, y entre las montañas y la planicie.

En la Tabla 4. , se presentan las variaciones mensuales de los elementos meteorológicos más importantes. Así también, en la Figura 3, se presenta el climadiagrama de la estación "El Sisal", Azua.

Tabla 4 . Variaciones mensuales de los elementos meteorológicos

Elemento meteorológico	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AÑO
Temperatura, en °C	24.6	24.7	25.0	25.9	26.2	26.4	26.8	26.8	26.5	26.2	26.0	25.3	25.9
Evaporación, en mm	212	204	251	267	259	250	276	273	236	221	209	209	2,867
Evapot. potencial, en mm*	170	163	201	214	207	200	221	218	189	177	167	167	2,294
Lluvia, en mm	11	13	16	16	75	54	24	49	82	79	23	19	461

\* Evapotranspiración potencial = 0.8 (Evaporación en tanque A)

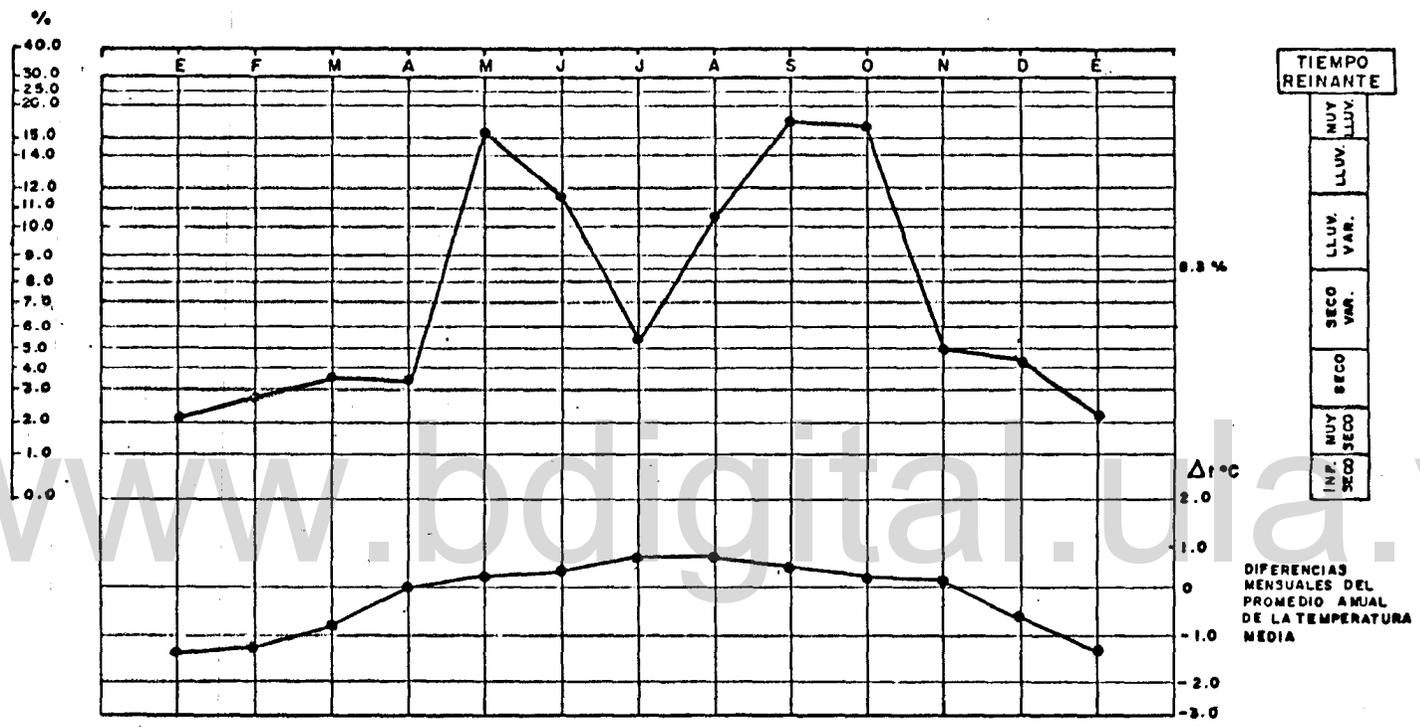


Figura 3 Climadiagrama Zona de Riego Azua.

### Fuente de abastecimiento y disponibilidad de agua

El sistema de riego se abastece del Río Yaque del Sur, el cual posee agua de buena calidad para el riego (0.25 a 0.30 mmhos/cm a 25° C) y se encuentra regulado por la Presa de Sabana Yegua cuya capacidad útil es de  $363.4 \times 10^6 \text{ m}^3$ . Esta situación permite que el sistema pueda cumplir con sus compromisos aún cuando se presenten algunos meses deficitarios, tal como puede observarse en el balance hídrico, Tabla 5.

En la Figura 4, presentada a continuación, se describe la situación considerada en el citado balance.

### Calendario de cultivos

La superficie neta bajo riego alcanza en su período anual de mayor actividad la extensión de 7.636 ha. En las Tablas 6 y 7 se presenta el calendario de cultivos correspondiente al ciclo agrícola 1983.

Entre las características más notables se destaca la diferenciación de cultivos entre los períodos "Primavera-Verano" y "Otoño-Invierno". En el primero prevalecen el sorgo, maíz y maní; en el segundo ocupan las mayores áreas el tomate y el melón.

El cultivo permanente principal es el plátano. Existen, además, otros cultivos que se practican durante todo el año. En la Tabla 8 se indican los rendimientos de los cultivos.

De las Tablas indicadas puede deducirse que en general:

- La mayor actividad agrícola durante el año corresponde a los meses de diciembre a enero, período en que se registran las mayores superficies cultivadas. Esta situación está marcadamente influenciada por el cultivo del tomate y melón, los cuales alcanzan en esos meses las mayores áreas. Entre estos cultivos el tomate supera en extensión al melón.

Tabla 5 Balance hídrico en la cuencia del Yaque del Sur

DESCRIPCION DE COMPONENTES	ESCURRIMIENTOS-DEMANDA RIEGO, en $m^3 \times 10^6$											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
I. Disponibilidad de agua en obra toma YSURA, Villarpando:												
1. Aportes al embalse Sabana Yéguar <sup>1/</sup>	34.3	27.8	25.1	29.1	54.5	75.1	50.7	54.1	82.8	106.2	75.8	55.3
2. Aportes Rio San Juan <sup>2/</sup>	12.0	6.0	6.8	12.9	29.8	30.2	23.2	30.2	47.7	45.9	37.5	23.4
<b>TOTALES</b>	<b>46.3</b>	<b>33.8</b>	<b>31.9</b>	<b>42.0</b>	<b>84.3</b>	<b>105.3</b>	<b>73.9</b>	<b>84.3</b>	<b>130.5</b>	<b>152.1</b>	<b>113.3</b>	<b>78.7</b>
II Demanda riego en Villarpando:												
1. YSURA <sup>3/</sup>	27.6	24.1	23.0	21.1	17.2	19.1	20.4	17.3	13.3	14.8	23.9	26.0
2. OTROS <sup>4/</sup>	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.3	0.3	0.2	0.3
<b>TOTALES</b>	<b>27.8</b>	<b>24.4</b>	<b>23.3</b>	<b>21.5</b>	<b>17.6</b>	<b>19.5</b>	<b>20.8</b>	<b>17.8</b>	<b>13.6</b>	<b>15.1</b>	<b>24.1</b>	<b>26.3</b>
III. Disponibilidad aguas abajo obra toma YSURA en Villarpando:												
1. Diferencias: I-II	18.5	9.4	8.6	20.5	66.7	85.8	53.1	66.5	116.9	137.0	89.2	52.4
2. Aportes otros afluentes del Yaque del Sur, <sup>2/</sup> aguas abajo Villarpando	4.0	1.7	1.7	2.6	9.6	14.8	13.1	10.5	10.9	27.9	15.7	8.7
<b>TOTALES</b>	<b>22.5</b>	<b>11.1</b>	<b>10.3</b>	<b>23.1</b>	<b>76.3</b>	<b>100.6</b>	<b>66.2</b>	<b>77.0</b>	<b>127.8</b>	<b>164.9</b>	<b>104.9</b>	<b>61.1</b>
IV. Compromisos de riego aguas abajo obra toma YSURA en Villarpando <sup>2/</sup>	47.5	55.5	68.9	75.4	60.3	61.5	78.2	62.8	51.2	42.6	45.7	48.5
V. Balance: III-IV	-25.0	-44.4	-58.6	-52.3	16.0	39.1	-12.0	14.2	76.6	122.3	59.2	12.6

<sup>1/</sup> Según INDRHI - SNC (1983)

<sup>2/</sup> Proyecto EMESIRE (1983)

<sup>3/</sup> Demanda bruta YSURA.

<sup>4/</sup> Proyecto EMESIRE (1983): Descontando los canales P. Casas 1 y 2.

Tabla 6. Superficie bajo riego, en ha/mes.

LAT.	CULTIVOS	MESES											
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1	TOMATES Y MELONES	1377.0	1017.8	651.9	357.0	-	-	-	130.2	410.3	808.6	1182.8	1491.2
	MAIZ Y SORGO	64.2	132.1	185.9	375.7	566.0	545.1	598.5	372.4	314.0	167.0	38.4	27.5
	HABICHUELAS	174.1	140.6	119.5	-	-	-	-	-	-	113.2	144.7	183.1
	MANI	54.7	127.7	127.7	127.7	73.6	-	-	-	-	-	-	-
	PLATANOS	283.0	283.0	283.0	283.0	283.0	283.0	283.0	283.0	283.0	283.0	283.0	283.0
	OTROS	305.9	305.6	259.7	254.7	325.8	276.7	314.4	471.7	557.9	666.6	622.6	465.4
	TOTAL	2258.9	2006.8	1627.7	1398.1	1248.4	1104.8	1195.9	1257.3	1565.2	2038.4	2271.5	2450.2
2	TOMATES Y MELONES	544.2	215.2	70.4	93.3	-	-	-	-	201.2	550.7	692.2	722.2
	MAIZ Y SORGO	150.6	150.9	182.1	282.2	357.3	370.2	253.5	170.9	100.2	99.6	55.5	56.3
	HABICHUELAS	37.9	35.0	12.6	-	-	-	-	-	-	10.4	10.4	11.2
	MANI	-	25.2	177.0	196.0	196.0	169.3	17.7	-	-	-	-	-
	PLATANOS	81.8	81.8	81.8	81.8	81.8	81.8	81.8	81.8	81.8	81.8	81.8	81.8
	OTROS	73.9	62.8	33.7	24.2	35.6	37.1	138.4	149.1	236.8	157.0	67.9	51.5
	TOTAL	888.4	570.9	557.6	677.5	670.7	658.4	491.4	401.8	620.0	899.5	907.8	923.0
3	TOMATES Y MELONES	84.7	19.8	14.7	10.4	-	-	-	-	12.6	80.1	85.1	95.4
	MAIZ Y SORGO	-	12.6	18.9	18.9	18.9	18.9	19.4	6.7	-	-	-	-
	HABICHUELAS	10.0	12.1	6.3	-	-	-	-	-	-	-	-	6.8
	MANI	-	-	-	17.6	42.8	42.8	39.9	33.0	-	-	-	-
	PLATANOS	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7
	OTROS	-	-	-	15.1	18.8	19.1	10.7	11.3	20.1	10.7	7.5	-
	TOTAL	110.4	60.2	55.6	77.7	96.2	96.5	85.7	66.7	48.4	106.5	108.3	117.9
4	TOMATES Y MELONES	829.8	509.5	228.2	47.7	-	-	-	45.9	118.2	458.2	738.4	912.0
	MAIZ Y SORGO	-	36.5	122.7	179.9	212.6	204.0	254.5	163.4	95.8	66.4	-	-
	HABICHUELAS	48.0	53.0	37.1	7.3	-	-	-	-	-	22.0	28.3	30.5
	MANI	-	25.2	75.5	125.8	125.8	100.6	46.7	-	-	-	-	-
	PLATANOS	176.1	176.1	176.1	176.1	176.1	176.1	176.1	176.1	176.1	176.1	176.1	176.1
	OTROS	198.1	173.4	213.8	176.1	200.7	232.1	285.5	270.5	270.5	264.2	249.1	131.5
	TOTAL	1252.0	973.7	853.4	712.9	715.2	712.8	762.8	655.9	660.6	986.9	1191.9	1250.1
5	TOMATES Y MELONES	597.4	451.2	329.5	84.6	-	-	-	46.5	101.2	293.5	411.9	558.2
	MAIZ Y SORGO	39.7	46.5	62.9	106.9	263.4	366.7	215.2	166.7	129.1	97.2	-	-
	HABICHUELAS	80.0	115.7	119.5	47.7	-	-	-	-	31.0	31.4	31.4	20.8
	MANI	11.3	14.5	28.9	75.5	100.6	97.4	77.4	-	-	-	-	-
	PLATANOS	125.8	125.8	125.8	125.8	125.8	125.8	125.8	125.8	125.8	125.8	125.8	125.8
	OTROS	249.0	230.2	196.8	231.4	273.0	260.3	256.0	352.3	327.1	333.3	364.8	314.5
	TOTAL	1103.2	983.9	863.4	671.9	762.8	850.2	674.4	691.3	714.2	881.2	933.9	1019.3
6	TOMATES Y MELONES	724.9	521.5	238.3	-	-	-	-	24.5	93.9	376.6	425.6	
	MAIZ Y SORGO	150.5	119.2	245.5	431.1	877.8	870.1	693.9	591.9	609.9	600.8	505.1	339.2
	HABICHUELAS	210.0	203.6	111.2	-	-	-	-	-	-	20.8	38.2	123.6
	MANI	98.0	107.5	137.5	154.9	87.1	78.9	61.3	59.0	-	-	-	-
	PLATANOS	365.4	365.4	365.4	365.4	365.4	365.4	365.4	365.4	365.4	365.4	365.4	365.4
	OTROS	474.5	583.2	561.8	582.9	491.8	454.7	344.6	286.6	249.2	367.3	295.8	275.5
	TOTAL	2023.3	1900.4	1659.7	1534.3	1822.1	1769.1	1465.2	1302.9	1249.0	1448.7	1581.1	1529.3

Tabla 7. Superficie total bajo riego, en ha/mes.

<b>CULTIVOS</b> \ <b>MESES</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>M</b>	<b>A</b>	<b>M</b>	<b>J</b>	<b>J</b>	<b>A</b>	<b>S</b>	<b>O</b>	<b>N</b>	<b>D</b>
<b>TOMATES-MELONES</b>	4158	2735	1533	593	-	-	-	223	868	2285	3487	4205
<b>MAIZ Y SORGO</b>	405	498	818	1395	2296	2375	2035	1472	1249	1031	599	423
<b>HABICHUELAS</b>	560	560	406	55	-	-	-	-	31	198	253	376
<b>MANI</b>	164	300	547	698	626	489	243	92	-	-	-	-
<b>PLATANOS</b>	1048	1048	1048	1048	1048	1048	1048	1048	1048	1048	1048	1048
<b>OTROS</b>	1301	1355	1266	1284	1346	1280	1350	1542	1662	1800	1608	1238
<b>TOTAL</b>	7636	6496	5618	5073	5316	5192	4676	4377	4858	6362	6995	7290

Tabla 8. Rendimiento de los cultivos

Cultivos	Rendimiento Promedio ton /ha	
	Nacional*	YSURA**
Tomate Industrial	23.58	23.85
Melones	15.90	5.17
Maíz	1.79	1.99
Sorgo	3.25	3.18
Habichuelas	0.82	0.80
Maní	0.87	0.48
Plátanos	1.09	1.00

\* Fuente: Plan Operativo 1987. Secretaría de Estado de Agricultura, Subsecretaría Técnica de Planificación Sectorial Agropecuaria, Departamento de Planificación. Santo Domingo, República Dominicana. 1986.

\*\* En las áreas con problemas de drenaje o salinidad los rendimientos disminuyen aproximadamente entre un 30 a 40% (no se dispone de información escrita para estos casos).

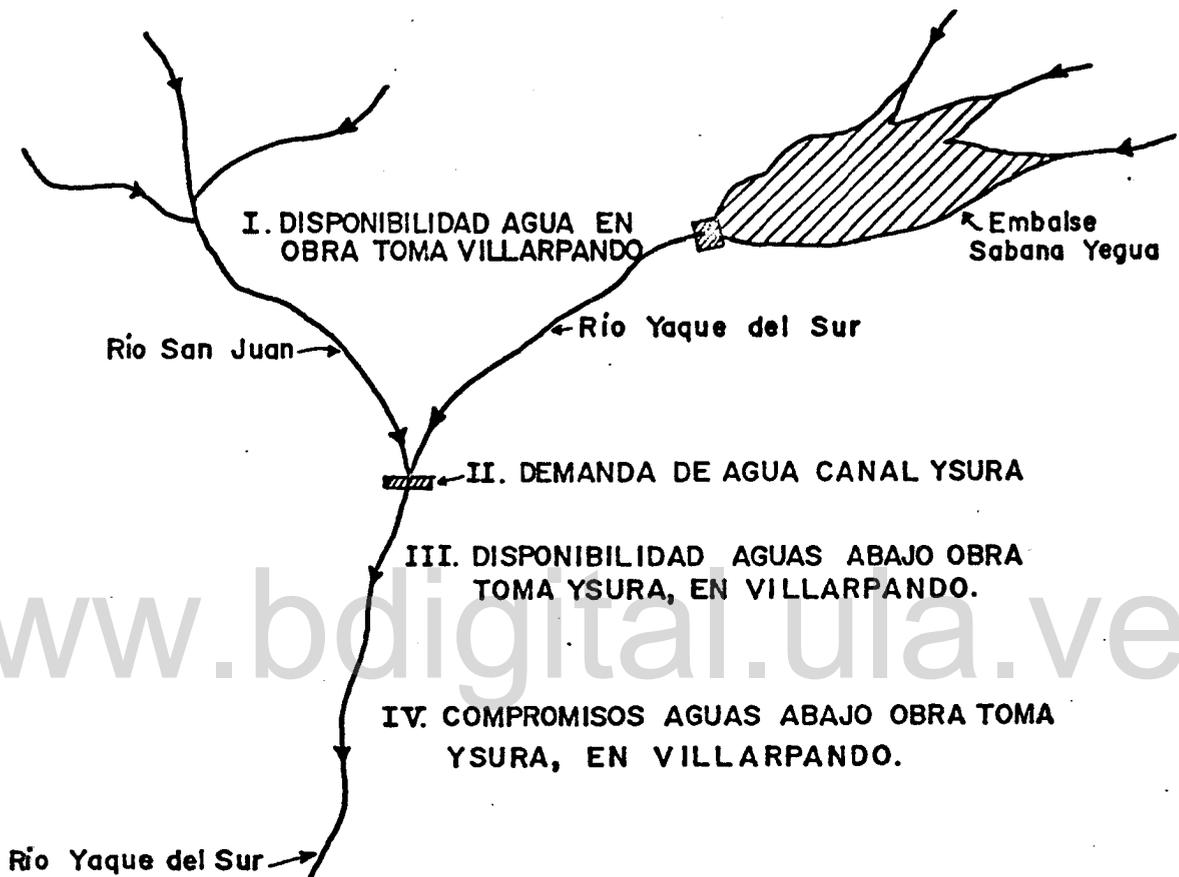


Fig. 4 . Componentes considerados en el balance hídrico de la cuenca del Río Yaque del Sur.

- El sorgo y el maíz registran mayores superficies durante los meses de mayo a julio, poniéndose de manifiesto el reemplazo de tomates y melones que terminaron su ciclo en meses anteriores.

- Las mayores superficies bajo cultivo de habichuelas se presentan en los meses de enero y febrero, período éste en que las condiciones climáticas permiten dicho cultivo y ya se han cosechado las primeras siembras de tomates, melones y otros cultivos que inician su siembra en el período septiembre-octubre.

- El maní presenta mayores superficies cultivadas en el período correspondiente a los meses de marzo-mayo, siendo este uno de los cultivos que reemplaza al tomate y al melón después de su cosecha.

- Los plátanos presentan una distribución relativa uniforme en toda el área del sistema de riego, no obstante esto, existe mayor concentración en el lateral N° 6.

- En todos los laterales del sistema de riego existen otros cultivos de escasa superficie individual, pero en conjunto de proporción considerable. En general, poseen ciclo vegetativo corto pero muy variable entre sí. Su cultivo se practica todo el año.

### Inventario de la Infraestructura de Riego y Drenaje

El inventario detallado de la infraestructura de riego y drenaje de todo el sistema se presenta en la Tabla 9 y en el Apéndice A de este trabajo.

El mismo posee información sobre las obras principales que componen el sistema; así también, presenta todas las obras y estructuras existentes sobre la red de canales, indicando en cada caso el material de construcción, localización, capacidad, área de la sección, longitud y estado actual de conservación. Además, se indican las obras y estructuras faltantes, y que por tanto deben construirse o instalarse para el mejor funcionamiento del sistema.

Tabla 9. Inventario de la infraestructura de riego y drenaje.

OBRAS PRINCIPALES DEL SISTEMA DE RIEGO Y DRENAJE	OBRAS Y ESTRUCTURAS SOBRE LA RED DE CANALES.	MATERIAL DE CONSTRUCCION	LOCALIZACION (Est. = 10m.)	CAP. MAXIMA (M <sup>3</sup> /S)		SECCION (M <sup>2</sup> )	LONG. (Km.)	ESTADO ACTUAL	Hoja 1 de 39
				DE DISEÑO	ACT.				OBSERVACIONES
Dique derivador (Villarpando)		H.A.	0	-	-	-	-	Sedimentado	Requiere desazolve
Desarenador	Compuerta	H.F.	0	-	-	-	-	Malo	Reparar Cables Elev.
Obra Toma (Villarpando)	Compuerta	H.A/H.F	0	24.0	24.0	-	-	Bueno	
Canal Principal Conducción		H.S	0	24.0	24.0	-	46.7	"	
	Puente	H.A	400	-	-	-	0.010	"	
	Paso de Agua	H.A	420	-	-	-	0.012	"	
	Alcantarilla	H.A	441	-	-	-	0.002	"	
	Alcantarilla	H.A	492	-	-	-	0.002	"	
	Pasarela	Acero	539	-	-	-	0.009	"	
	Compuerta-Elevación	H.A/H.F	540	-	-	-	-	"	
	Compuerta-Elevación	H.A/H.F	590	-	-	-	-	"	
	Sifón	Acero	541	-	-	-	0.450	"	
	Paso de Agua	H.A	690	-	-	-	0.008	"	
	Compuerta-Elevación	H.A	691	-	-	-	-	"	
	Compuerta-Elevación	H.A	691	-	-	-	-	"	
	Sifón	H.A	692	-	-	-	0.015	"	
	Paso de Agua	H.A	957	-	-	-	0.004	"	
	Puente	H.A	1148	-	-	-	0.008	"	
	Compuerta-Elevación	H.A/H.F	1149	-	-	-	-	"	
	Compuerta-Elevación	H.A/H.F	1149	-	-	-	-	"	

Tabla 9. (Continuación)

OBRAS PRINCIPALES DEL SISTEMA DE RIEGO Y DRENAJE	OBRAS Y ESTRUCTURAS SOBRE LA RED DE CANALES.	MATERIAL DE CONSTRUCCION	LOCALIZACION. (Est. = 10m.)	CAP. MAXIMA (M <sup>3</sup> /S)		SECCION (M <sup>2</sup> )	LONG. (Km.)	ESTADO ACTUAL	Hoja 2 de 39
				DE DISEÑO	ACT.				OBSERVACIONES
	Sifón	H.A.	1151	-	-	-	0.400	Bueno	Tiene filtraciones, rehabilitar
	Paso de Agua	H.A.	1242	-	-	-	0.019	"	
	" "	"	1257	-	-	-	0.004	"	
	" "	"	1257	-	-	-	-	Falta	Construir
	" "	-	1267	-	-	-	-	Regular	Rehabilitar
	" "	H.A.	1289	-	-	-	-	Bueno	
	" "	"	1492	-	-	-	0.003	"	
	Alcantarilla	"	1523	-	-	-	0.002	"	
	Paso de Agua	"	1552	-	-	-	0.002	"	
	" "	"	1564	-	-	-	0.010	"	
	" "	"	1625	-	-	-	0.007	"	
	Pasarela	"	1860	-	-	-	0.009	"	
	Compuerta-Elevación	"	1861	-	-	-	-	"	
	" "	"	1861	-	-	-	-	"	
	Sifón	"	1864	-	-	-	0.510	"	
	Paso de Agua	"	2013	-	-	-	0.005	"	
	" "	"	2048	-	-	-	0.003	"	
	Tunel	"	2120	-	-	-	1.490	"	
	Paso de Agua	"	2326	-	-	-	-	Falta	Construir
	Puente	"	2679	-	-	-	0.006	Bueno	

Tabla 9. (Continuación)

OBRAS PRINCIPALES DEL SISTEMA DE RIEGO Y DRENAJE	OBRAS Y ESTRUCTURAS SOBRE LA RED DE CANALES.	MATERIAL DE CONSTRUCCION	LOCALIZACION. (Est. = 10m.)	CAP. MAXIMA (M <sup>3</sup> /S)		SECCION (M <sup>2</sup> )	LONG. (Km.)	ESTADO ACTUAL	OBSERVACIONES
				DE DISEÑO	ACT.				
Tramo de canal principal		Tierra	3016	-	-	-	14.000	Malo	Arroyo Tábara
	Compuerta desarenadora	H.A/H.F	4416	-	-	-	-	Buena	
Obra de toma	Compuerta	H.A/H.F	4416	-	-	-	-	"	Derivadora Tábara
Canal principal	Sifón	"	4416	-	-	-	0.015	"	
	Caida	"	4468	-	-	-	0.013	"	
	Alcantarilla	"	4472	-	-	-	0.019	"	
	Puente	"	4515	-	-	-	0.010	"	
	Canal	"	4517	-	-	-	0.003	"	
	Paso de Agua	"	4553	-	-	-	0.002	"	
	Sifón	"	4638	-	-	-	0.038	"	
	Toma Lat. 1	"	4665	-	-	-	-	"	Lateral No. 1
	Paso de Agua	"	4725	-	-	-	0.002	"	
	Compuerta desague	H.A/H.F	4781	-	-	-	-	"	
	Paso de Agua	H.A	4785	-	-	-	0.002	"	
	Toma Lat. 2	H.A/H.F	4808	-	-	-	-	"	Lateral No. 2
	Compuerta Elevación	"	4809	-	-	-	-	"	
	Alcantarilla	H.A	4863	-	-	-	0.021	"	
	Paso de Agua	"	4897	-	-	-	0.002	"	
	"	"	4968	-	-	-	0.002	"	
	"	"	4968	-	-	-	0.002	"	

Tabla 9 (Continuación)

OBRAS PRINCIPALES DEL SISTEMA DE RIEGO Y DRENAJE	OBRAS Y ESTRUCTURAS SOBRE LA RED DE CANALES.	MATERIAL DE CONSTRUCCION	LOCALIZACION. (Est = 10m.)	CAP. MAXIMA (M <sup>3</sup> /S)		SECCION (M <sup>2</sup> )	LONG. (Km.)	ESTADO ACTUAL	Hoja 4 de 39 OBSERVACIONES
				DE DISEÑO	ACT.				
	Compuerta desague	H.A/H.F	5103	-	-	-	-	Bueno	
	Paso de Agua	H.A	5145	-	-	-	0.005	"	
	Toma Lat. 3	H.A/H.F	5162	-	-	-	-	"	Lateral No. 3
	Sifón	H.A	5182	-	-	-	0.031	"	
	Toma Lat. 4	H.A/H.F	5250	-	-	-	-	"	Lateral No. 4
	Pasarela	H.A	5283	-	-	-	0.003	"	
	Compuerta	H.A/H.F	5283	-	-	-	-	"	
	Puente	H.A	5286	-	-	-	0.026	"	
	Sifón	"	5376	-	-	-	0.030	"	
	Paso de Agua	"	5345	-	-	-	0.003	"	
	Sifón	"	5440	-	-	-	0.030	"	
	Sifón	"	5535	-	-	-	0.024	"	
	Toma Lat. 5	H.A/H.F	5547	-	-	-	-	"	
	Compuerta	"	5569	-	-	-	-	"	Lateral NO. 5
	Paso de Agua	H.A	5653	-	-	-	0.003	"	
	Paso de Agua	"	5725	-	-	-	0.006	"	
	Toma Lat. 6	H.A/H.F	5738	-	-	-	-	"	Lateral No. 6
	Compuerta Elev.	"	5740	-	-	-	-	"	
	Pasarela	H.A	5740	-	-	-	0.006	"	
	Caida	"	5831	-	-	-	S/D		

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

## CAPITULO V

### OPERACION Y MANTENIMIENTO ACTUAL DEL SISTEMA YSURA

#### Jerarquización del Personal

Dentro del esquema organizativo del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, el Distrito de Riego del Valle de Azua está constituido para su administración por la zona de Riego de Azua y la subzona de Padre de Las Casas. En este distrito el canal más importante es el YSURA, con toma en el Río Yaque del Sur, localizado en la Zona de Riego de Azua, en donde existen otros con menos superficie irrigada y toma sobre la misma fuente de abastecimiento o sobre otros ríos y arroyos.

Este distrito de riego posee en total unas 16.042 ha, bajo riego, servidas por aproximadamente 237 km de canales de riego. En la Tabla 10 se presentan algunas informaciones de interés sobre los diferentes sistemas de riego ubicados dentro de esta unidad administrativa del INDRHI.

El distrito está dirigido por un Ingeniero Encargado, que es el Jefe de todo el personal, tanto en el área técnica como en la administrativa.

Las labores técnicas comprenden actividades de Operación del Sistema de Riego, Conservación del Sistema de Riego, y Riego y Drenaje.

Los trabajos de Operación del Sistema de Riego consisten en la asignación de turnos y el manejo de las compuertas para la derivación del agua hacia el canal principal y hacia los diferentes laterales del sistema. Estas funciones están a cargo del Ingeniero Encargado de Operaciones, y son ejecutadas por un personal de formación empírica que incluye Distribuidores de Aguas, Compuerteros, e Inspectores de Riego.

Los trabajos de Conservación están bajo la responsabilidad del Ingeniero de Conservación y Mejoramiento y son ejecutados por los operadores de

Tabla 10. Informaciones sobre los sistemas de riego

Sistema de Riego	Zona o subzona de riego	Ubicación Obra de toma	Fuente de Abastecimiento	Caudal de Diseño (m <sup>3</sup> /s)	Area Equi pada. ha.	Número Usua- rios	Longi tud to tal (km)
Estebanía-Las Charcas	Azua	Los Cajuiles	Río Grande	0.55	523.3	154	4.5
Irabón	Azua	Las Lomas	Río Irabón	0.20	220.2	56	7.5
Hernán Cortés	Azua	La Vereda	Río Jura	2.00	1,635.2	647	16.5
Sajanoa	Azua	Sajanoa	Arroyo Sajanoa	0.10	12.6	20	3.0
Tábara Arriba	Azua	La Nuez, Tábara Arriba	Arroyo Tábara	0.60	566.0	150	4.0
El Corozo	Azua	El Corozo	Río Yaque del Sur	0.30	66.4	56	4.0
Los Bancos	Azua	Los Bancos	Río Yaque-Sur	0.20	65.7	126	2.0
YSURA	Azua	Villarpando	Río Yaque-Sur	24.00	8,800.00	4,088	142.0
Las Canoas	Azua	Las Canoas	Río Yaque-Sur	0.20	45.3	57	1.0
Juan Sánchez	Azua	Juan Sánchez	Río Yaque-Sur	0.40	118.4	135	1.7
Villarpando	Azua	Villarpando	Río Yaque-Sur	0.30	88.1	79	2.0
Periquito	Azua	Periquito	Río Yaque-Sur	0.30	267.6	129	4.0
Oregano Grande	Azua	Oregano Grande	Río Yaque-Sur	0.40	160.6	88	1.5
Magueyal	Azua	Magueyal	Río Yaque-Sur	0.30	49.1	32	3.0
El Muey		Hato Nuevo	Río Yaque-Sur	0.50	377.3	106	4.2
San Simón	Azua	Hato Nuevo	Río Yaque-Sur	0.20	172.7	48	--
Monte Grande	Azua	Monte Grande	Río Yaque-Sur	0.30	220.1	51	2.0
Charco Los Toros	Azua	Los Toros	Arroyo Amiama Gómez (Río Yaque del Sur)	0.10	44.0	68	1.5

Tabla 10. Informaciones sobre los sistemas de riego (Continuación)

Sistema de Riego	Zona o subzona de riego	Ubicación obra de toma	Fuente de Abastecimiento	Caudal de Diseño (m <sup>3</sup> /s)	Area Equi pada (ha)	Número Usua - rios	Longi tud to tal (km)
Las Hormigas	Azua	Orégano Chiquito	Arroyo Tábara (Río Yaque del Sur)	0.10	62.5	23	--
Orégano Chiquito	Azua	Orégano Chiquito	" "	0.20	138.9	76	--
La Ceibita	Azua	Tábara Abajo	Arroyo Tábara (Yaque del Sur)	0.50	221.4	79	2.4
Yayas de Viajama	Padre de las Casas	Biajama	Arroyo Biajama	0.60	314.0	185	9.0
Padre Las Casas N° 1	Padre de las Casas	Padre Las Casas	Río Las Cuevas	1.00	119.8	105	6.8
Padre Las Casas N° 2	Padre Las Casas	El Cigual	Río Las Cuevas	4.00	1,375.4	334	14.0
T O T A L					16,041.6	6,892	236.6

equipos pesados, sifoneros y brigadas de albañiles y braceros. Estas labores incluyen la limpieza, extracción de sedimentos y malezas en canales y drenes, reparación de obras y compuertas; además, acondicionamiento de bermas y caminos de acceso a los diferentes puntos de interés a la operación y conservación del sistema, así como para facilitar la comunicación y el transporte de productos agrícolas.

El distrito cuenta además con un Ingeniero Encargado de la Oficina de Riego y Drenaje, quien tiene bajo su mando a dos ingenieros asistentes y una brigada de obreros especializados. El trabajo de este personal incluye el diseño y la construcción de drenes parcelarios, estudios básicos de riego y drenaje, mapas de niveles freáticos y la capacitación de los regantes en materia del uso y manejo del agua para el riego.

Las labores administrativas incluyen la contabilización de ingresos y egresos, el cobro de los pagos por derecho al uso del agua y el manejo de los materiales e insumos utilizados en las oficinas y en las áreas de Operación, Conservación y Riego y Drenaje. Estas actividades están a cargo de un Contable con asiento en la Oficina del Distrito y otro en la Oficina de la Zona de Riego, así también por personal auxiliar que incluye secretarías, archivistas, cobradores y otros.

En la Tabla 11, se detallan informaciones sobre el personal que constituye la nómina del Distrito de Riego del Valle de Azua. En la Figura 5 se presenta el organigrama vigente en el citado distrito.

### Prácticas actuales de operación, riego y drenaje y conservación del sistema de riego.

La operación del YSURA se lleva a cabo en forma empírica, respondiendo en forma general tal como se indica a continuación:

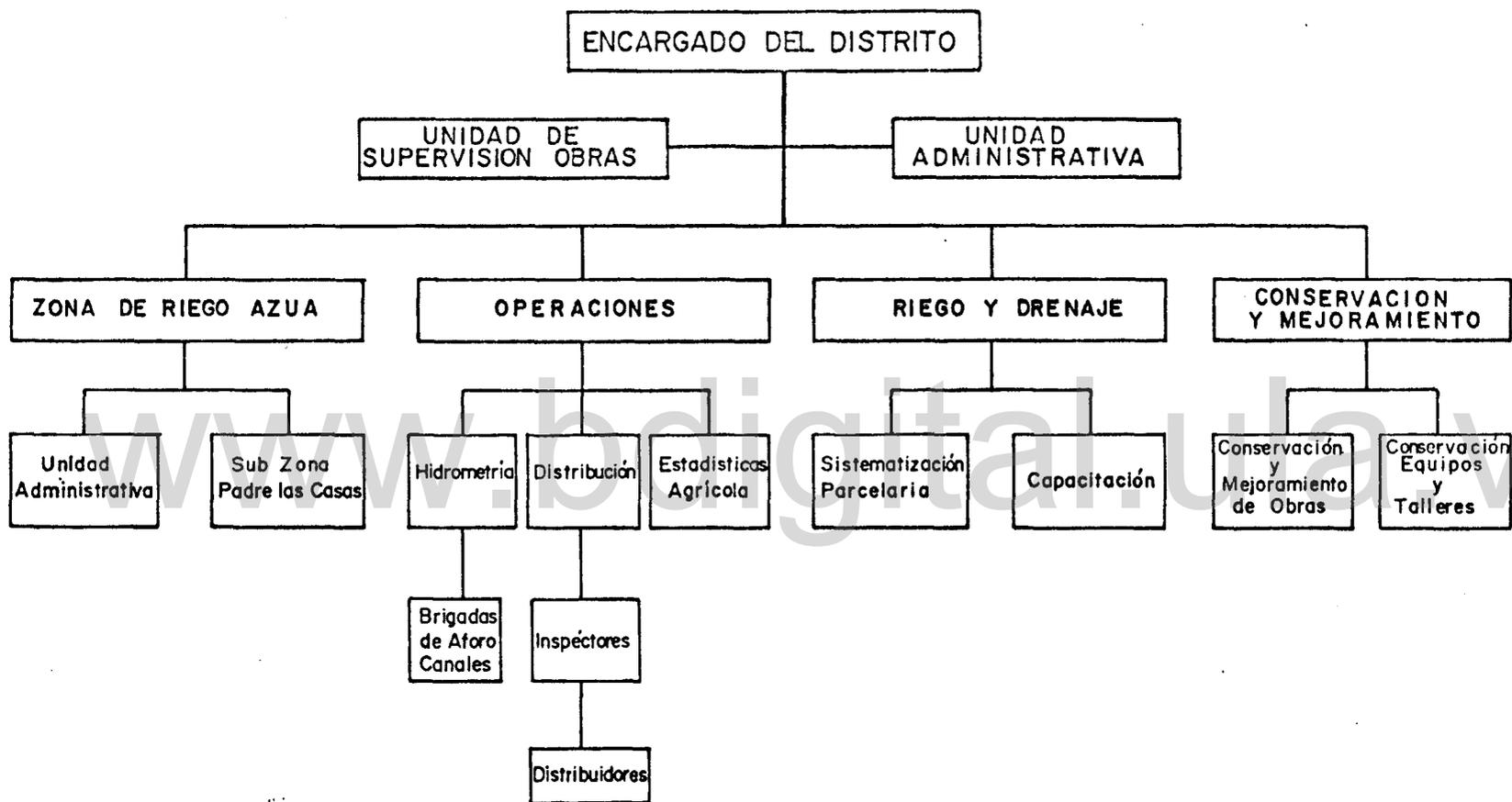
- Desde octubre hasta marzo:  $7.5 \text{ m}^3/\text{seg}$ , durante 24 horas operan todos los laterales.

Tabla 11 . Personal y gastos en personal en el Distrito de Riego Valle de Azua

Nº	Descripción del Personal	Cantidad Nº de personas.	Categoría <u>1/</u>	Salario Pro medio RD\$/mes	Presupuesto Anual RD\$
A	DIRECCION	5			35,148
	Jefe	1	P	1,100	13,200
	Sub-jefe	2	P	658	15,792
	Secretaria	1		302	3,624
	Asesores	-	-	-	--
	Choferes	1	OE	211	2,532
B	OPERACION	92			256,620
	Jefe	1	P	640	7,680
	Sub-jefe	1	P	605	7,260
	Personal Técnico	3		502	18,072
	Auxiliares Tecn.	21		309	77,868
	Personal Obrero	59	O	175	123,900
	Oficinistas	2		360	8,640
	Choferes	5	OE	220	13,200
C	MANTENIMIENTO	64			169,608
	Jefe	1		640	7,680
	Sub-jefe	1		605	7,260
	Ayudante Técnicos	4		390	18,720
	Obreros especiali zados	8	OE	234	22,464
	Obreros	39	O	183	85,644
	Choferes	4	OE	223	10,704
	Oficinistas	7		204	17,136
D	ADMINISTRACION	41			97,428
	Jefe	1		400	4,800
	Sub-jefe	1		242	2,904
	Oficinista Adm.	9		226	24,408
	Secretaria	1		248	2,976
	Personal Obrero y Maestranza	28	O	178	59,808
	Chofer	1	OE	211	2,532
E	OTROS SERVICIOS	17			13,668
		17		67	13,668
	T O T A L	219			572,472

1/ O = Obrero; OE = Obrero Especializado; P = Profesional

FUENTE: Nómina Distrito Riego Valle Azua.



70

Figura 5 . Organigrama vigente en el Distrito de Riego del Valle de Azua.

- Desde abril hasta septiembre: 5 m<sup>3</sup>/seg. Durante 24 horas. Operación de los laterales según el orden siguiente:

. Lunes, 6:00 AM a jueves, 12:00 M.: Operación conjunta de los laterales 1, 2, 3 y 4.

. Jueves, 12:00 M a lunes, 6:00 AM: Operación conjunta de los laterales 5 y 6.

El sistema de Riego YSURA, está dividido para su operación en 22 sectores de riego, con un Distribuidor de Aguas a cargo de cada uno de ellos. Estos sectores de riego constituyen la unidad operativa del sistema de riego. En la Tabla 12 se presentan algunos datos de interés a la operación de cada sector dentro del sistema de riego. En el Mapa D.1 del Apéndice D se presenta la sectorización existente en el área de interés.

Actualmente las principales actividades de Riego y Drenaje están orientadas a dar solución a los problemas de drenaje existentes en el área de influencia de este canal. Con este fin se ha instalado una red de pozos de observación de la napa freática, con una densidad aproximada de uno por cada 100 ha. Las observaciones del nivel freático se realizan mensualmente y sirven de base para la elaboración de planos de isóbatas, isohipsas y otras determinaciones de interés al diseño de la red parcelaria de drenajes. En los Mapas D.25 y D.35, del Apéndice D, se presentan las isóbatas correspondientes a los meses de enero y julio, respectivamente, los cuales representan los dos períodos en que se divide la práctica del riego en el área de influencia del YSURA.

Otra actividad de importancia realizada por el personal de riego y drenaje es la labor de capacitación a los usuarios en lo concerniente al uso y manejo del agua de riego. Estos trabajos han mejorado notablemente la eficiencia de aplicación del agua, la que alcanza valores próximos al 50%, y en la que ha tenido importancia relevante el uso de sifones, el trazado de los surcos y preparación de la tierra para el riego de los cultivos (INDRHI, 1983).

Tabla 12. Sectores de riego Canal YSURA

Sectores de Riego	Lateral	Area neta en ha	Cultivos Pre-dominantes	Método Entrega Agua	Personal <u>1</u> / asignado a la Operación.
Tábara Abajo	1	222,01	Tomates, Ajíes	Caudal Continuo y Rotación.	Un Distribuidor.
Las Lajas	1	310,60	Tomates, Ajíes	"	"
Los Negros	1	932,90	Tomates, melones, sorgo	"	"
El Cíaza	1	439,90	Melones, sorgo, maíz.	"	"
El Batey (2-c)	1	326,00	Melones, tomates, sorgo	"	"
San Francisco	2	535,00	Sorgo, Maíz, tomate, maní	"	"
Sabana Yegua	2	384,30	Tomates, maní, ajíes	"	"
Algodonera	2	334,90	Tomates, melón, sorgo.	"	"
Gamadero	3 y 4	490,57	Tomates, sorgo	"	"
Proyecto 4	4	192,39	Tomates, sorgo, maíz.	"	"
La Q	4	247,48	Tomates, melón, sorgo.	"	"
Los Pedaceros	5	973,90	Maíz, plátano, tomate.	"	"
Las Bombas	5	369,50	Plátano, melón, sorgo, maíz	"	"
Cañada de Piedra	6	385,35	Tomate, sorgo, maíz.	"	"
Jura-Palmarejo	6	329,94	Melón, tomates, sorgo	"	"
Guayacanal	6	375,79	Melones, sorgo, maíz	"	"
Pueblo Viejo	6	148,29	Melones, sorgo, maíz, tomate.	"	"

Tabla 12. Sectores de riego Canal YSURA (Continuación)

Sectores de Riego	Lateral.	Area ne ta en ha.	Cultivos Pre dominantes	Método En trega Agua	Personal asignado a la Ope ración 1/
La Altagracia	7	204,70	Tomate, maíz	Caudal con tinuo y Ro tación.	Un dis- tribui- dor.
Finca 2	7	430,44	Tomate, melón, maíz.	"	"
La Isleta	7	301,32	Sorgo, maíz	"	"
Los 25	7	224,65	Tomate, maíz	"	"
Monte Río-Clave- lina-Tramojos	7	336,67	Tomate, maíz	"	"

1/ Cada lateral tiene asignado un Inspector de Riego.

El intervalo de riego que ha establecido la práctica en el Valle se indica en la Tabla 13 y es presentada a continuación:

Tabla 13. Intervalos de riego prácticos en el Valle de Azua

Cultivos	Intervalos en días
Tomates y melones	7
Sorgo y maíz	8 - 15
Plátanos	20 - 30
Ajíes	4

En el Capítulo VI se plantea el balance hídrico de la práctica actual de la operación del sistema de riego.

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

## CAPITULO VI

### PLAN DE OPERACION PROPUESTO PARA EL SISTEMA DE RIEGO

#### Calendario de cultivos

Para los fines del presente trabajo se ha considerado conveniente no plantear cambios en el calendario o patrón de cultivos existentes; en tal sentido, el plan de operación propuesto para el sistema de riego se realizará sobre las condiciones de cultivos ya planteadas en el Capítulo IV.

#### Determinación de las demandas

##### Uso consuntivo

La aplicación de la fórmula de Grassi-Cristiansen (Grassi, 1975) a los datos de la Estación "El Sisal", Azua, para los cultivos que se practican dentro del área de influencia del sistema de riego, ha permitido la obtención de los coeficientes de temperatura,  $C_t$ , y el coeficiente del ciclo vegetativo,  $C_{vc}$ ; presentados a continuación en las Tablas 14 y 15 respectivamente.

Tabla 14 . Coeficiente de temperatura,  $C_t$ .

Mes	$C_t$
Enero	0,908
Febrero	0,906
Marzo	0,900
Abril	0,882
Mayo	0,876
Junio	0,872
Julio	0,864
Agosto	0,864
Septiembre	0,870
Octubre	0,876
Noviembre	0,880
Diciembre	0,894

Tabla 15 Coeficiente del ciclo vegetativo,  $C_{vc}$ .

Cultivos	Duración ciclo vegetativo Meses	Epoca Prom. de siembra Mes	$C_{vc}^*$ / MESES CICLO VEGETATIVO												$C_{vc}$ Promedio	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Tomates y Melones	4	Ag.-En. <sup>1/</sup>	0.47	0.95	0.92	0.74										0.77
Maíz y Sorgo	3	Enero <sup>2/</sup>	0.45	0.95	0.74											0.71
Plátanos	12	Todo el año	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Habichuelas	3	Sept.-En. <sup>3/</sup>	0.45	0.95	0.74											0.71
Maní	4	En.-Feb. <sup>4/</sup>	0.47	0.95	0.92	0.74										0.77
Otros	-	Todo el año <sup>5/</sup>	0.45	0.95	0.74											0.77

\* Obtenido de Fig. 5.3.1, Grassi (1975)

- 1/ La siembra se desplaza desde agosto hasta la segunda semana de enero. La mayor parte de esta actividad se desarrolla en el mes de octubre. En el período Diciembre-Enero se presenta otro pico en las siembras.
- 2/ La siembra de estos cultivos se inicia en Enero-Febrero, manteniéndose todo el año. La mayor actividad se observa en Junio.
- 3/ Hay dos épocas claramente definidas en este cultivo.
- 4/ Este cultivo inicia su siembra en Enero-Febrero. Se mantiene hasta proxímadamente agosto.
- 5/ En este renglón se agrupan cultivos diversos, con escasa superficie individual, con épocas de siembra y ciclo vegetativo muy variado. Ocupan el terreno todo el año. El valor de  $C_{vc}$  se asumió tomando el promedio de los demás.

Los valores del factor de cultivo utilizado se detallan en la Tabla 16, presentada a continuación.

Tabla 16. Factor de cultivo, F

Cultivo	F*
Tomates y Melones	1.04
Maíz y Sorgo	1.05
Musáceas	1.00
Otros	1.04
Habichuelas	0.86
Maní	0.86

\*: Adaptado de Grassi (1975)

### Precipitación efectiva

Los valores de promedios mensuales de precipitación y de precipitación confiable se dan a conocer en la Tabla 17.

Tabla 17. Promedios mensuales de precipitación, PREC, y Precipitación confiable, PD, en mm.

Meses	PREC.	PD
Enero	10,5	0,0
Febrero	12,8	0,0
Marzo	16,4	1,5
Abril	16,3	1,4
Mayo	74,6	42,2
Junio	54,4	28,1
Julio	24,3	7,0
Agosto	49,0	24,3
Septiembre	81,7	47,2
Octubre	79,0	45,3
Noviembre	22,9	6,0
Diciembre	19,1	3,4

### Cálculo de los requerimientos netos de los cultivos

En la Tabla 18 se presenta el cálculo de los requerimientos netos de los cultivos,  $R_n$ , obtenidos de la diferencia entre la evapotranspiración real,  $E_t$ , y la precipitación confiable,  $P_D$ .

En la Tabla 19 y en el Apéndice B se presentan los requerimientos netos de los cultivos en lámina y en volumen, en función del avance de las siembras. Se exponen, además, la lámina promedio ponderada para cada mes, así como la lámina promedio ponderada acumulada.

### Situación de la demanda y balance hídrico de la operación actual del sistema de riego

Los volúmenes totales mensuales, por cultivos o grupos de cultivos, así como otras informaciones de interés y el balance hídrico de la operación actual del sistema de riego, se presentan en la Tabla 20. Esta información y la anteriormente presentada permiten plantear el siguiente resumen:

La lámina de uso consuntivo más elevada para tomates y melones se presenta en el mes de marzo, con 188 mm. La mínima es de 73 mm, correspondiendo al mes de septiembre. La mayor superficie cultivada de estos cultivos se presenta en diciembre, con 4.205 ha. La demanda mayor, en volumen neto, corresponde al mes de enero, con  $6.220 \text{ m}^3 \times 10^3$ .

El maíz y el sorgo presentan el uso consuntivo máximo en el mes de julio, con 159 mm; el mínimo es de 85 mm durante el mes de octubre. La máxima superficie cultivada de estos cultivos se registra a mediados del año, correspondiendo al mes de junio el valor mayor con 2.375 ha; la mínima se localiza en enero, con 405 ha. El máximo volumen neto requerido por estos cultivos coincide con el mes de junio, con  $3.395 \text{ m}^3 \times 10^3$ .

Tabla 18 Cálculo requerimientos netos de los cultivos, Rn, en mm

$$Et = 0.95 E_v \times Ct \times Cvc \times F$$

Hoja 1 de 3

CULTIVOS	Mes Siembra	Meses Ciclo	0.95 E <sub>v</sub>	C <sub>t</sub>	C <sub>vc</sub>	F	Et, n. m.	PD, en mm.	R <sub>n</sub> , en mm.
Tomate y Melón	Agosto	1	259.6	0.864	0.47	1.04	109.6	4.5	85
"	-	2	234.4	0.870	0.95	1.04	192.9	47.2	119
"	-	3	210.2	0.876	0.92	1.04	176.2	15.3	151
"	-	4	198.2	0.880	0.74	1.04	134.2	6.0	128
"	Sept.	1	234.4	0.870	0.47	1.04	95.4	47.2	18
"	-	2	210.2	0.876	0.95	1.04	181.9	45.3	137
"	-	3	198.2	0.880	0.92	1.04	166.9	6.0	161
"	-	4	198.3	0.894	0.74	1.04	136.4	3.4	153
"	Oct.	1	210.2	0.876	0.47	1.04	90.0	45.3	45
"	-	2	198.2	0.880	0.95	1.04	172.3	6.0	166
"	-	3	198.3	0.894	0.92	1.04	169.6	3.4	166
"	-	4	201.8	0.908	0.74	1.04	141.0	0.0	141
"	Nov.	1	198.2	0.880	0.47	1.04	83.3	6.0	77
"	-	2	198.3	0.894	0.95	1.04	175.2	3.4	172
"	-	3	201.8	0.908	0.92	1.04	175.3	0.0	175
"	-	4	194.1	0.906	0.74	1.04	134.4	0.0	134
"	Dic.	1	198.3	0.894	0.47	1.04	86.7	3.4	83
"	-	2	201.8	0.908	0.95	1.04	181.0	0.0	181
"	-	3	194.1	0.906	0.92	1.04	168.3	0.0	168
"	-	4	238.5	0.900	0.74	1.04	179.0	1.5	178
"	Enero	1	201.8	0.908	0.47	1.04	89.6	0.0	70
"	-	2	194.1	0.906	0.95	1.04	173.7	0.0	174
"	-	3	238.5	0.900	0.92	1.04	205.4	1.5	204
"	-	4	253.5	0.882	0.74	1.04	172.1	1.4	171
Miñe y Sorgo	Enero	1	201.8	0.908	0.45	1.05	86.6	0.0	87
"	-	2	194.1	0.906	0.95	1.05	175.4	0.0	175
"	-	3	238.5	0.900	0.74	1.05	166.8	1.5	165
"	Feb.	1	194.1	0.906	0.45	1.05	83.1	0.0	53
"	-	2	238.5	0.900	0.95	1.05	214.1	1.5	213
"	-	3	253.5	0.882	0.74	1.05	173.2	1.4	172
"	Marzo	1	238.5	0.900	0.45	1.05	101.4	42.2	59
"	-	2	253.5	0.882	0.95	1.05	223.0	28.1	195
"	-	3	245.8	0.876	0.74	1.05	167.3	7.0	160
"	Abril	1	253.5	0.882	0.45	1.05	105.6	1.4	104
"	-	2	245.8	0.876	0.95	1.05	214.8	42.2	173
"	-	3	237.8	0.872	0.74	1.05	161.1	28.1	133
"	Mayo	1	245.8	0.876	0.45	1.05	101.7	42.2	60
"	-	2	237.8	0.872	0.95	1.05	206.8	28.1	179
"	-	3	262.6	0.864	0.74	1.05	176.3	7.0	169
"	Junio	1	237.8	0.872	0.45	1.05	98.0	28.1	70
"	-	2	262.6	0.864	0.95	1.05	226.3	7.0	219
"	-	3	259.6	0.864	0.74	1.05	174.3	24.3	150
"	Julio	1	262.6	0.864	0.45	1.05	107.2	7.0	100
"	-	2	259.6	0.864	0.95	1.05	223.7	24.3	199

Tabla 18 (Continuación)

E1 = 0.95 Ev x CI x Cvc x F Hoja 2 de 3

CULTIVOS	Mes Siembra	Meses Ciclo	095 Ev.	CI.	Cvc.	F	E1, mm.	P.O., (C) mm.	E.P., (C) mm.
"	-	3	224.6	0.870	0.74	1.05	151.8	47.2	105
"	Agosto	1	259.6	0.864	0.45	1.05	106.0	24.3	82
"	-	2	224.6	0.870	0.95	1.05	194.9	47.2	148
"	-	3	210.2	0.876	0.74	1.05	143.1	45.0	98
"	Sept.	1	224.4	0.870	0.45	1.05	92.2	47.2	45
"	-	2	210.2	0.876	0.95	1.05	183.7	45.3	138
"	-	3	198.2	0.880	0.74	1.05	135.5	6.0	130
"	Oct.	1	210.2	0.876	0.45	1.05	87.0	45.3	42
"	-	2	198.2	0.880	0.95	1.05	174.0	6.0	168
"	-	3	198.3	0.894	0.74	1.05	137.7	3.4	134
"	Nov.	1	198.2	0.880	0.45	1.05	82.4	6.0	76
"	-	2	198.3	0.894	0.95	1.05	176.8	3.4	173
"	-	3	201.8	0.908	0.74	1.05	142.4	0.0	112
Habichuelas	Sept.	1	224.4	0.870	0.45	0.86	75.6	47.2	28
"	-	2	210.2	0.876	0.95	0.86	150.4	45.3	105
"	-	3	198.2	0.880	0.74	0.86	111.0	6.0	105
"	Oct.	1	210.2	0.876	0.45	0.86	71.3	45.3	26
"	-	2	198.2	0.880	0.95	0.86	142.5	6.0	137
"	-	3	198.3	0.894	0.74	0.86	112.8	3.4	109
"	Nov.	1	198.2	0.880	0.45	0.86	61.4	6.0	55
"	-	2	198.3	0.894	0.95	0.86	134.8	3.4	144
"	-	3	201.8	0.908	0.74	0.86	116.6	0.0	117
"	Dic.	1	198.3	0.894	0.45	0.86	68.6	3.4	65
"	-	2	201.8	0.908	0.95	0.86	167.1	0.0	167
"	-	3	194.1	0.906	0.74	0.86	111.9	0.0	112
"	Enero	1	201.8	0.908	0.45	0.86	70.9	0.0	71
"	-	2	194.1	0.906	0.95	0.86	143.7	0.0	144
"	-	3	238.5	0.900	0.74	0.86	136.6	1.5	155
"	Feb.	1	194.1	0.906	0.45	0.86	68.1	0.0	68
"	-	2	238.5	0.900	0.95	0.86	175.4	1.5	174
"	-	3	253.5	0.882	0.74	0.86	142.3	1.4	141
Plátano	1/	Enero	201.8	0.908	1.00	1.00	183.2	0.0	183
"	-	Feb.	194.1	0.906	1.00	1.00	175.8	0.0	176
"	-	Mir.	238.5	0.900	1.00	1.00	214.6	1.5	213
"	-	Abr.	253.5	0.882	1.00	1.00	223.6	1.4	222
"	-	Mayo	245.8	0.876	1.00	1.00	215.3	42.2	173
"	-	Jun.	237.8	0.872	1.00	1.00	207.3	28.1	179
"	-	Jul.	262.6	0.864	1.00	1.00	226.9	7.0	220
"	-	Agos.	259.6	0.864	1.00	1.00	240.7	24.3	216
"	-	Sept.	224.4	0.870	1.00	1.00	195.2	47.2	148
"	-	Oct.	210.2	0.876	1.00	1.00	184.2	45.3	139
"	-	Nov.	198.2	0.880	1.00	1.00	174.4	6.0	168
"	-	Dic.	198.3	0.894	1.00	1.00	168.4	3.4	165
Mmi	Enero	1	201.8	0.908	0.47	0.86	74.1	0.0	74



Tabla 19 Requerimientos netos de riego; en mm y m<sup>3</sup> x 10<sup>3</sup>

mm  
m<sup>3</sup> x 10<sup>3</sup>

CULTIVO	Hortalizas y Verduras
DURACION CICLO	1 Meses
Cvc	1.17-1.95-1.02-1.71

MES DE SIEMBRA	AREA, ha.	REQUERIMIENTOS NETOS DE RIEGO											
		A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J
A	222.6	85	146	131	128								
		189	325	292	285								
S	645.0		48	137	161	133							
			310	884	1038	858							
O	1417.4			45	166	166	141						
				638	2353	2353	1999						
N	1202.2				77	172	175	151					
					926	2068	2101	1611					
D	940.5					83	181	168	178				
						724	1702	1580	1674				
E	592.7						70	174	204	171			
							415	1031	1209	1014			
Γ													
M													
A													
M													
J													
J													
V <sub>T</sub> 1/		189	635	1814	4602	6003	6220	4222	2883	1914			
	Area, en ha.	223	868	2285	3487	4205	4158	2735	1533	593			
L <sub>PP</sub> 2/	EN mm	85	73	79	132	143	150	154	185	171			
L <sub>PP</sub>	ACUMULADA, EN mm	85	158	237	369	512	662	816	1004	1175			

1/: VOLUMEN TOTAL, m<sup>3</sup> x 10<sup>3</sup>  
 2/: LAMINA PROMEDIO PONDERADA  
 3/: COEFICIENTE VARIACION CICLO VEGETATIVO

Tabla 20 Requerimientos totales, en  $m^3 \times 10^3$ , y balance hídrico de la operación actual del sistema de riego.

CULTIVOS	MESES											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
TOMATES Y MELONES	6220	4222	2883	1014	-	-	-	189	655	1811	1602	6005
MAIZ Y SORGO	388	724	1087	1851	2732	3395	3241	2150	1420	881	878	595
HABICHUELAS	571	715	570	78	-	-	-	-	9	76	292	560
MANI	121	332	723	1051	689	590	366	51	-	-	-	-
PLATANO	1917	1811	2232	2326	1813	1876	2305	2265	1531	1456	1760	1726
OTROS	1809	1816	2051	2171	1642	1664	2240	2251	1695	1710	2042	1710
Volumen total neto $M^3 \times 10^3$	11026	9653	9546	8191	6876	7525	8152	6904	5310	5937	9574	10522
Volumen total bruto $\downarrow$ $M^3 \times 10^3$	27565	24153	23865	21228	17190	18813	20380	17260	13275	14843	25935	25930
Superficie total, Ha.	7636	6496	5618	5073	5316	5192	4676	4377	4858	6362	6093	7299
Lámina bruta de la rotación, MM	361	572	425	418	325	362	436	394	273	233	312	356
Lamina actual, suministrada con el riego, MM $\downarrow$	263	279	358	255	252	250	286	306	267	316	278	276
Deficit (-) o exceso, MM	-98	-93	-67	-163	-71	-112	-150	-88	-6	-83	-64	-80

$\downarrow$  : Eficiencia total: 49%

$\downarrow$  : En base a la operación actual del sistema de riego.

La lámina máxima de uso consuntivo para el plátano es de 222 mm, en el mes de abril, la mínima se presenta en octubre, con 139 mm. El plátano ocupa unas 1,048 ha, dentro de este sistema de riego. Demandan un volumen neto máximo de  $2,325 \text{ m}^3 \times 10^3$ , durante el mes de abril, y un mínimo de  $1,456 \text{ m}^3 \times 10^3$  en diciembre.

El cultivo de habichuelas se realiza de septiembre a abril, requiriendo una lámina máxima de uso consuntivo de 142 mm, en el mes de abril, el valor mínimo corresponde al mes de septiembre, con 29 mm. Las máximas superficies cultivadas se presentan a principios de año, alcanzando un máximo en enero-febrero con 560 ha. A este período corresponde también la máxima demanda neta con un volumen de  $715 \text{ m}^3 \times 10^3$ ; el volumen neto mínimo corresponde al mes de septiembre con  $9 \text{ m}^3 \times 10^3$ .

La máxima lámina de uso consuntivo para el maní se localiza en los meses de abril y julio, con 151 mm; la mínima es de 55 mm y corresponde al mes de agosto. La mayor superficie bajo este cultivo es de 698 ha, registradas en el mes de abril. El volumen neto máximo es de  $1,051 \text{ m}^3 \times 10^3$ , presentándose durante el mes de abril; el mínimo se localiza en el mes de agosto, con  $51 \text{ m}^3 \times 10^3$ .

Para los otros cultivos, la máxima lámina de uso consuntivo se presenta en abril, con un valor de 169 mm; la mínima es de 95 mm, presentándose ésta en el mes de octubre. La mayor superficie bajo este cultivo se registra en octubre, con 1,800 ha. El volumen neto máximo demandado por estos cultivos es de  $2,251 \text{ m}^3 \times 10^3$ , en agosto; el mínimo corresponde al mes de mayo con  $1,642 \text{ m}^3 \times 10^3$ .

Además de la situación descrita para los diferentes cultivos, la Tabla 20 permite afirmar que la máxima demanda neta del sistema de riego se presenta en el mes de enero, con un volumen total de  $11.026 \text{ m}^3 \times 10^3$  y la mínima es de  $5.310 \text{ m}^3 \times 10^3$ , en el mes de septiembre. La máxima superficie cultivada corresponde al mes de enero, con 7.636 ha, la mínima se presenta con el mes

de agosto, en donde se registran 4.377 ha. Los valores de volumen total mensual y superficie total cultivada permiten obtener valores de lámina neta para la rotación, la cual afectada por el 40% de eficiencia total conduce a la obtención de la lámina bruta de la rotación, de estos valores se tiene que el máximo corresponde al mes de julio, con 436 mm y el mínimo es de 233 mm, en el mes de octubre. El balance entre la lámina bruta de la rotación y la lámina suministrada por el riego actualmente indican la existencia de un déficit durante todo el año, siendo éste más acentuado en el mes de abril, en donde el déficit es de 163 mm; el mes en que la situación es más favorable es el de septiembre, con un déficit aproximado de 6 mm.

En la Figura 6 se presenta la variación de la demanda neta en función del tiempo y en la Figura 7 el balance hídrico de la situación actual de operación del sistema.

#### Lámina neta para riego

El cálculo de las láminas netas de riego se ha realizado tomando en consideración las diferentes unidades de suelo identificadas dentro del área de influencia del sistema de riego. Así también, los valores de profundidad efectiva de los cultivos fueron tomados teniendo en cuenta informaciones bibliográficas, apoyadas por observaciones de campo. En la Tabla 21 se indican los valores de humedad aprovechable según unidades de suelo y en la Tabla 22 se presentan los valores utilizados de profundidad efectiva.

El cálculo de las láminas netas para cada unidad de suelos y cultivo se presenta en la Tabla 23. En este caso se tomó como umbral de reposición de la humedad aprovechable 75% en el plátano y 50% para los demás cultivos.

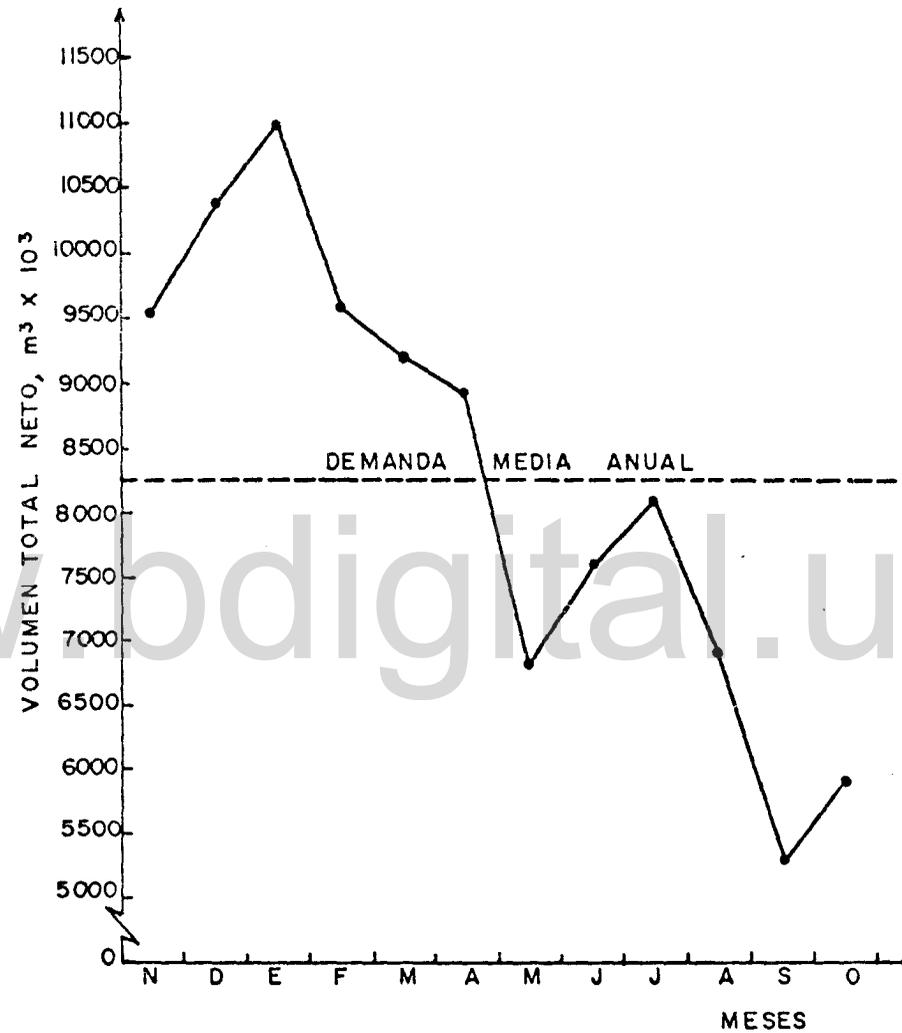


Fig. 6 Variación de la demanda en el sistema de riego.

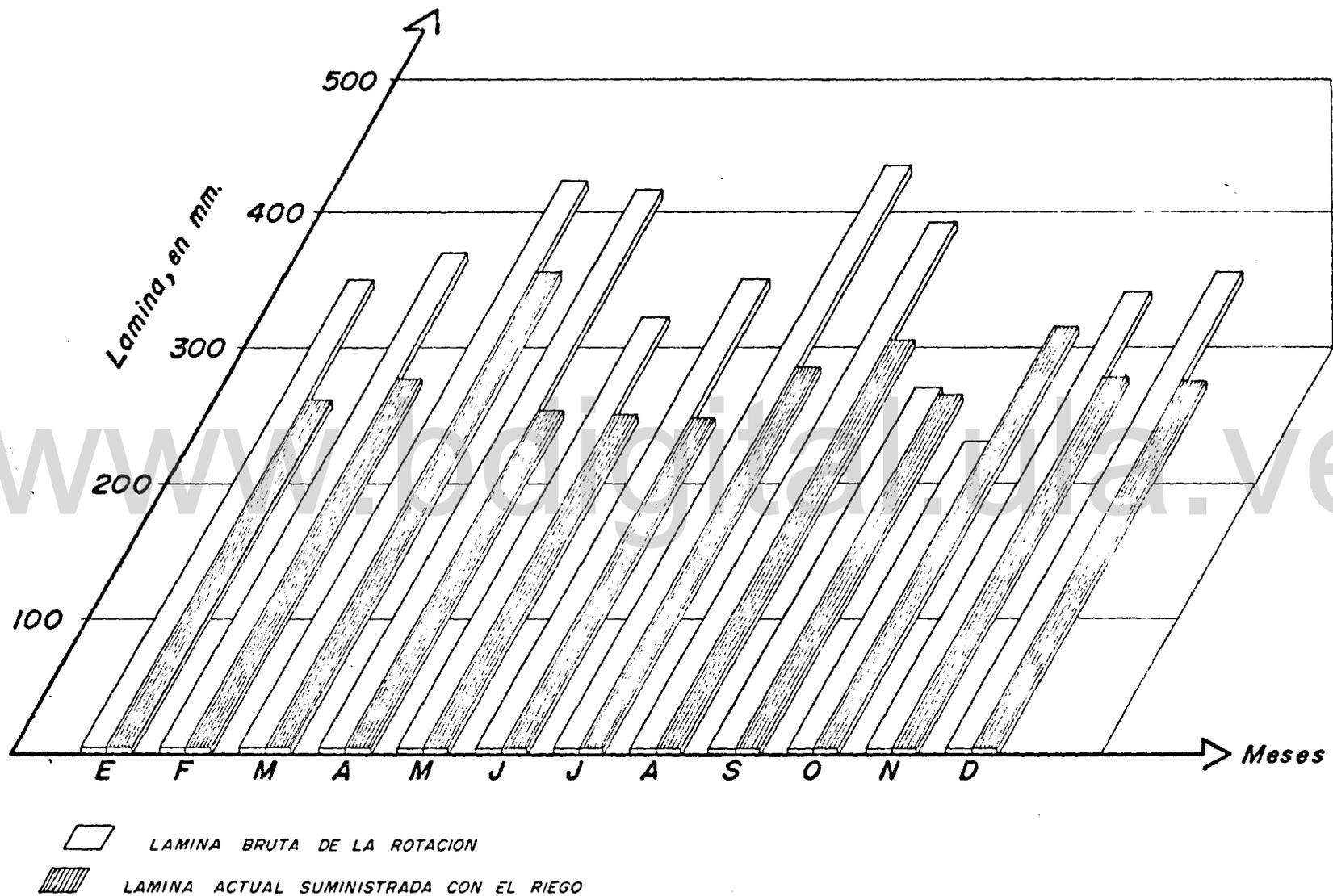


Fig. 7 Balance hídrico en la operación actual del sistema de riego.

Tabla 21. Cálculo de la humedad aprovechable: d, según unidades de suelo.

UNIDAD DE SUELO	PROFUNDIDAD , cm	HUMEDAD APROVECHABLE , mm
LJ	0-14	$(27-13) \times 10^{-2} \times 1.35 \times 140 = 26.5$
	14-40	$(22-10) \times 10^{-2} \times 1.40 \times 260 = 43.7$
	> 40	Grava
AN	0-18	$(22-10) \times 10^{-2} \times 1.40 \times 180 = 30.2$
	18-29	$(22-10) \times 10^{-2} \times 1.40 \times 110 = 18.5$
	29-48	$(22-10) \times 10^{-2} \times 1.40 \times 190 = 31.9$
	48-80	$(22-10) \times 10^{-2} \times 1.40 \times 320 = 53.8$
RT	0-24	$(27-13) \times 10^{-2} \times 1.35 \times 240 = 45.4$
	24-44	$(14-6) \times 10^{-2} \times 1.50 \times 200 = 24.0$
	44-80	$(27-13) \times 10^{-2} \times 1.35 \times 360 = 68.0$
PV	0-19	$(27-13) \times 10^{-2} \times 1.35 \times 190 = 35.9$
	19-35	$(27-13) \times 10^{-2} \times 1.35 \times 160 = 30.2$
	35-60	$(35-17) \times 10^{-2} \times 1.35 \times 250 = 60.8$
	60-86	$(27-13) \times 10^{-2} \times 1.35 \times 260 = 49.1$
	86-112	$(35-17) \times 10^{-2} \times 1.35 \times 260 = 63.2$
RP	0-20	$(35-17) \times 10^{-2} \times 1.25 \times 200 = 45.0$
	20-30	$(14-6) \times 10^{-2} \times 1.50 \times 100 = 12.0$
	30-42	$(14-6) \times 10^{-2} \times 1.50 \times 120 = 14.4$

Tabla 22 . Profundidad radical efectiva de los cultivos:P

Cultivos	Profundidad efectiva en etapa de medio ciclo cm <sup>1/</sup>	Promedio cm
Tomates	30-60	50
Melones	60-75	80
Sorgo	60-75	80
Maíz	60-120	80
Plátanos	-	120 <sup>2/</sup>
Habichuelas	60	60
Maní	45	45
Otros	-	55 <sup>3/</sup>

<sup>1/</sup> Fuente: "Requerimiento de agua para la agricultura según el clima de la República Dominicana". Documento Téc. N° 2, Dpto. de Tierras y Aguas, Secretaría de Agricultura, República Dominicana, Abril, 1979.

<sup>2/</sup> Datos estimado para este trabajo, tomando en consideración algunas observaciones de campo.

<sup>3/</sup> Promedio para varios cultivos, citados en la fuente indicada en <sup>1/</sup>.

#### Láminas netas de riego promedio ponderadas

Teniendo en cuenta que los cultivos se distribuyen en los diferentes laterales, ocupando distintas proporciones en las unidades de suelo, lo cual tiende a producir una diversidad de valores para la lámina neta y visto la necesidad de reducir las variables que inciden en este tipo de trabajo, se ha considerado necesario la obtención de una lámina neta promedio ponderada para cada cultivo en cada lateral.

Tabla 23. Cálculo de las láminas netas.

LAMINAS NETAS: dn, mm				
Cultivos	P cm	UNIDADES DE SUELO		
		RT	AN	RP
Tomates y melones	50	$(45.4+24.0+11.3)0.5=40.4$	$(30.2+18.5+31.9+3.4)0.5=42.0$	$(45.0+12.0+14.4)0.5=35.7$
y maíz y sorgo	80	$(45.4+24.0+68.0)0.5=68.7$	$(30.2+18.5+31.9+53.8)0.5=67.2$	$(45.0+12.0+14.4)0.5=35.7$
Habichuelas	60	$(45.4+24.0+30.2)0.5=49.8$	$(30.2+18.5+31.9+19.9)0.5=50.3$	$(45.0+12.0+14.4)0.5=35.7$
Maní	45	$(45.4+24.0+1.9)0.5=35.7$	$(30.2+18.5+31.9+53.8)0.5=67.2$	$(45.0+12.0+14.4)0.5=35.7$
Plátanos	120	$(45.4+24.0+68.0)0.75=103.1$	$(30.2+18.5+31.9+53.8)0.75=100.8$	$(45.0+12.0+14.4)0.75=53.6$
Otros	55	$(45.4+24.0+20.6)0.5=45.0$	$(30.2+18.5+31.9+11.7)0.5=46.2$	$(45.0+12.0+4.14)0.75=35.7$

LAMINAS NETAS: dn, mm				
Cultivos	P cm	UNIDADES DE SUELO		
		LJ	PV	
Tomates y melones	50	$(26.5+43.7)0.5=35.1$	$(35.9+30.2+35.8)0.5=51.0$	
Maíz y sorgo	80	$(26.5+43.7)0.5=35.1$	$(35.9+30.2+60.8+37.8)0.5=82.4$	
Habichuelas	60	$(26.5+43.7)0.5=35.1$	$(35.9+30.2+60.8)0.5=63.5$	
Maní	45	$(26.5+43.7)0.5=35.1$	$(35.9+30.2+24.3)0.5=45.2$	
Plátanos	120	$(26.5+43.7)0.75=52.6$	$(35.9+30.2+60.8+49.1+63.2)0.75=179.4$	
Otros	55	$(26.5+43.7)0.5=35.1$	$(35.9+30.2+46.8)0.5=58.3$	

Tabla 24. Uso de la tierra según laterales y unidades de suelo.

LATERAL	CULTIVOS	UNIDAD DE SUELO Y % *				
		RT	RP	AN	LJ	PV
No. 1	Tomates y Melones	40	15	45	-	-
	Sorgo y Maíz	40	15	45	-	-
	Habichuelas	35	35	30	-	-
	Maní	40	15	45	-	-
	Musáceas	25	-	75	-	-
	Hortícolas y otros	40	15	45	-	-
No. 2	Tomates y Melones	-	85	15	-	-
	Sorgo y Maíz	-	85	15	-	-
	Habichuelas	-	85	15	-	-
	Maní	-	85	15	-	-
	Musáceas	-	75	25	-	-
	Hortícolas y otros	-	85	15	-	-
No. 3	Todos los cultivos	-	-	-	100	-
No. 4	Todos los cultivos	-	-	100	-	-
No. 5	Tomates y Melones	-	-	80	20	-
	Sorgo y Maíz	-	-	60	40	-
	Habichuelas	-	-	60	40	-
	Maní	-	-	60	40	-
	Musáceas	-	-	100	-	-
	Hortícolas y otros	-	-	60	40	-
No. 6	Tomates y Melones	-	-	40	10	50
	Sorgo y Maíz	-	-	40	10	50
	Habichuelas	-	-	40	10	50
	Maní	-	-	40	10	50
	Musáceas	50	-	50	-	-
	Hortícolas y otros	-	-	40	10	50

\* El % representa el grado en que la superficie del cultivo considerado se difunde en las diferentes clases de suelo.

Tabla 25 . Lámina neta promedio ponderada.

LATERAL N° 1									
Cultivos	Unidades de Suelo:	RT	RP		AN		-		dn Promedio ponderada
	%*	dn**	%	dn	%	dn	-	-	
Tomates y Melones	40	40,4	15	35,7	45	42,0	-	-	40
Maíz y Sorgo	40	68,7	15	35,7	45	67,2	-	-	63
Habichuelas	35	49,8	35	35,7	30	50,3	-	-	45
Maní	40	35,7	15	35,7	45	37,7	-	-	37
Plátanos	25	103,1	-	-	75	100,8	-	-	101
Otros	40	45,0	15	35,7	45	46,2	-	-	44

LATERAL N° 2									
Cultivos	Unidades de Suelo:	RP	AN		-		-		dn Promedio ponderada
	%	dn	%	dn	-	-	-	-	
Tomates y Melones	85	35,7	15	42,0	-	-	-	-	37
Maíz y Sorgo	85	35,7	15	67,2	-	-	-	-	40
Habichuelas	85	35,7	15	50,3	-	-	-	-	38
Maní	85	35,7	15	67,2	-	-	-	-	40
Plátanos	75	53,6	25	100,8	-	-	-	-	65
Otros	85	35,7	15	46,2	-	-	-	-	37

LATERAL N° 3									
Cultivos	Unidades de Suelo:	LJ	-		-		-		dn Promedio ponderada
	%	dn	-	-	-	-	-		
Tomates y Melones	100	35,1	-	-	-	-	-	-	35
Maíz y Sorgo	100	35,1	-	-	-	-	-	-	35
Habichuelas	100	35,1	-	-	-	-	-	-	35
Maní	100	35,1	-	-	-	-	-	-	35
Plátanos	100	52,6	-	-	-	-	-	-	53
Otros	100	35,1	-	-	-	-	-	-	35

Tabla 25. (Continuación)

LATERAL N° 4									
Cultivos	Unidades de Suelo:	AN	-	-	-	-	-	-	dn Promedio ponderada
	%	dn	-	-	-	-	-	-	
Tomates y Melones	100	42,0	-	-	-	-	-	-	42
Maíz y Sorgo	100	67,2	-	-	-	-	-	-	67
Habichuelas	100	50,3	-	-	-	-	-	-	50
Maní	100	67,2	-	-	-	-	-	-	67
Plátanos	100	100,8	-	-	-	-	-	-	101
Otros	100	46,2	-	-	-	-	-	-	46

LATERAL N° 5									
Cultivos	Unidades de Suelo:	AN	LJ	-	-	-	-	-	dn Promedio ponderada
	%	dn	%	dn	-	-	-	-	
Tomates y Melones	80	42,0	20	35,1	-	-	-	-	41
Maíz y Sorgo	60	67,2	40	35,1	-	-	-	-	54
Habichuelas	60	50,3	40	35,1	-	-	-	-	44
Maní	60	67,2	40	35,1	-	-	-	-	54
Plátanos	100	100,8	-	-	-	-	-	-	101
Otros	60	46,2	40	35,1	-	-	-	-	42

LATERAL N° 6									
Cultivos	Unidades de Suelo :	RT	AN	LJ	PV	-	-	-	dn Promedio ponderada
	%	dn	%	dn	%	dn	%	dn	
Tomates y Melones	-	-	40	42,0	10	35,1	50	51,0	46
Maíz y Sorgo	-	-	40	67,2	10	35,1	50	82,4	72
Habichuelas	-	-	40	50,3	10	35,1	50	63,5	55
Maní	-	-	40	67,2	10	35,1	50	45,2	53
Plátanos	50	103,1	50	100,8	-	-	-	-	102
Otros	-	-	40	46,2	10	35,1	50	58,3	51

Tabla 26 Lámina neta promedio ponderado: Resumen\*

Cultivos	dn PROMEDIO PONDERADA, en mm						Promedio General, en mm
	Lat. N° 1	2	3	4	5	6	
Tomates y Melones	40	37	35	42	41	46	40
Maíz y Sorgo	63	40	35	67	54	72	55
Habichuelas	45	38	35	50	44	55	45
Maní	37	40	35	67	54	53	48
Plátanos	101	65	53	101	101	102	87
Otros	44	37	35	46	42	51	43

\* : Tomado de la Tabla 25

Para lograr lo expuesto, se ha tenido en cuenta el uso de la tierra según laterales y unidades de suelo, lo cual se ha realizado según muestra la Tabla 24, en la cual los valores consignados representan el por ciento o grado en que la superficie ocupada por determinado cultivo, en cada lateral, se difunde en las diferentes unidades de suelo. Esta información se ha estimado con el auxilio del estudio de suelos presentados por la S.E.A. (1981), con las estadísticas agrícolas del sistema de riego y mediante observaciones directas en el campo.

#### Láminas netas para la operación del sistema de riego

Con fines de que los resultados obtenidos en este trabajo puedan ser aplicados en la práctica de la operación del sistema de riego, resulta conveniente hacer ajustes que tiendan a reducir las múltiples variables que dificultan su fácil utilización.

En este sentido los valores obtenidos para lámina neta, presentados en la Tabla 26 , se agrupan de acuerdo a su similitud en tres grupos a fin de utilizar tres láminas en el plan de operación propuesto. Así, en la Tabla 27 , se detallan los grupos de cultivos y las láminas netas para la operación del sistema de riego.

Tabla 27 . Láminas netas para la operación del sistema de riego.

Grupo de Cultivos	Dn Promedio General mm	dn para la operación, en mm
Tomates y Melones.	40	
1 Habichuelas	45	45
Maní	48	
Otros	43	
2 Maíz y Sorgo	55	60
3 Plátanos	87	90

#### Intervalos de riego

Para la determinación de los intervalos de riego de los cultivos se partió de la representación gráfica de la lámina promedio ponderada,  $L_{pp}$ , en mm acumulada, tomada de la Tabla 20 , en función del tiempo, interceptada desde la ordenada por la lámina neta para la operación del sistema, tomada de la Tabla 27 , y desde este punto hasta la abscisa; obteniéndose así el calendario de riego de cada cultivo y su intervalo promedio.

En la Figura 8 expuesta a continuación y en el Apéndice B se presentan las curvas de demanda acumulada de los cultivos considerados. Como podrá observarse en estas curvas, los cultivos con épocas de siembra indefinida

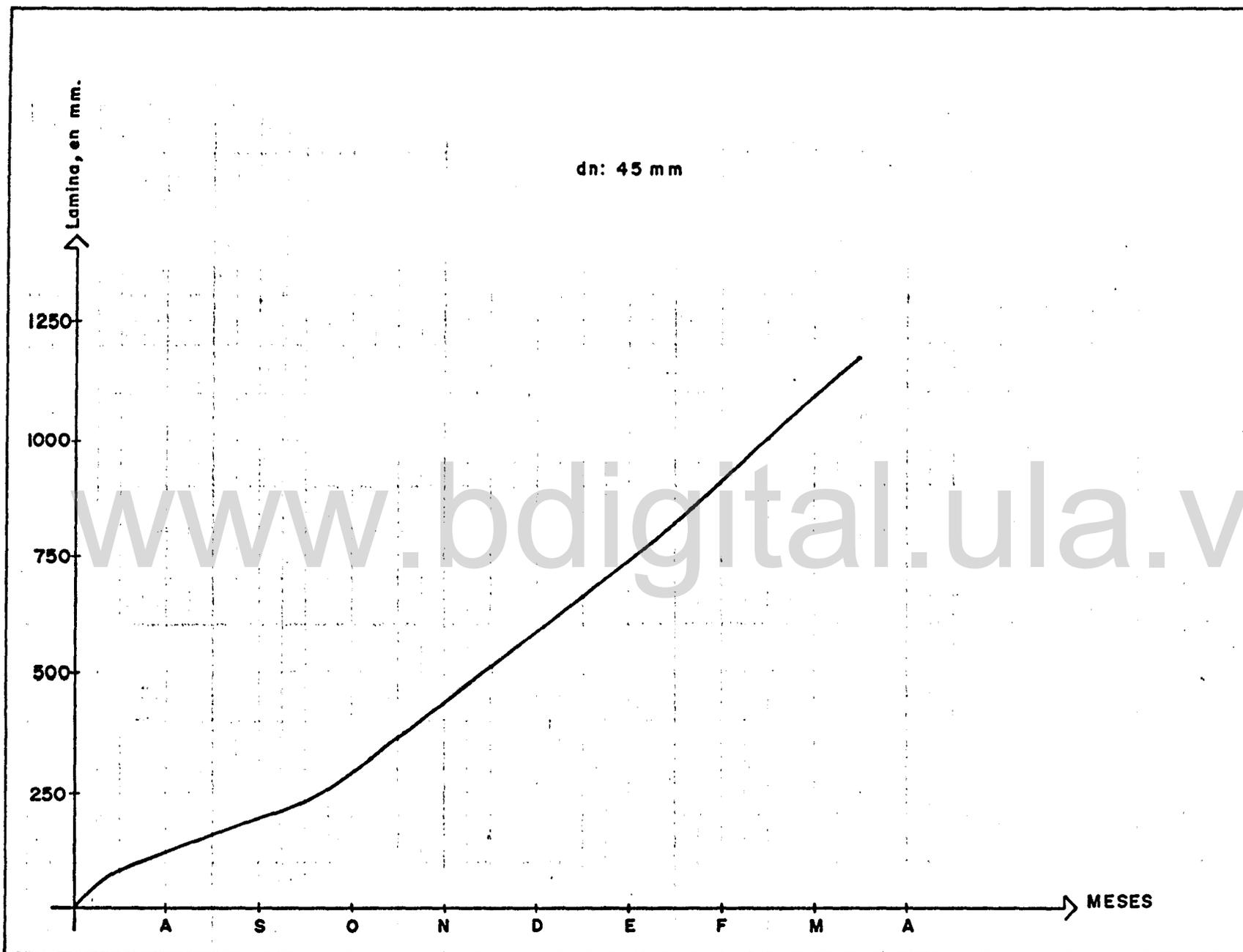


Figura 8. Curva de demanda acumulada, tomates y melones.

y que permanecen gran parte del año ocupando las áreas a servir por el riego, presentan valores acumulados en forma continua durante todo el período, lo cual no significa que posean ciclo vegetativo de duración similar al tiempo utilizado al acumular los valores de la Lpp. En cambio, sí debe entenderse que durante el tiempo indicado y debido a la desuniformidad de las siembras, coexistan en el mismo lateral o sector varias etapas del ciclo vegetativo del cultivo considerado.

En la Tabla 28, mostrada a continuación y en el Apéndice B se presentan los calendarios de riego de los cultivos y el intervalo promedio de riego.

Tabla 28. Calendario de riego para tomates y melones.

Número Riegos	Lámina Acumulada mm	Fecha* Día - Mes	Intervalo* Días
1	45	7-A	-
2	90	19-A	12
3	135	7-S	18
4	180	24-S	17
5	225	10-O	16
6	270	22-O	12
7	315	3-N	11
8	360	12-N	9
9	405	22-N	10
10	450	2-D	10
11	495	11-D	9
12	540	21-D	10
13	585	30-D	9
14	630	9-E	9
15	675	18-E	9
16	720	26-E	8
17	765	5-F	9
18	810	14-F	9
19	855	21-F	7
20	900	28-F	7
21	945	5-M	7
22	990	12-M	7
23	1035	19-M	7
24	1080	27-M	8
25	1125	5-A	8
26	1170	14-A	14

\* Obtenido de Fig. 8  
Intervalo promedio: 10 días

### Intervalos de riego para la operación del sistema de riego

Atendiendo a las mismas razones planteadas anteriormente al agrupar las diferentes láminas de riego obtenidas para los cultivos, en este caso también se agrupan los intervalos de riego deducidos a través de las curvas de demanda acumulada de los cultivos y las láminas netas para riego. En la Tabla 29 se presentan los intervalos de riego obtenidos para los cultivos y se agrupan en valores prácticos para la operación del sistema.

Tabla 29 . Intervalos de riego para la operación del sistema.

Grupos de cultivos	Intervalos promedio, días	Intervalo para la operación, días
1º Tomates y Melones	10	10
Habichuelas	12	
Maní	10	
Otros	10	
2º Maíz y Sorgo	13	15
Plátanos	14	

### Eficiencias

Las eficiencias para la operación del sistema de riego fueron asumidas. Para el caso de la eficiencia parcelaria se consideró en 50%; para la elección de este valor se tomaron en consideración algunas experiencias prácticas locales que inducen a estimar que este valor puede ser alcanzado a corto plazo; así como por el interés de mantener desde el inicio de estos trabajos aportes reducidos a las áreas irrigadas, con fines de evitar recargas que eleven los niveles freáticos y compliquen los problemas de drenaje exis -

tentes. También, con miras a crear conciencia sobre la necesidad de evitar hábitos que contribuyan a promover el uso excesivo e inadecuado del agua de riego a nivel parcelario. La eficiencia de conducción se estimó en 80%, atendiendo a que los canales principales y secundarios son revestidos, aunque se mantienen con gran cantidad de sedimentos y malezas.

### Láminas totales

Al afectar las láminas netas obtenidas para la operación del sistema de riego por la eficiencia parcelaria, se obtuvieron las láminas brutas para cada cultivo, las cuales se detallan en la Tabla 30.

Tabla 30 Láminas brutas de los cultivos.

Grupos de Cultivos	dn para la operación mm	Lámina bruta, db mm
Tomates y Melones		
1 Habichuelas	45	90
Maní		
Otros		
2 Maíz y Sorgo	60	120
3 Plátanos	90	180

### Calendario de operación de los laterales

Tal como se expuso en el Capítulo III y en el Capítulo IV, se han identificado dos períodos diferentes en la práctica agrícola del valle, razón por la cual se presentará la operación de los laterales para esas situaciones, tomando como información los datos correspondientes al mes más crítico en cada

caso: enero, para la situación "Otoño-Invierno" y julio, para la situación "Primavera-Verano".

### Caudales necesarios

El cálculo de los caudales necesarios o el tiempo que dura el riego en la parcela se realizó para los dos períodos del año considerados y teniendo en cuenta la operación con entrega de agua a los usuarios por caudal continuo y por rotación, tal como se explica en el Capítulo II.

#### Período "Otoño-Invierno"

El cálculo de los caudales o los tiempos que dura el riego en la parcela, según el método de entrega utilizado, se presenta para los diferentes cultivos y laterales en las Tablas 31 y 32, así como en el Apéndice C.

#### Período "Primavera-Verano"

En este caso, igual que en el descrito anteriormente, el cálculo de caudales o tiempos de riego, según el método de entrega utilizado, se presentan para los diferentes cultivos y laterales en las Tablas 33 y 34; así como en el Apéndice C.

En la Tabla 31 se presentan los caudales a conducir en los diferentes laterales para satisfacer la demanda de los cultivos, durante el período "Otoño-Invierno", cuando la entrega de agua a los usuarios se realiza por caudal continuo. En este caso puede observarse que por limitaciones de capacidad de diseño el lateral 1 solamente podrá operar en jornadas de 24 horas/día, con caudal de 3.056 l/seg.

El lateral 2 podrá operar a caudal continuo en jornadas de 12, 15 y 24 horas/días con caudales de 2.169; 1.735 y 1.085 l/seg respectivamente.

Tabla 31 . Período "Otoño - Invierno": Operación por Caudal Continuo.  
Lateral No. 1

Caudal de diseño : 3,770 l/seg.

Cultivos	Ac en ha.	db en mm.	lr en días	Q cult. en l/seg.			
				8 hrs	12 hrs	15hrs	24hrs
Tomates y Melones	1,377.0	90	10	4,307	2,871	2,297	1,436
Maiz y Sorgo	64.2	120	15	178	119	95	59
Habichuelas	174.1	90	10	544	363	290	181
Mani	54.7	90	10	171	114	91	57
Platanos	283.0	180	15	1,180	787	629	393
Otros	305.9	90	10	957	638	510	319
	2,258.9	Q cult. total....		7,337	4,892	3,912	2,445
		Q en tomalateral...		9,171	6,115	4,890	3,056

Lateral No. 2

Caudal de diseño : 2,340 l/seg

Cultivos	Ac en ha	db en mm.	lr en días	Q cult. en l/seg.			
				8 hrs	12 hrs	15hrs	24hrs
Tomates y Melones	544.2	90	10	1,702	1,135	908	567
Maiz y Sorgo	150.6	120	15	419	279	223	140
Habichuelas	37.9	90	10	119	79	63	40
Mani	-	-	-	-	-	-	-
Platanos	31.8	180	15	133	88	71	44
Otros	73.9	90	10	231	154	133	77
	888.4	Q cult. total. . . . .		2,604	1,735	1,388	868
		Q en toma lateral...		3,255	2,169	1,735	1,085

Tabla 32 . Período "Otoño - Invierno": Operación por Rotación.

Lateral No. 1

Caudal de diseño : 3,770 l/seg

Caudal Modulo (Qm) 3,500 l/seg.

Cultivos	Ac en ha.	db en mm	Ci	tr en hrs.-
Tomates y Melones	1,377.0	90	1.00	98.4
Maiz y Sorgo	64.2	120	0.67	4.1
Habichuelas	174.1	90	1.00	12.4
Mani	54.7	90	1.00	3.9
Platanos	283.0	180	0.67	27.1
Otros	305.9	90	1.0	21.9
	2,258.9	tr total, horas.....		167.8

7 días

Lateral No. 2

Caudal de diseño : 2,340 l/seg

Caudal Modulo (Qm) 2,000 l/seg.

Cultivos	Ac en ha	db en mm	Ci	tr en hrs
Tomates y Melones	544.2	90	1.00	68.1
Maiz y Sorgo	150.6	120	0.67	16.8
Habichuelas	37.9	90	1.00	4.7
Mani	-	-	-	-
Platanos	31.8	180	0.67	5.3
Otros	73.9	90	1.00	9.2
	888.4	tr total, hrs.....		104.1

5 días

El lateral 3 podrá operar a caudal continuo en jornadas de 8, 12, 15 y 24 horas/día, con caudales de 451; 302; 241 y 150 l/seg respectivamente.

El lateral 4 podrá operar a caudal continuo en jornadas de 12, 15 y 24 horas día, con gastos de 2.900; 2.320 y 1.450 l/seg respectivamente.

El lateral 5 solamente podrá operar a caudal continuo en jornada de 24 horas/día, con 1.488 l/seg, pues su capacidad le impide operar a caudal continuo en menos tiempo.

El lateral 6 está capacitado para operar en condiciones de caudales continuos de 5.546; 4.436 y 2.774 l/seg durante jornadas de 12, 15 y 24 horas/día respectivamente.

En la Tabla 32 se dan a conocer las informaciones básica utilizadas durante el período "Otoño-Invierno" para el cálculo del tiempo que dura el riego en cada cultivo o grupo de cultivos, irrigados mediante entrega de agua a los usuarios por rotación de los diferentes laterales que componen el sistema de riego.

En la indicada tabla se observa que cuando se utiliza entrega de agua por rotación el lateral 1 requiere 7 días operando durante 24 horas/día, con un caudal  $Q_m$ , de 3.500 l/seg. Como el intervalo de riego menor en el área irrigada es de 10 días, podrá mantenerse durante tres días fuera de operación, hasta iniciar nuevamente el siguiente turno; o sea, hasta el onceavo día.

El lateral 2 operará 5 días consecutivos, en jornadas de 24 horas/día con caudal,  $Q_m$ , de 2.000 l/seg. Los 5 días restantes se mantendrá fuera de operación hasta el inicio de un nuevo turno.

El lateral 3 requerirá 3 días operando con caudal,  $Q_m$ , de 500 l/seg durante jornadas de 24 horas/día. Permanecerá 7 días fuera de operación hasta entrar nuevamente en turno.

El lateral 4 deberá permanecer 6 días operando, en jornadas de 24 horas/día, con caudal,  $Q_m$ , de 2.500 l/seg. Los 4 días restantes permanecerá fuera de operación hasta el inicio de un nuevo turno.

El lateral 5 funcionará continuamente con un caudal,  $Q_m$ , de 1.200 l/seg, durante 24 horas/día, ya que el tiempo requerido para completar la irrigación de los cultivos en cada turno será de 10 días, lo cual corresponde con el intervalo de riego mínimo existente entre los cultivos irrigados por el sistema de riego. Al término del décimo día deberá completarse el riego de toda el área irrigada por el lateral 5; el día siguiente, o sea, el onceavo día, se iniciará un nuevo turno, con la irrigación de las tierras servidas al inicio del turno anterior (las que se irrigarán al inicio de cada turno).

El lateral 6 requerirá ser operado con caudal,  $Q_m$  de 4.000 l/seg durante 6 días consecutivos, en jornadas de 24 horas/día. El séptimo día saldrá de operación, manteniéndose en esta situación durante cuatro días, hasta el inicio de un nuevo turno.

En la Tabla 33 se consignan los caudales con que deben ser operados los diferentes laterales durante el período "Primavera-Verano", cuando la entrega de agua a los usuarios se efectúe mediante flujo continuo.

Podrá observarse en este caso que el lateral 1 podrá ser operado con caudales continuos de 3.189; 2.550 y 1.595 l/seg en jornadas de 12, 15 y 24 horas/día respectivamente.

El lateral 2 podrá operarse con caudales continuos de 1.918; 1.279; 1.024 y 639 l/seg, en jornadas de 8, 12, 15 y 24 horas respectivamente.

En cuanto al lateral 3, éste podrá ser operado con caudales continuos de 346; 231; 186 y 116 l/seg en jornadas de 8, 12, 15 y 24 horas/día, respectivamente.

Tabla 33 Período "Primavera - Verano": Operación por Caudal Continuo.

Lateral No. 1

Caudal de diseño : 3,770 l/seg

Cultivos	Ac en ha.	db en mm.	lr en días	Q cult. en l/seg.			
				8 hrs	12 hrs	15hrs	24hrs
Tomates y Melones	-	-	-	-	-	-	-
Maiz y Sorgo	598.5	120	15	1,664	1,109	887	555
Habichuelas	-	-	-	-	-	-	-
Mani	-	-	-	-	-	-	-
Platanos	283.0	180	15	1,180	787	629	393
Otros	314.4	90	10	983	655	524	328
	1,195.9	Q cult. total...		3,827	2,551	2,040	1,276
		Q en toma lateral...		4,659	3,189	2,550	1,595

Lateral N° 2

Caudal de diseño : 2,340 l/seg

Cultivos	Ac en ha	db en mm.	lr en días	Q cult. en l/seg.			
				8 hrs	12 hrs	15hrs	24hrs
Tomates y Melones	-	-	-	-	-	-	-
Maiz y Sorgo	253.5	120	15	705	470	376	235
Habichuelas	-	-	-	-	-	-	-
Mani	17.7	90	10	55	37	30	18
Platanos	81.8	180	15	341	227	182	114
Otros	138.4	90	10	433	289	231	144
	491.4	Q cult. total... ..		1,534	1,023	819	511
		Q en toma lateral...		1,918	1,279	1,024	639

El lateral 4 requerirá ser operado con caudales continuos de 2.068; 1.991 y 1.035 l/seg en jornadas de 12, 15 y 24 horas/día respectivamente.

El lateral 5 sólo podrá operar en jornadas de 15 y 24 horas/día, con caudales continuos de 1.443 y 903 l/seg respectivamente.

La operación por caudal continuo en el lateral 6 podrá efectuarse para jornadas de 8, 12, 15 y 24 horas/día, con caudales continuos de 5.904; 3.149 y 1.968 l/seg respectivamente.

Los valores utilizados para el cálculo del tiempo que dura el riego en las tierras irrigadas por cada lateral cuando la entrega de agua a los usuarios se realiza por rotación, durante el período "Primavera-Verano", se presenta en la Tabla 34 .

En la indicada tabla se observa que el lateral 1 requerirá operarse con caudal,  $Q_m$ , de 3.000 l/seg en jornadas de 24 horas/día, durante 5 de cada 10 días. Luego se mantendrá fuera de operación por un período de 5 días, hasta iniciar un nuevo turno.

El lateral 2, operará durante 4 días con un caudal módulo,  $Q_m$ , de 1.500 l/seg durante 24 horas/día. Los 6 días restantes se mantendrá fuera de operación hasta iniciar un nuevo turno.

El lateral 3 requerirá mantenerse en operación con caudal de 400 l/seg en jornadas de 24 horas/día durante 3 días consecutivos. Luego se mantendrá fuera de operación durante los 7 días restantes hasta el inicio de un nuevo turno.

El lateral 4 operará en jornadas de 24 horas/día, durante cuatro días consecutivos, manteniendo un caudal,  $Q_m$ , de 2.000 l/seg. Concluido el cuarto día saldrá de operación durante seis días, hasta el inicio de un nuevo turno.

Tabla 34 . Período "Primavera-Verano": Operación por Rotación

a) Lateral No. 1

Caudal de diseño : 3,770 l/seg  
Caudal Modulo (Qm) 3,000 l/seg

Cultivos	Ac en ha.	db en mm	Ci	tr en hrs..
Tomates y Melones	-	-	-	-
Maíz y Sorgo	598.5	120	0.67	44.6
Habichuelas	-	-	-	-
Mani	-	-	-	-
Platanos	283.0	180	0.67	31.6
Otros	314.4	90	1.00	26.2
	1,195.9	tr total, horas.....		102.4

5 días

www.bdigital.ula.ve

Lateral No. 2

b) Caudal de diseño : 2,340 l/seg  
Caudal Modulo (Qm) 1,500 l/seg

Cultivos	Ac en ha	db en mm	Ci	tr en hrs
Tomates y Melones	-	-	-	-
Maíz y Sorgo	253.5	120	0.67	37.8
Habichuelas	-	-	-	-
Mani	17.7	90	1.00	3.0
Platanos	81.8	180	0.67	18.3
Otros	138.4	90	1.00	23.1
	491.4	tr total, hrs.....		82.1

4 días

La operación del lateral 5 en este período requerirá mantenerlo con un caudal,  $Q_m$ , de 1.200 l/seg durante 6 días consecutivos y jornadas de 24 horas/día. Transcurrido este tiempo, saldrá de operación por 4 días hasta iniciar un nuevo turno.

El lateral 6 se operará durante 3 días consecutivos con un caudal,  $Q_m$  de 4.000 l/seg en jornadas de 24 horas/día. Luego se mantendrá 7 días fuera de operación hasta el inicio de un nuevo turno.

En la Tabla 35 se presenta un resumen de los valores de caudales y tiempo que permanece cada lateral en operación, obtenidos para los dos períodos considerados.

En la Tabla 36 se presenta el calendario de operación de los laterales cuando la entrega de agua a los usuarios es por rotación.

En la Tabla 36 se presenta una de las alternativas posibles, analizadas para determinar el caudal a derivar por el canal principal, en función de los caudales módulos que conducirán los diferentes laterales que operan simultáneamente en cada rotación durante el período "Otono-Invierno".

En esta situación, cuando la entrega de agua a los usuarios se realiza mediante rotación, el caudal en el canal principal deberá sufrir grandes variaciones, debido a la entrada o salida de operación de los diferentes laterales. Así, una vez esté establecida la rotación, cada diez días, habrá la necesidad de conducir 13.200 l/seg durante un día en el canal principal; al día siguiente se reducirá el flujo a 11.200 l/seg, manteniéndose durante un día; luego se llevará a 7.200 l/seg y se mantendrá este caudal durante cuatro días consecutivos, al término de los cuales se aumentará hasta 10.700 l/seg durante 1 día; finalmente, se reducirá a 7.700 l/seg durante tres días consecutivos hasta iniciar nuevamente el ciclo.

En la tabla 37 se presenta una de las alternativas analizadas para determinar el caudal que debe conducir el canal principal, para suplir los caudales necesarios en los diferentes laterales que operarán sumultáneamente en cada turno, durante el período "Primavera-Verano".

Tabla 35 . Caudales y tiempos en la operación de los laterales.

Período	Laterales	Caudal Continuo en l/seg <u>1/</u>	Rotación	
			Qm	t
Primavera	1	3.056	3.500	7
	2	1.085	2.000	5
	3	150	500	3
Verano	4	1.450	2.500	6
	5	1.488	1.200	10
	6	2.774	4.000	6
Otoño- Invierno	1	1.595	3.000	5
	2	639	1.500	4
	3	639	400	3
	4	1.035	2.000	4
	5	903	1.200	6
	6	1.968	4.000	3

1/ Jornada de riego de 24 horas

2/ Caudal módulo, en l/seg

3/ Tiempo que dura el lateral en operación, en días.

Igual que en el caso anterior, en esta oportunidad habrá necesidad de operar con grandes variaciones de caudal en el canal, debido a la entrada o salida de operación de los diferentes laterales. De manera tal que, una vez esté establecida la rotación, habrá necesidad de operar durante tres días consecutivos con 7.000 l/seg, al término de los cuales se reducirá durante dos días a 4.200 l/seg; luego se aumentará a 5.100 l/seg durante tres días conse-

Tabla 36 Período "Otoño-Invierno". Entrega de agua a los usuarios por rotación.

DIAS DEL MES	CAUDALES DE OPERACION, EN l/Seg.						CANAL PRINCIPAL
	LATERALES						
	1	2	3	4	5	6	
1	3,500			2,500	1,200		7,200
2	3,500			2,500	1,200		7,200
3	3,500			2,500	1,200		7,200
4	3,500			2,500	1,200		7,200
5	3,500			2,500	1,200		7,200
6	3,500			2,500	1,200		7,200
7	3,500	2,000			1,200	4,000	10,700
8		2,000	500		1,200	4,000	7,700
9		2,000	500		1,200	4,000	7,700
10		2,000	500		1,200	4,000	7,700
11	3,500	2,000		2,500	1,200	4,000	13,200
12	3,500			2,500	1,200	4,000	11,200
13	3,500			2,500	1,200		7,200
14	3,500			2,500	1,200		7,200
15	3,500			2,500	1,200		7,200
16	3,500			2,500	1,200		7,200
17	3,500	2,000			1,200	4,000	10,700
18		2,000	500		1,200	4,000	7,700
19		2,000	500		1,200	4,000	7,700
20		2,000	500		1,200	4,000	7,700
21	3,500	2,000		2,500	1,200	4,000	13,200
22	3,500			2,500	1,200	4,000	11,200
23	3,500			2,500	1,200		7,200
24	3,500			2,500	1,200		7,200
25	3,500			2,500	1,200		7,200
26	3,500			2,500	1,200		7,200
27	3,500	2,000			1,200	4,000	10,700
28		2,000	500		1,500	4,000	7,700
29		2,000	500		1,200	4,000	7,700
30		2,000	500		1,200	4,000	7,700
31	3,500	2,000		2,500	1,200	4,000	13,200

Tabla 37 Período "Primavera-Verano". Entrega de agua a los usuarios por totaci

DIAS DEL MES	CAUDALES DE OPERACION, EN l/seg						
	LATERALES						CANAL PRINCIPAL
	1	2	3	4	5	6	
1	3,000					4,000	7,000
2	3,000					4,000	7,000
3	3,000					4,000	7,000
4	3,000				1,200		4,200
5	3,000				1,200		4,200
6		1,500	400	2,000	1,200		5,100
7		1,500	400	2,000	1,200		5,100
8		1,500	400	2,000	1,200		5,100
9		1,500		2,000	1,200		4,700
10	-	-	-	-	-	-	-
11	3,000					4,000	7,000
12	3,000					4,000	7,000
13	3,000					4,000	7,000
14	3,000				1,200		4,200
15	3,000				1,200		4,200
16		1,500	400	2,000	1,200		5,100
17		1,500	400	2,000	1,200		5,100
18		1,500	400	2,000	1,200		5,100
19		1,500		2,000	1,200		4,700
20	-	-	-	-	-	-	-
21	3,000					4,000	7,000
22	3,000					4,000	7,000
23	3,000					4,000	7,000
24	3,000				1,200		4,200
25	3,000				1,200		4,200
26		1,500	400	2,000	1,200		5,100
27		1,500	400	2,000	1,200		5,100
28		1,500	400	2,000	1,200		5,100
29		1,500		2,000	1,200		4,700
30	-	-	-	-	-	-	-
31	3,000					4,000	7,000

cutivos, y finalmente se reducirá el flujo a 4.700 l/seg durante un día; el décimo día permanecerá cerrado el canal, siendo este el momento oportuno de realizar labores de mantenimiento al canal principal.

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

## CAPITULO VII

### EJECUCION DEL PLAN DE OPERACION

La ejecución del plan de operaciones requiere del mejoramiento y completamiento del sistema de riego y drenaje, como paso previo e indispensable al logro de una mayor conducción, distribución y uso de las aguas de riego.

#### Mejoramiento de la infraestructura de riego

El inventario de obras realizado en el sistema de riego, así como la revisión de los planos del proyecto y el conocimiento de la situación actual de la operación, permiten plantear las mejoras que se indican en la Tabla 38 y en las exposiciones que le siguen.

Por otro lado, existen grandes problemas con la operación y conservación del sistema de riego, debido al alto grado de sedimentación y al material grueso acumulado en todo el espacio destinado a las aguas de la derivadora de Tábara Abajo. Lo que obliga a que las aguas conducidas por el Arroyo Tábara sean derivadas directamente al canal sin antes producirse la sedimentación natural en el lago de la derivadora, ocurriendo esto entonces en toda la red de distribución.

Esta situación requiere ser normalizada, para lo cual será necesario rehabilitar esta obra, especialmente en lo que respecta a la remoción del material acumulado aguas arriba del dique y verterlo a una posición aguas abajo.

Además, el mecanismo de elevación del desarenador de la obra de toma debe ser rehabilitado y comunicarse a la red del tendido eléctrico que sirve al poblado de Tábara Abajo.

Tabla 38. Mejoramiento de la red de conducción y distribución

OBRAS	OBRAS A REHABILITAR			OBRAS A CONSTRUIR			OBSERVACIONES
	Cantidad	Localiz. <sup>1/</sup>	Tipo	Cantidad	Localiz.	Tipo	
1. Canal principal							
Dique derivador	1	0.0	-	-	-	-	Desazolve
Desarenador	1	0.0	-	-	-	-	Reparar mecanismo de elevación.
Paso aguas	1	1232	-	2	1257	-	-
2. Lateral 1					2326		
Cuaternario 1 (Terciario 2)	-	-	-	1	920	100 l/seg.	Revestir 1.0 km.
3. Lateral 2							
Terciario 1 y 2	-	-	-	2	0.0	100 l/seg.	Revestir 2.0 km
Puente	-	-	-	2	120	4m ancho	En terciario 3
					280	3m largo	
4. Lateral 4	-	-	-	1	657+07	500 l/seg	Prolongar 2.4 km
Tomas de terciario	-	-	-	4	-	100 l/seg	En prolongación
5. Lateral 5	-	-	-	1	900	500 l/seg	Prolongar 0.9 km
Tomas terciario	-	-	-	2	-	250 l/seg	-
6. Lateral 6							
Terciario 1							Canal H.C.
Toma terciario 1	-	-	-	1	285	2 m <sup>3</sup> /seg	-
Toma Cuaternario 1	-	-	-	1	1	200 l/seg	-
" " 15	-	-	-	1	477	100 l/seg	-
" " 16	-	-	-	1	478	100 l/seg	-
" " 17	-	-	-	1	478	100 l/seg	-
" " 29	-	-	-	1	698	100 l/seg	-
" " 30	-	-	-	1	703	100 l/seg	-
Tanquilla	-	-	-	1	777	100 l/seg	-
Toma cuaternario 42	1	830	100 l/seg	-	-	-	Falta la hoja compuerta
" " 43	1	841	100 l/seg	-	-	-	" " "

Tabla 38 (Continuación)

OBRAS	OBRAS A REHABILITAR			OBRAS A CONSTRUIR			OBSERVACIONES
	Cantidad	Localiz. <sup>1/</sup>	Tipo	Cantidad	Localiz.	Tipo	
Toma cuaternario 44	1	861	100 l/seg	-	-	-	Falta la hoja compuerta
" " 45	1	867	100 l/seg	-	-	-	" " "
" " 46	1	876	100 l/seg	-	-	-	" " "
" " 47	1	890	100 "	-	-	-	" " "
" " 48	1	894	100 "	-	-	-	" " "
" " 49	1	900	100 "	-	-	-	" " "
" " 50	1	920	100 "	-	-	-	" " "
Cuaternario 1	1	1	200 "	-	-	-	" " "
" 18	1	478	100 "	-	-	-	" " "
Terciario 3	-	-	-	1	575	200 l/seg	Construir 1.8 km.
Compuertas	-	-	-	2	-	100 "	-
Terciario 4	-	-	-	1	781	200 "	Construir 1.0 km.
Marg. derecha	-	-	-	2	-	100 "	-
Compuertas	-	-	-	-	-	-	-
Terciario 5	-	-	-	1	781	300 "	Construir 2.0 km.
Marg. izquierda	-	-	-	3	-	100 "	-
Compuertas	-	-	-	1	120	200 "	-
Alcantarilla	-	-	-	-	-	-	-
Terciario 6	-	-	-	1	898	200 "	Construir 1.750 km.
Compuertas	-	-	-	2	-	100 "	-
Terciario 7	-	-	-	1	930	200 "	Construir 1.3 km.
Compuertas	-	-	-	2	-	100 "	-
Terciario 8	-	-	-	1	1034	200 "	Construir 0.8 m.
Compuertas	-	-	-	1	-	100 "	-
Terciario 9	-	-	-	1	1142	100 "	Construir 0.76 km.
Compuertas	-	-	-	1	-	100 "	-
Terciario 10	-	-	-	1	1285	100 "	Construir 0.40 km
Compuertas	-	-	-	1	-	100 "	-

<sup>1/</sup> : Estaciones de 10 metros

Así, también, tal como se señala en la Tabla 38, se requiere completar la red de distribución a nivel de terciarios y cuaternarios, para lo cual será necesario construir unos 16.11 km de canales, según se detalla a continuación:

#### Lateral 1

Se requiere construir el cuaternario 1 del terciario 2, partiendo de la estación 920 + 00 del terciario; con una longitud de 1 km, revestido y 100 l/seg de capacidad.

#### Lateral 2

Revestimiento de los terciarios 1 y 2, en una longitud total de 2 km. Además, construcción de dos puentes de 4 m de ancho por 3 de largo en el terciario 3.

#### Lateral 4

Construir la prolongación de 2.4 km del propio lateral a partir de la Estación 657 + 07, para 500 l/seg. En dicha prolongación se instalarían 4 tomas de 100 l/seg cada una.

#### Lateral 5

Prolongar el lateral en una longitud de 900 m a partir de la Estación 900, para una capacidad de 500 l/seg e instalar en el nuevo tramo dos tomas de terciarios de 250 l/seg cada una, con sendos tramos de canales revestidos de 1 km de longitud.

#### Lateral 6

En este lateral se contemplan acciones que incluyen la construcción

de terciarios y cuaternarios, tomas de terciarios y cuaternarios, una tanquilla, una alcantarilla y reparaciones varias.

Se construirán los terciarios 3,4,5,6,7,8,9 y 10 cuyas longitudes ha cen un total de 9,85 km.

Considerando la dependencia y el funcionamiento actual del Canal Hernán Cortés, a partir de su intersección con el lateral se ha tratado como si fuera un terciario de dicho lateral.

El estacionamiento para la localización de las obras está referido a la cabecera del componente del sistema de riego del que dependen.

### Construcción y adecuación de drenes

La evacuación de los excesos del agua de riego y de lluvias requiere, además de los drenes colectores existentes, la construcción de la red parcelaria de drenajes, para lo cual ya existe una red de pozos de observación de los niveles freáticos, instalados en cuadrícula de 500 x 500 m, lo que ha permitido registrar información para su trazado y diseño.

También, será necesario mantener un estricto programa de limpieza en los 41,12 km de colectores de drenaje ya existentes, a fin de garantizar el adecuado funcionamiento de la red de drenajes parcelarios.

### Mejoramiento de suelos salinos

La situación de mal drenaje existente en el área del sistema de riego ha dado origen a que algunos sectores presenten problemas de salinidad. Se estima que existen unas 2.800 ha con problemas de salinidad, localizadas principalmente en áreas bajo la administración de la Reforma Agraria, tales como:

- Proyecto 4, afectado en un 40%
- Proyecto 12, afectado en un 50%
- Finca 3, afectado en un 70%
- Finca 1, afectado en un 35%
- Finca 2, afectado en un 10%
- Finca 6, afectado en un 60%

Esta situación requiere que se inicien acciones orientadas al mejoramiento de las condiciones actuales de estos suelos, a fin de dar el mejor uso a los recursos naturales con que cuenta el sistema de riego.

### Adecuación de tierras para el riego

La puesta en práctica de un plan de mejoramiento de la operación del sistema de riego exige que se inicien de inmediato acciones encaminadas a mejorar la eficiencia de aplicación del agua en las parcelas; en este sentido, este trabajo plantea la necesidad de poner en marcha un plan de adecuación de tierras para el riego, el cual debe comprender las etapas siguientes:

1. Recolección y revisión de toda la información básica existente sobre los suelos, trazado de la red de riego y drenaje, localización de las obras y otros aspectos de interés al desarrollo de las tierras para el riego.
2. Complementación o ampliación en el detalle requerido de los estudios básicos, necesarios a los trabajos de adecuación de tierras para riego.
3. Formulación de un proyecto de adecuación de tierras para el riego que incluya:
  - a) Redefinición del trazado de la red de riego y drenaje a nivel de los predios.
  - b) Mejoramiento y construcción de bermas.

- c) Caminos de acceso a los predios y caminos internos.
- d) Nivelación y/o emparejamiento de las tierras a irrigar.
- e) Zonificación de cultivos e identificación de restricciones a la práctica de determinadas cosechas en toda la superficie irrigada por el sistema de riego.
- f) Trazado y longitud de surcos, melgas y otros métodos de aplicación del agua para el riego.
- g) Evaluación de los métodos de riego.

### Organización para la Operación

#### Sectores de Riego

Con la finalidad de organizar y ejecutar la operación del sistema YSURA, se ha dividido su área en unidades operacionales o sectores de riego, controlados por Distribuidores de Agua, bajo la supervisión de un Inspector de Riego, a las órdenes del Ingeniero Encargado de Operaciones.

Teniendo en cuenta las limitaciones y dificultades de la actual sectorización, así como la reducida disponibilidad de personal y otras limitaciones, se presenta una nueva distribución de los sectores de riego con el propósito de facilitar y racionalizar el trabajo de la operación en el sistema.

Para delimitar los sectores de riego se tomaron en cuenta criterios relacionados con la topografía, red de canales de riego y drenaje, caminos existentes, número de predios que se servirán y otras consideraciones prácticas.

En el Mapa D-1.5 del Apéndice D se presenta la situación actual de los sectores de riego y en el Mapa D-1.7 del mismo apéndice la sectorización propuesta.

## Puntos de Control de caudales

Con el fin de asegurar que el agua se entregue oportunamente y en cantidad suficiente para la producción de los cultivos irrigados, la red de distribución debe estar dotada de las estructuras y accesorios que permitan su control y cuantificación, en lugares seleccionados para tal fin. En este sentido existen graves deficiencias en el canal YSURA; ante lo cual, se plantean los puntos de control señalados en el Mapa D-1.7, del Apéndice D.

Estos puntos de control serán la base para el establecimiento de un programa de aforos en los diferentes sectores del sistema de riego.

## Organización del Personal

La ejecución del Plan de Operación requiere, además de que se confirmen los aspectos positivos de la actual organización, que se introduzcan las mejoras en su estructura que garanticen el mejoramiento esperado, al menor costo y tiempo posible, sin comprometer los aspectos prácticos.

Para lograr esto, se plantean algunos cambios en el organigrama del distrito de riego, tal como se indica en la Figura 7.1, en la cual, y comparando con la Figura 5.1, pueden destacarse las variantes siguientes:

- El organigrama propuesto plantea que se eleve la jerarquía de la Zona de Riego de Azua, a fin de que el Encargado de Zona pueda ejercer la función de supervisar y exigir se ejecuten, en el momento oportuno y en condiciones técnicas adecuadas, las diferentes actividades involucradas en el manejo y administración de la zona bajo riego.

Así también, se propone que se eleve de categoría la Subzona de Riego de Padre Las Casas y se le asigne un ingeniero como Encargado de Subzona, de forma tal que este paso dé inicio a todas las actividades relacionadas con una buena operación.

La organización planteada para este caso debe seguir recibiendo apoyo técnico desde la Zona de Azua, especialmente en lo concerniente a Riego, Drenaje y a la conservación y el mejoramiento de las obras.

- Por otro lado, el organigrama propuesto sugiere se fortalezca y amplíe la cobertura de las funciones de la Unidad de Estadística Agrícola, existente actualmente en el Area de Operaciones, y que se le asigne la función de computación y ordenamiento de las estadísticas hidrométricas.

- El Area de Riego y Drenaje deberá ampliar la cobertura de sus funciones, prestando asistencia técnica en riego parcelario a los productores, a través de su Unidad de Capacitación. Se sugiere además, cambiar el nombre a la actual Unidad de Sistematización Parcelaria por la de Desarrollo Parcelario, bajo la consideración de que el nombre propuesto posee el mismo contenido y es más sencillo.

- En el Area de Conservación y Mejoramiento, se sugiere la creación de una Unidad de Diseño de pequeñas Obras de Riego, con miras a disminuir el tiempo que se pierde al tener que depender de la Oficina Central para todos los casos que requieren el diseño de las obras a reponer o a mejorar. Queda claro que la unidad sugerida solo atenderá las situaciones de carácter rutinario y sencillo, por lo que requerirá el concurso de la unidad central de diseños para los casos más complicados.

### Organización de los Usuarios

La puesta en práctica del Plan de Operación requerirá mayor participación de los usuarios en las tareas de administración, operación y conservación del sistema de riego; para ello se ha incluido en el organigrama para la ejecución del plan de operación, Figura 9, las unidades correspondientes a la Junta General de Usuarios del Distrito y la Junta de Usuarios de la Zona de Riego. Esta medida debe estar seguida por la organización de los usuarios en todos los niveles, partiendo de los núcleos de usuarios en las unidades de riego, hasta la Junta General del Distrito. Se requerirá además,

la puesta en práctica de un amplio programa de capacitación y asistencia técnica, orientado a fortalecer la organización y a mejorar el uso del agua en las parcelas.

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

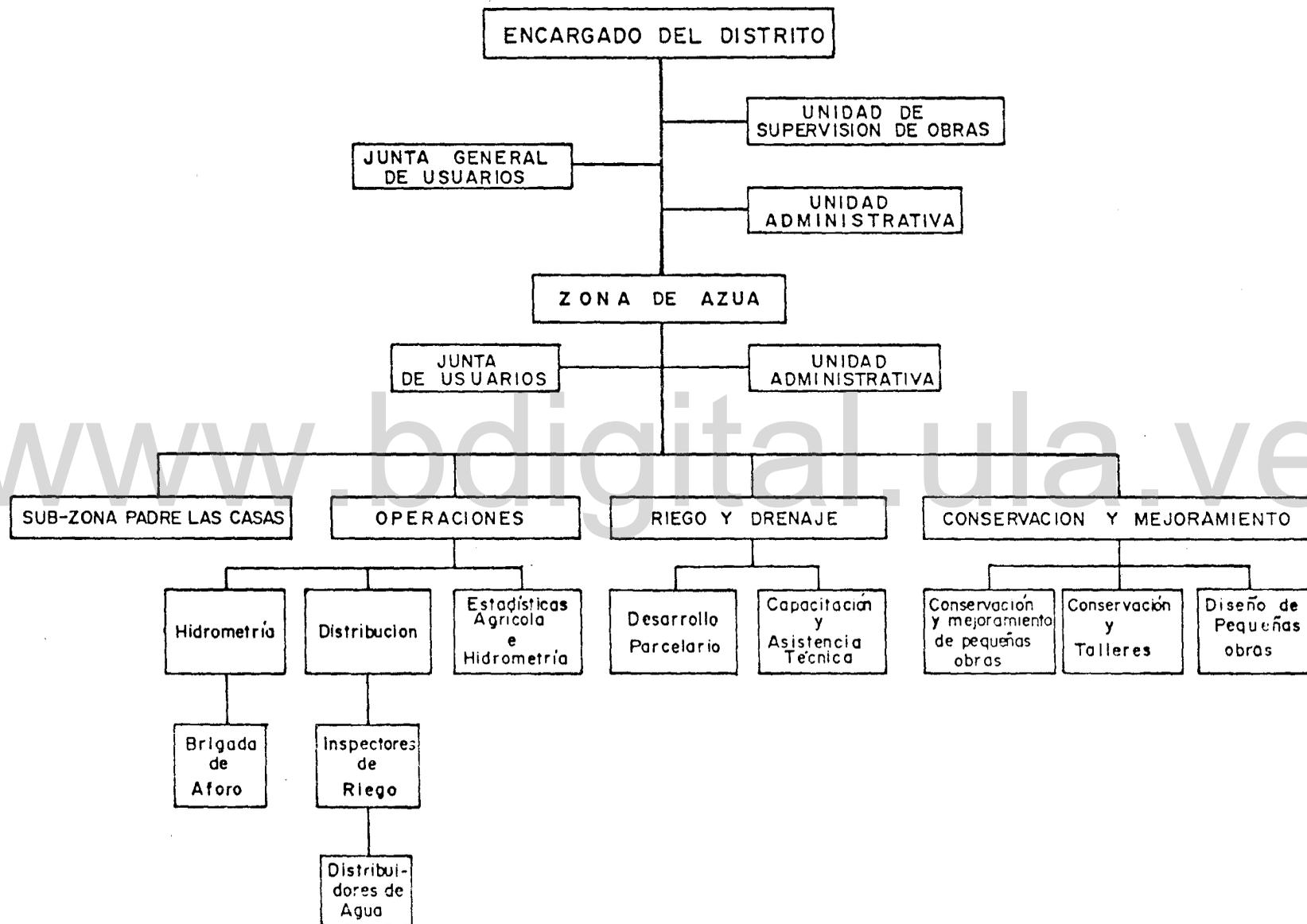


Fig. 9 Organigrama para la ejecución del plan de operación.

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

## CAPITULO VIII

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### Conclusiones

Del análisis de la información obtenida en campo y de los registros del distrito de riego, así como mediante la aplicación de procedimientos adecuados a cada caso, se concluye lo siguiente:

1. El balance entre la lámina bruta de la rotación calculada y la lámina suministrada actualmente por el riego indican la existencia de un déficit durante todo el año, lo cual hace suponer que los volúmenes suministrados con los riegos no son suficientes para aplicar la lámina neta requerida por los cultivos. Estos resultados discrepan significativamente con las observaciones realizadas en campo, en donde se observan los efectos de excesos de agua en la superficie y en el perfil del suelo.

2. El cálculo de la demanda de agua para riego permitió establecer dos períodos críticos para la operación del sistema de riego: a) Período "Otoño-Invierno", correspondiente a los meses de noviembre-abril, durante los cuales la mayor demanda se presenta en el mes de enero, con  $27,565 \times 10^3 \text{ m}^3$  brutos. La mínima demanda se localiza en el mes de abril, con  $21,228 \times 10^3 \text{ m}^3$ , b) Período "Primavera-Verano", correspondiente a los meses de mayo a octubre; con demanda bruta máxima de  $20,380 \times 10^3 \text{ m}^3$  en el mes de julio y demanda mínima en septiembre, con  $13,275 \times 10^3 \text{ m}^3$ . La demanda bruta total es de  $248,467 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{año}$ .

3. Las láminas brutas resultaron similares para los siguientes grupos de cultivos:

- a) Tomates, melones, habichuelas y maíz: 90 mm
- b) Maíz y sorgo: 120 mm
- c) Plátanos: 180 mm

4. Los intervalos de riego adecuados para la operación son de 10 días para tomates, melones, habichuelas y maní, y 15 días para maíz, sorgo y plátanos.

5. La entrega de agua a los usuarios, realizada mediante caudal continuo y jornada de 24 horas, requerirá un caudal de 10,003 l/seg. en el canal principal durante el período "Otoño-Invierno". Para jornadas de 15 horas o menos se requerirán caudales que en algunos casos son mayores que la capacidad de conducción de la red de riego.

Si se considera entrega de agua a los usuarios por rotación durante 24 horas/día, en este período se requerirá un caudal entre 13,200 y 7,200 l/seg en el canal principal para suplir los caudales módulos que deben suministrarse a los laterales que operarían simultáneamente en cada turno. En consecuencia, la operación resulta más racionalizada mediante el empleo de caudal continuo durante 24 horas en el canal principal y laterales, que por el método de entrega por rotación, evitándose así los frecuentes cambios en el flujo y las consiguientes complicaciones operacionales.

6. Durante el período "Primavera-Verano", la entrega de agua a los usuarios, realizada mediante caudal continuo, requerirá un caudal de 6,256 l/seg en el canal principal. Para jornadas de 12 y 15 horas será de 12,507 y 10,343 l/seg respectivamente. Estas jornadas representan una opción a considerar, en caso de que se desee eliminar el riego nocturno durante estos meses.

Para el caso de entrega de agua por rotación durante 24 horas, en este período se necesitará un caudal entre 7,000 y 4,200 l/seg en el canal principal para suplir los caudales módulos a los laterales que operarán simultáneamente en cada turno.

7. Del inventario de obras realizado y el reconocimiento de la infraestructura física de conducción y distribución se concluye que será

calizadas en los puntos de control y medición.

7. Mejorar los procedimientos de colección y depuración de las estadísticas agrícolas, hidrométricas y de conservación, a fin de que sirvan de base a los planes de riego que se elaboren.

8. Realizar un estudio para el establecimiento de una red de drenajes parcelarios que permitan mejorar las condiciones de mal drenaje existente.

9. Iniciar una activa campaña para la formación de los núcleos de usuarios y demás niveles en la organización de los usuarios.

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

necesario construir 16.11 km de canales terciarios; instalar y/o reparar unas treinta compuertas; limpieza en 41.12 km de drenajes colectores; así como la construcción de varias obras dentro de la red.

### Recomendaciones

1. Debe ejecutarse de inmediato la reorganización física propuesta para la operación del sistema de riego, estableciendo los nuevos sectores y unidades de riego.

2. Iniciar de inmediato las obras, instalaciones y la adecuación de la red de riego, teniendo en cuenta las prioridades identificadas a través del inventario de obras realizado.

3. Programar y obtener reglas de operación para el embalse de la Presa de Sabana Yegua y el acuífero del Valle, en función de las demandas de todo el sistema dependiente de la citada obra, hasta la desembocadura del Río Yaque del Sur, y tomando en cuenta las necesidades de generación de energía.

4. Elaborar el padrón de usuarios, incluyendo planos catastrales, con la ubicación de la red de distribución hasta las tomas parcelarias; listado de usuarios debidamente identificados; cultivos (frutos menores o arroz) así como cualquier información de interés a la operación y administración del sistema de riego.

5. Ejecución a nivel de detalle de un amplio programa de mediciones y evaluación de métodos de riego; así como la realización de todas las investigaciones de campo, no contempladas en este trabajo y necesarias para la organización de la operación y conservación del sistema de riego y drenaje.

6. Evaluación periódica de estructuras y facilidades instaladas para control, medición y entrega de agua en los diferentes sectores y unidades que componen el sistema de riego; así como la calibración de las estructuras lo-

## BIBLIOGRAFIA

- Astorga, C. 1973. Funcionamiento de sistemas de riego. Departamento de Ingeniería Agrícola. Facultad de Agronomía, UCV., Venezuela.
- Bistrain, P. 1959. Pérdidas de conducción en canales. Memorandum técnico N° 155. Secretaría de Recursos Hidráulicos. Ciudad de México, México.
- Briceño, L. 1984. Distribución de agua en los canales. Curso "Operación de Sistemas de Riego". Proyecto EMESIRE; PNUD/FAO/INDRHI. (Mecanografiado). Santiago, República Dominicana. 16 p.
- EMESIRE. 1984. Estudio del mejoramiento de los sistemas de riego existentes. Proyecto DOM/81/012. PNUD/FAO/INDRHI. Santo Domingo, República Dominicana.
- Etcheverry, B. and S. Harding. 1933. Irrigation practice and Engineering. Vol. I. McGraw-Hill Book Company, Inc., New York.
- Grassi, C. 1975. Estimación de los usos consuntivos de agua y requerimientos de riego con fines de formulación y diseño de proyectos. Criterios y procedimientos. CIDIAT, Mérida, Venezuela. 88 p.
- \_\_\_\_\_ 1976. Operación y conservación de sistemas de riego. CIDIAT, Mérida, Venezuela. 230 p.
- Instituto Agrario Dominicano-Fondo Especial para el Desarrollo Agropecuario (AID-FEDA). 1977. Planeamiento Integral Asentamientos Campesinos, Proyecto Yaque del Sur-Azua. Estudio de Factibilidad. Santo Domingo, República Dominicana. 439 p.
- Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI). 1983. Balance hídrico. Estudio de Factibilidad y Diseños Finales de la Zona de Influencia de la Presa de Sabana Yegua. República Dominicana.
- \_\_\_\_\_ 1983. Programa de Capacitación YSURA (PROCAY).  
División de Riego y Drenaje. Santo Domingo, República Dominicana.
- Israelsen, O. y Hansen V. 1965. Principios y Aplicaciones del Riego. 2da. Edición. Ed. Reverte, S.A. Madrid. 396 p.
- Milligan, C. 1969. Operación de sistemas de riego. Curso sobre Desarrollo, Operación y Conservación de Sistemas de Riego. Quito.
- Palacios, E. 1971. Manual de operaciones de distritos de riego. Departamento de Irrigación, Chapingo. México.

- Palacios, E. 1977. Introducción a la teoría de la operación de distritos y sistemas de riego. Colegio de Postgrados. Chapingo, México. 472 p.
- Reyna, E. y Paulet, M. 1979. Requerimiento de agua para la agricultura según el clima de la República Dominicana. Secretaría de Estado de Agricultura. DTA-DT- N° 4. IICA-A/D-27/79. Santo Domingo, República Dominicana. 70 p.
- Reynoso, G. 1983. Algunos aspectos del problema de drenaje y soluciones propuestas. 2do. Seminario Taller sobre el Proyecto YSURA. Azua, República Dominicana.
- Secretaría de Estado de Agricultura (SEA). 1981. Estudio semidetallado de la Llanura de Azua. Departamento de Tierras y Aguas; Documento Técnico N° 21, CESDA, San Cristóbal, República Dominicana.
- Secretaría de Recursos Hidráulicos. 1973. Organización y funciones de la Dirección de Conservación y Mejoramiento, México.
- Zapata, F. 1977. Guía para la operación de distritos de riego. Memorandum Técnico N° 367. Dirección General de Distritos de Riego, Subsecretaría de Agricultura y Operación. México. 238 p.

A P E N D I C E "A"

INVENTARIO DE LA INFRAESTRUCTURA DE RIEGO Y DRENAJE

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

Tabla A-1 Inventario de la infraestructura de riego y drenaje (Continuación de Tabla 4.7)

OBRAS PRINCIPALES DEL SISTEMA DE RIEGO Y DRENAJE	OBRAS Y ESTRUCTURAS SOBRE LA RED DE CANALES.	MATERIAL DE CONSTRUCCION	LOCALIZACION (Est.=10m.)	CAP. MAXIMA (M <sup>3</sup> /S)		SECCION (M <sup>2</sup> )	LONG. (Km.)	ESTADO ACTUAL	Hoja 5 de 39
				DE DISEÑO	ACT.				OBSERVACIONES
Lateral 1	Compuerta	HS/H.F	4465	-	-	-	16.223	Bueno	
	Alcantarilla	H.A	2	-	-	-	0.025	"	
	Sifón	"	18	-	-	-	0.810	"	
	Compuerta	HS/H.F	33	-	-	-	-	"	
	Sifón	H.A	83	-	-	-	0.262	"	
	Compuerta	HS/H.F	133	-	-	-	-	"	
	"	"	133	-	-	-	-	"	
	"	"	134	-	-	-	-	"	
	Puente	H.A	135	-	-	-	0.005	"	
	Caida	"	182	-	-	-	0.016	"	
	Compuerta	HS/H.F	214	-	-	-	-	"	
	"	"	214	-	-	-	0.010	"	
	Caida	H.A	268	-	-	-	0.001	"	
	Compuerta	HS/H.F	286	-	-	-	-	"	
	"	"	287	-	-	-	0.010	"	
	Caida	H.A	350	-	-	-	0.001	"	
	Compuerta	HS/H.F	362	-	-	-	-	"	
"	"	362	-	-	-	-	"		
"	"	362	-	-	-	-	"		
Caida	H.A	422	-	-	-	0.012	"		

Tabla A-1. Continuación

OBRAS PRINCIPALES DEL SISTEMA DE RIEGO Y DRENAJE	OBRAS Y ESTRUCTURAS SOBRE LA RED DE CANALES.	MATERIAL DE CONSTRUCCION	LOCALIZACION. (Est.=10m.)	CAP. MAXIMA (M <sup>3</sup> /S)		SECCION (M <sup>2</sup> )	LONG. (Km.)	ESTADO ACTUAL	OBSERVACIONES
				DE DISEÑO	ACT.				
	Compuerta	HS/H.F	430	-	-	-	-	Bueno	
	"	"	430	-	-	-	-	"	
	"	"	430	-	-	-	-	"	
	Caida	H.A	479	-	-	-	0.011	"	
	Puente	HS/H.F	509	-	-	-	0.005	"	
	Toma Terc. 1	HS/H.F	510	-	-	-	-	"	Terciario No. 1
	" "	"	510	-	-	-	-	"	
	Desague	Tierra	511	-	-	-	0.006	"	
	Caida	H.A	521	-	-	-	0.011	"	
	Sifón	"	532	-	-	-	0.117	"	
	Compuerta	HS/H.F	549	-	-	-	-	"	
	"	"	608	-	-	-	-	"	
	"	"	619	-	-	-	-	"	
	"	"	619	-	-	-	-	"	
	Caida	H.A	679	-	-	-	0.010	"	
	Compuerta	HS/H.F	681	-	-	-	-	"	
	"	"	714	-	-	-	-	"	
	"	"	714	-	-	-	-	"	
	Puente	H.A	716	-	-	-	0.005	"	
	Toma Terc.	HS/H.F	717	-	-	-	-	"	

Tabla A-1. Continuación

OBRAS PRINCIPALES DEL SISTEMA DE RIEGO Y DRENAJE	OBRAS Y ESTRUCTURAS SOBRE LA RED DE CANALES.	MATERIAL DE CONSTRUCCION	LOCALIZACION. (Est.=10m.)	CAP. MAXIMA (M <sup>3</sup> /S)		SECCION (M <sup>2</sup> )	LONG. (Km.)	ESTADO ACTUAL	Hoja 7 de 39
				DE DISEÑO	ACT.				OBSERVACIONES
	Caida	H.A	749	-	-	-	0.007	Bueno	
	Sifón	"	756	-	-	-	0.056	"	
	Compuerta	HS/H.F	788	-	-	-	-	"	
	Caida	H.A	789	-	-	-	0.001	"	
	Compuerta	HS/H.F	858	-	-	-	-	"	
	Puente	H.A	916	-	-	-	0.010	"	
	Toma Terc. 3	HS/H.F	918	-	-	-	-	"	Terciario No. 3
	" "	"	918	-	-	-	-	"	
	" "	"	918	-	-	-	-	"	
	Caida	H.A	958	-	-	-	0.009	"	
	Compuerta	HS/H.F	978	-	-	-	-	"	
	"	"	978	-	-	-	-	"	
	"	"	978	-	-	-	-	"	
	Desague	Tierra	1067	-	-	-	0.004	"	
	Compuerta	HS/H.F	1069	-	-	-	-	"	
	"	"	1069	-	-	-	-	"	
	"	"	1069	-	-	-	-	"	
	Caida	H.A	1123	-	-	-	0.009	"	
	Compuerta	HS/H.F	1124	-	-	-	-	"	
	Puente	H.A	1135	-	-	-	0.005	"	

Tabla A-1. Continuación

OBRAS PRINCIPALES DEL SISTEMA DE RIEGO Y DRENAJE	OBRAS Y ESTRUCTURAS SOBRE LA RED DE CANALES.	MATERIAL DE CONSTRUCCION	LOCALIZACION. (Est. = 10m.)	CAP. MAXIMA (M <sup>3</sup> /S)		SECCION (M <sup>2</sup> )	LONG. (Km.)	ESTADO ACTUAL	Hoja 8 de 39
				DE DISEÑO	ACT.				OBSERVACIONES
	Compuerta	HS/H.F	1171	-	-	-	-	Bueno	
	"	"	1171	-	-	-	-	"	
	"	"	1171	-	-	-	-	"	
	"	"	1233	-	-	-	-	"	
	"	"	1233	-	-	-	-	"	
	Sifón	H.A	1300	-	-	-	0.017	"	
	Compuerta	HS/H.F	1370	-	-	-	-	"	
	"	"	1370	-	-	-	-	"	
	"	"	1418	-	-	-	-	"	
	Desague	Tierra	1446	-	-	-	0.004	"	
	Compuerta	HS/H.F	1447	-	-	-	-	"	
	"	"	1447	-	-	-	-	"	
	"	"	1447	-	-	-	-	"	
	Puente	H.A	1489	-	-	-	0.005	"	
	Compuerta	HS/H.F	1557	-	-	-	-	"	
	"	"	1557	-	-	-	-	"	
	"	"	1557	-	-	-	-	"	
	Puente	H.A	1561	-	-	-	0.005	"	
	Sifón	H.A	1618	-	-	-	0.013	"	
	Compuerta	HS/H.F	1621	-	-	-	-	"	

Tabla A.1. Continuación

OBRAS PRINCIPALES DEL SISTEMA DE RIEGO Y DRENAJE	OBRAS Y ESTRUCTURAS SOBRE LA RED DE CANALES.	MATERIAL DE CONSTRUCCION	LOCALIZACION (Est.=10m.)	CAP. MAXIMA (M <sup>3</sup> /S)		SECCION (M <sup>2</sup> )	LONG. (Km.)	ESTADO ACTUAL	Hoja 9 de 39
				DE DISEÑO	ACT.				OBSERVACIONES
	Compuerta	HS/H.F	1621	-	-	-	-	Bueno	
Terciario No. 1, Lat. 1	-	-	510	-	-	-	1.880	"	
	Caida	H.A	51	-	-	-	0.006	"	
	Compuerta	HS/H.F	59	-	-	-	-	"	
	"	"	59	-	-	-	-	"	
	Caida	H.A	76	-	-	-	-	"	
	Sifón	"	89	-	-	-	0.074	"	
	Desague	"	187	-	-	-	0.001	"	
Terciario No. 2, Lat. 1	-	-	717	-	-	-	3.320	"	
	Caida	H.A	18	-	-	-	0.006	"	
	"	"	70	-	-	-	0.006	"	
	Compuerta	HS/H.F	86	-	-	-	-	"	
	"	"	86	-	-	-	-	"	
	"	"	86	-	-	-	-	"	
	Caida	H.A	108	-	-	-	0.006	"	
	Compuerta	HS/H.F	178	-	-	-	-	"	
	"	"	178	-	-	-	-	"	
	"	"	178	-	-	-	-	"	
	Caida	H.A	186	-	-	-	0.006	"	
	Compuerta	HS/H.D	216	-	-	-	-	"	

Tabla A-1 Continuación

OBRAS PRINCIPALES DEL SISTEMA DE RIEGO Y DRENAJE	OBRAS Y ESTRUCTURAS SOBRE LA RED DE CANALES.	MATERIAL DE CONSTRUCCION	LOCALIZACION. (Est.=10m.)	CAP. MAXIMA (M <sup>3</sup> /S)		SECCION (M <sup>2</sup> )	LONG. (Km.)	ESTADO ACTUAL	Hoja 10 de 39
				DE DISEÑO	ACT.				OBSERVACIONES
	Compuerta	HS/HF	250	-	-	-	-	Bueno	
	"	"	250	-	-	-	-	"	
	"	"	313	-	-	-	-	"	
	Caida	H.A	313	-	-	-	0.006	"	
	Desague	Tierra	315	-	-	-	0.009	"	
Terciario No. 3, Lat. 1	-	-	918	-	-	-	6.423	"	
	Caida	H.A	8	-	-	-	0.009	"	
	Compuerta	HS/HF	9	-	-	-	-	"	
	Caida	H.A	20	-	-	-	0.009	"	
	Compuerta	HS/HF	21	-	-	-	0.007	"	
	"	"	80	-	-	-	-	"	
	"	"	80	-	-	-	-	"	
	"	"	80	-	-	-	-	"	
	Caida	H.A	115	-	-	-	0.009	"	
	Compuerta	HS/HF	139	-	-	-	-	"	
	Puente	H.A	142	-	-	-	0.005	"	
	Compuerta	HS/HF	164	-	-	-	-	"	
	"	"	164	-	-	-	-	"	
	Compuerta	"	164	-	-	-	-	"	
	"	"	191	-	-	-	-	"	

OCT

Tabla A-4. Continuación

OBRAS PRINCIPALES DEL SISTEMA DE RIEGO Y DRENAJE	OBRAS Y ESTRUCTURAS SOBRE LA RED DE CANALES.	MATERIAL DE CONSTRUCCION	LOCALIZACION (Est.=10m.)	CAP. MAXIMA (M <sup>3</sup> /S)		SECCION (M <sup>2</sup> )	LONG. (Km.)	ESTADO ACTUAL	Hoja 11 de 39
				DE DISEÑO	ACT.				OBSERVACIONES
	Caida	H.A	232	-	-	-	0.006	Bueno	
	Compuerta	HS/HF	248	-	-	-	-	"	
	"	"	248	-	-	-	-	"	
	"	"	249	-	-	-	-	"	
	Caida	H.A	309	-	-	-	0.009	"	
	Desague	Tierra	316	-	-	-	0.005	"	
	Compuerta	HS/HF	318	-	-	-	-	"	
	"	"	318	-	-	-	-	"	
	"	"	388	-	-	-	-	"	
	"	"	388	-	-	-	-	"	
	"	"	388	-	-	-	-	"	
	Caida	H.A	390	-	-	-	0.006	"	
	Puente	H.A	392	-	-	-	0.005	"	
	Compuerta	HS/HF	477	-	-	-	-	"	
	"	"	477	-	-	-	-	"	
	Sifón	H.A	573	-	-	-	0.054	"	
	Compuerta	HS/HF	579	-	-	-	-	"	
	Caida	H.A	583	-	-	-	0.006	"	
	Compuerta	HS/HF	637	-	-	-	-	"	
	Desague	-	639	-	-	-	-	"	

Tabla A-1. Continuación

OBRAS PRINCIPALES DEL SISTEMA DE RIEGO Y DRENAJE	OBRAS Y ESTRUCTURAS SOBRE LA RED DE CANALES.	MATERIAL DE CONSTRUCCION	LOCALIZACION. (Est.=10m.)	CAP. MAXIMA (M <sup>3</sup> /S)		SECCION (M <sup>2</sup> )	LONG. (Km.)	ESTADO ACTUAL	Hoja 12 de 39
				DE DISEÑO	ACT.				OBSERVACIONES
Terciario No. 4, Lat. 1	-		1418	-	-	-	0.415	Bueno	
Lateral No. 2	-		4808	-	-	-	7.998	"	
	Alcantarilla	HF	0	-	-	-	0.020	"	
	Compuerta	HS/HF	6	-	-	-	-	"	
	"	"	6	-	-	-	-	"	
	"	"	6	-	-	-	-	"	
	Caida	H.A	67	-	-	-	0.009	"	
	Puente	"	72	-	-	-	0.005	"	
	Toma Terc. 1	HS/HF	72	-	-	-	-	"	Terciario No. 1
	Toma Terc. 2	"	72	-	-	-	-	"	Terciario No. 2
	"	"	74	-	-	-	-	"	
	"	"	74	-	-	-	-	"	
	"	"	74	-	-	-	-	"	
	Caida	H.A	131	-	-	-	0.009	"	
	Compuerta	HS/HF	137	-	-	-	-	"	
	"	"	137	-	-	-	-	"	
	"	"	137	-	-	-	-	"	
	Caida	H.A	176	-	-	-	0.009	"	
	Compuerta	HS/HF	183	-	-	-	-	"	
	Puente	H.A	H.A	-	-	-	-	"	

140

Tabla A-1. Continuación

OBRAS PRINCIPALES DEL SISTEMA DE RIEGO Y DRENAJE	OBRAS Y ESTRUCTURAS SOBRE LA RED DE CANALES.	MATERIAL DE CONSTRUCCION	LOCALIZACION. (Est. = 10m.)	CAP. MAXIMA (M <sup>3</sup> /S)		SECCION (M <sup>2</sup> )	LONG. (Km.)	ESTADO ACTUAL	Hoja 13 de 39
				DE DISEÑO	ACT.				OBSERVACIONES
	Compuerta	HS/HF	184	-	-	-	-	Bueno	
	"	"	184	-	-	-	-	"	
	Toma Terc. 3	"	185	-	-	-	-	"	Terciario No. 3
	Caida	H.A	187	-	-	-	0.009	"	
	Compuerta	HS/HF	188	-	-	-	-	"	
	"	"	267	-	-	-	-	"	
	Caida	H.A	278	-	-	-	-	"	
	Desague	Tierra	295	-	-	-	-	"	
	Compuerta	HS/HF	296	-	-	-	-	"	
	"	"	296	-	-	-	-	"	
	"	"	296	-	-	-	-	"	
	Sifón	H.A	298	-	-	-	0.143	"	
	Compuerta	HS/HF	314	-	-	-	-	"	
	Sifón	H.A	348	-	-	-	0.616	"	
	Compuerta	HS/HF	410	-	-	-	-	"	
	"	"	410	-	-	-	-	"	
	"	"	410	-	-	-	-	"	
	"	"	464	-	-	-	-	"	
	"	"	478	-	-	-	-	"	
	Caida	H.A	479	-	-	-	0.004	"	

Tabla A-1. Continuación

OBRAS PRINCIPALES DEL SISTEMA DE RIEGO Y DRENAJE	OBRAS Y ESTRUCTURAS SOBRE LA RED DE CANALES.	MATERIAL DE CONSTRUCCION	LOCALIZACION. (Est.=10m.)	CAP. MAXIMA (M <sup>3</sup> /S)		SECCION (M <sup>2</sup> )	LONG. (Km.)	ESTADO ACTUAL	Hoja 14 de 39
				DE DISEÑO	ACT.				OBSERVACIONES
	Compuerta	HS/HF	494	-	-	-	-	Bueno	
	"	"	494	-	-	-	-	"	
	"	"	496	-	-	-	-	"	
	Puente	H.A	528	-	-	-	0,005	"	
	Compuerta	HS/HF	529	-	-	-	-	"	
	Caida	H.A	587	-	-	-	0,006	"	
	Compuerta	HS/HF	596	-	-	-	-	"	
	"	"	596	-	-	-	-	"	
	"	"	596	-	-	-	-	"	
	"	"	696	-	-	-	-	"	
	"	"	696	-	-	-	-	"	
	"	"	696	-	-	-	-	"	
	Caida	H.A	706	-	-	-	0,006	"	
	Compuerta	HS/HF	798	-	-	-	-	"	
Terciario No.1, Lat.2	-	-	72	-	-	-	0,744	"	
	Alcantarilla	H.A	0	-	-	-	0,010	"	
	Compuerta	HS/HF	73	-	-	-	-	"	
	Desague	Tierra	74	-	-	-	0,009	"	
Terciario No. 2, Lat. 2	-	-	72	-	-	-	0,510	"	
	Alcantarilla	H.A	0	-	-	-	0,010	"	

Tabla A-1. Continuación

OBRAS PRINCIPALES DEL SISTEMA DE RIEGO Y DRENAJE	OBRAS Y ESTRUCTURAS SOBRE LA RED DE CANALES.	MATERIAL DE CONSTRUCCION	LOCALIZACION. (Est. = 10m.)	CAP. MAXIMA (M <sup>3</sup> /S)		SECCION (M <sup>2</sup> )	LONG. (Km.)	ESTADO ACTUAL	Hoja 15 de 39 OBSERVACIONES
				DE DISEÑO	ACT.				
Terciario No. 3, Lat. 2	Compuerta	HS/HF	49	-	-	-	-	Bueno	
	Compuerta	HS/HF	185	-	-	-	4.016	"	
	Alcantarilla	H.A	0	-	-	-	0.010	"	
	Compuerta	HS/HF	21	-	-	-	-	"	
	"	"	21	-	-	-	-	"	
	Caida	H.A	80	-	-	-	0.008	"	
	Compuerta	HS/HF	114	-	-	-	-	"	
	"	"	114	-	-	-	-	"	
	Caida	H.A	118	-	-	-	0.006	"	
	Compuerta	HS/HF	193	-	-	-	-	"	
	"	"	193	-	-	-	-	"	
	"	"	193	-	-	-	-	"	
	Caida	H.A	249	-	-	-	0.006	"	
	Compuerta	HS/HF	256	-	-	-	-	"	
	"	"	256	-	-	-	-	"	
	"	"	256	-	-	-	-	"	
	"	"	268	-	-	-	-	"	
Caida	H.A	289	-	-	-	0.006	"		
Compuerta	HS/HF	315	-	-	-	-	"		
"	"	315	-	-	-	-	"		

Tabla A-1. Continuación

OBRAS PRINCIPALES DEL SISTEMA DE RIEGO Y DRENAJE	OBRAS Y ESTRUCTURAS SOBRE LA RED DE CANALES.	MATERIAL DE CONSTRUCCION	LOCALIZACION. (Est.=10m.)	CAP. MAXIMA (M <sup>3</sup> /S)		SECCION (M <sup>2</sup> )	LONG. (Km.)	ESTADO ACTUAL	OBSERVACIONES
				DE DISEÑO	ACT.				
	Compuerta	HS/HF	315	-	-	-	-	Bueno	
	Caida	H.A	368	-	-	-	-	"	
	Compuerta	HS/HF	400	-	-	-	-	"	
	Pasarela	Hierro	427	-	-	-	-	"	
	Alcantarilla	-	463	-	-	-	0.021	"	
Lateral No. 3	-	-	5162	-	-	-	1.515	"	
	Alcantarilla	H.A	0	-	-	-	0.019	"	
	Compuerta	HS/HF	12	-	-	-	-	"	
	"	"	12	-	-	-	-	"	
	"	"	12	-	-	-	-	"	
	Caida	H.A	60	-	-	-	0.006	"	
	Sifón	H.A.	63	-	-	-	0,022	"	
	Compuerta	HS/HF	68	-	-	-	-	"	
	"	"	68	-	-	-	-	"	
	"	"	69	-	-	-	-	"	
	Caida	H.A	142	-	-	-	-	"	
	Compuerta	HS/HF	150	-	-	-	-	"	
Lateral No. 4	-	-	5250	-	-	-	6.560	"	
	Alcantarilla	H.A	0	-	-	-	0.018	"	
	Compuerta	HS/HF	14	-	-	-	-	"	

144

Tabla A-1. Continuación

OBRAS PRINCIPALES DEL SISTEMA DE RIEGO Y DRENAJE	OBRAS Y ESTRUCTURAS SOBRE LA RED DE CANALES.	MATERIAL DE CONSTRUCCION	LOCALIZACION (Est.=10m.)	CAP. MAXIMA (M <sup>3</sup> /S)		SECCION (M <sup>2</sup> )	LONG. (Km.)	ESTADO ACTUAL	Hoja 17 de 39
				DE DISEÑO	ACT.				OBSERVACIONES
	Compuerta	HS/HS	14	-	-	-	-	Bueno	
	"	"	14	-	-	-	-	"	
	Caida	H.A	68	-	-	-	0.009	"	
	Sifón	"	69	-	-	-	0.034	"	
	Compuerta	HS/HF	73	-	-	-	-	"	
	"	"	74	-	-	-	-	"	
	Caida	H.A	128	-	-	-	0.009	"	
	Compuerta	HS/HF	147	-	-	-	-	"	
	"	"	248	-	-	-	-	"	
	"	"	218	-	-	-	-	"	
	"	"	248	-	-	-	-	"	
	"	"	298	-	-	-	-	"	
	"	"	329	-	-	-	-	"	
	Caida	H.A	356	-	-	-	-	"	
	Compuerta	HS/HF	365	-	-	-	-	"	
	"	"	365	-	-	-	-	"	
	Caida	H.A	474	-	-	-	-	"	
	Puente	H.A	497	-	-	-	0.005	"	
	Compuerta	HS/HF	514	-	-	-	-	"	
	"	"	515	-	-	-	-	"	

Tabla A-1. Continuación

OBRAS PRINCIPALES DEL SISTEMA DE RIEGO Y DRENAJE	OBRAS Y ESTRUCTURAS SOBRE LA RED DE CANALES.	MATERIAL DE CONSTRUCCION	LOCALIZACION. (Est. = 10m.)	CAP. MAXIMA (M <sup>3</sup> /S)		SECCION (M <sup>2</sup> )	LONG. (Km.)	ESTADO ACTUAL	Hoja 18 de 39
				DE DISEÑO	ACT.				OBSERVACIONES
	Compuerta	HS/HF	515	-	-	-	-	Bueno	
	Caida	H.A	545	-	-	-	0.009	"	
	Compuerta	HS/HF	638	-	-	-	-	"	
	"	"	638	-	-	-	-	"	
	Caida	H.A	647	-	-	-	0.006	"	
	Compuerta	HS/HF	655	-	-	-	-	"	
Lateral No. 5	"	"	5569	-	-	-	9.024	"	
	Alcantarilla	H.A	0	-	-	-	0.016	"	
	Compuerta	HS/HF	11	-	-	-	-	"	
	"	"	11	-	-	-	-	"	
	"	"	11	-	-	-	-	"	
	Caida	H.A	105	-	-	-	0.009	"	
	Sifón	H.A	109	-	-	-	0.012	"	
	Desague	Tierra	112	-	-	-	0.004	"	
	Compuerta	HS/HF	114	-	-	-	-	"	
	"	"	114	-	-	-	-	"	
	"	"	114	-	-	-	-	"	
	Caida	H.A	210	-	-	-	0.009	"	
	Compuerta	HS/HF	220	-	-	-	-	"	
	Compuerta	"	220	-	-	-	-	"	

Tabla A-1. Continuación

OBRAS PRINCIPALES DEL SISTEMA DE RIEGO Y DRENAJE	OBRAS Y ESTRUCTURAS SOBRE LA RED DE CANALES.	MATERIAL DE CONSTRUCCION	LOCALIZACION. (Est. = 10m.)	CAP. MAXIMA (M <sup>3</sup> /S)		SECCION (M <sup>2</sup> )	LONG. (Km.)	ESTADO ACTUAL	Hoja 19 de 39
				DE DISEÑO	ACT.				OBSERVACIONES
	Compuerta	HS/HF	222	-	-	-	-	Bueno	
	"	"	281	-	-	-	-	"	
	"	"	658	-	-	-	-	"	
	"	"	658	-	-	-	-	"	
	"	"	658	-	-	-	-	"	
	Caida	H.A	695	-	-	-	0.006	"	
	Puente	H.A	707	-	-	-	-	"	
	Compuerta	HS/HF	709	-	-	-	-	"	
	"	"	709	-	-	-	-	"	
	"	"	709	-	-	-	-	"	
	Caida	H.A	746	-	-	-	0.006	"	
	Compuerta	HS/HF	761	-	-	-	-	"	
	"	"	761	-	-	-	-	"	
	"	"	761	-	-	-	-	"	
	Caida	H.A	812	-	-	-	0.006	"	
	Compuerta	HS/HF	817	-	-	-	-	"	
	"	"	817	-	-	-	-	"	
	"	"	818	-	-	-	-	"	
	Puerta	H.A	870	-	-	-	0.005	"	
	Compuerta	HS/HF	901	-	-	-	-	"	

Tabla A-1. Continuación

OBRAS PRINCIPALES DEL SISTEMA DE RIEGO Y DRENAJE	OBRAS Y ESTRUCTURAS SOBRE LA RED DE CANALES.	MATERIAL DE CONSTRUCCION	LOCALIZACION. (Est.=10m.)	CAP. MAXIMA (M <sup>3</sup> /S)		SECCION (M <sup>2</sup> )	LONG. (Km.)	ESTADO ACTUAL	Hoja 20 de 39
				DE DISEÑO	ACT.				OBSERVACIONES
Lateral No. 6		-	5738	-	-	-	13.584	Bueno	
	Alcantarilla	H.A	0	-	-	-	0.007	"	
	Tina	"	1	-	-	-	0.003	"	
	Caida	"	56	-	-	-	-	"	
	"	"	57	-	-	-	0.002	"	
	"	"	83	-	-	-	0.003	"	
	"	"	92	-	-	-	0.005	"	
	"	"	93	-	-	-	0.003	"	
	"	"	120	-	-	-	0.003	"	
	"	"	144	-	-	-	0.003	"	
	"	"	154	-	-	-	0.005	"	
	"	"	155	-	-	-	0.002	"	
	"	"	192	-	-	-	0.003	"	
	"	"	206	-	-	-	-	"	
	"	"	227	-	-	-	0.003	"	
	"	"	243	-	-	-	0.003	"	
	"	"	243	-	-	-	-	"	
	"	"	276	-	-	-	0.003	"	
	Compuerta	HS/HF	282	-	-	-	-	"	Terciario No. 1
	Toma Terc, 1	"	285	-	-	-	-	"	Comp. Derecha Canal Hernán C.

Tabla A-1. Continuación

OBRAS PRINCIPALES DEL SISTEMA DE RIEGO Y DRENAJE	OBRAS Y ESTRUCTURAS SOBRE LA RED DE CANALES.	MATERIAL DE CONSTRUCCION	LOCALIZACION. (Est. = 10m.)	CAP. MAXIMA (M <sup>3</sup> /S)		SECCION (M <sup>2</sup> )	LONG. (Km.)	ESTADO ACTUAL	Hoja 21 de 39
				DE DISEÑO	ACT.				OBSERVACIONES
	Compuerta	H.A/HF	285	-	-	-	-	Bueno	Compuerta 129. Canal Hernán C.
	Caida	H.A	287	-	-	-	-	"	
	"	"	288	-	-	-	0.003	"	
	"	"	397	-	-	-	0.002	"	
	Sifón	"	399	-	-	-	0.017	"	
	Alcantarilla	"	402	-	-	-	0.004	"	
	Compuerta	H.A/HF	402	-	-	-	5.471	"	
	Caida	H.A	404	-	-	-	-	"	
	Compuerta	H.A/HF	404	-	-	-	-	"	
	"	"	404	-	-	-	-	"	
	Caida	H.A	444	-	-	-	0.002	"	
	Compuerta	H.A/HF	449	-	-	-	-	"	
	Compuerta	"	449	-	-	-	-	"	
	Caida	H.A	450	-	-	-	-	"	
	"	"	489	-	-	-	0.002	"	
	Compuerta	H.A/HF	493	-	-	-	-	"	
	"	"	493	-	-	-	-	"	
	Caida	H.A	494	-	-	-	-	"	
	"	"	513	-	-	-	0.002	"	
	Compuerta	H.A/HF	541	-	-	-	-	"	

149

Tabla A-1. Continuación

OBRAS PRINCIPALES DEL SISTEMA DE RIEGO Y DRENAJE	OBRAS Y ESTRUCTURAS SOBRE LA RED DE CANALES.	MATERIAL DE CONSTRUCCION	LOCALIZACION. (Est.=10m.)	CAP. MAXIMA (M <sup>3</sup> /S)		SECCION (M <sup>2</sup> )	LONG. (Km.)	ESTADO ACTUAL	Hoja 22 de 39
				DE DISEÑO	ACT.				OBSERVACIONES
	Compuerta	H.A/HF	541	-	-	-	-	Bueno	
	Caida	H.A	542	-	-	-	-	"	
	"	"	564	-	-	-	0.002	"	
	Compuerta	H.A/HF	594	-	-	-	-	"	
	Caida	H.A	595	-	-	-	-	"	
	"	"	624	-	-	-	0.002	"	
	"	"	648	-	-	-	-	"	
	Compuerta	H.A/HF	648	-	-	-	-	"	
	"	"	648	-	-	-	-	"	
	Caida	H.A	695	-	-	-	0.002	"	
	Puente	"	711	-	-	-	-	"	
	Caida	"	712	-	-	-	-	"	
	Compuerta	H.A/HF	712	-	-	-	-	"	
	"	"	712	-	-	-	0.002	"	
	Caida	H.A	760	-	-	-	0.002	"	
	"	"	786	-	-	-	-	"	
	Compuerta	HA/HF	786	-	-	-	-	"	
	"	"	786	-	-	-	-	"	
	Caida	H.A	836	-	-	-	0.002	"	
	Compuerta	H.A/HF	853	-	-	-	-	"	

Tabla A-1. Continuación

OBRAS PRINCIPALES DEL SISTEMA DE RIEGO Y DRENAJE	OBRAS Y ESTRUCTURAS SOBRE LA RED DE CANALES	MATERIAL DE CONSTRUCCION	LOCALIZACION (Est.=10m.)	CAP. MAXIMA (M <sup>3</sup> /S)		SECCION (M <sup>2</sup> )	LONG. (Km.)	ESTADO ACTUAL	Hoja 23 de 39
				DE DISEÑO	ACT.				OBSERVACIONES
	Compuerta	H.A/HF	853	-	-	-	-	Bueno	
	Caida	H.A	854	-	-	-	-	"	
	"	"	871	-	-	-	0.002	"	
	"	"	910	-	-	-	-	"	
	Compuerta	H.A/HF	910	-	-	-	-	"	
	"	"	910	-	-	-	-	"	
	"	"	971	-	-	-	-	"	
	Caida	H.A	971	-	-	-	-	"	
	Compuerta	H.A/HF	997	-	-	-	-	"	Terciario No. 3
	Caida	H.A	998	-	-	-	-	"	
	Sifón	"	999	-	-	-	0.007	"	
	Caida	"	1004	-	-	-	-	"	
	Compuerta	H.A/HF	1004	-	-	-	-	"	
	Caida	H.A	1022	-	-	-	0.002	"	
	Caida	"	1045	-	-	-	-	"	
	"	"	1063	-	-	-	0.002	"	
	"	"	1109	-	-	-	-	"	
	Compuerta	H.A/HF	1109	-	-	-	-	"	
	"	"	1109	-	-	-	-	"	
	"	"	1217	-	-	-	-	"	

Tabla A-1. Continuación

OBRAS PRINCIPALES DEL SISTEMA DE RIEGO Y DRENAJE	OBRAS Y ESTRUCTURAS SOBRE LA RED DE CANALES.	MATERIAL DE CONSTRUCCION	LOCALIZACION. (Est. = 10m.)	CAP. MAXIMA (M <sup>3</sup> /S)		SECCION (M <sup>2</sup> )	LONG. (Km.)	ESTADO ACTUAL	Hoja 24 de 39
				DE DISEÑO	ACT.				OBSERVACIONES
	Caida	H.A	1218	-	-	-	-	Bueno	
	Compuerta	H.A/HF	1270	-	-	-	-	"	
	"	"	1270	-	-	-	-	"	
	Caida	H.A	1271	-	-	-	-	"	
	Compuerta	H.A/HF	1351	-	-	-	-	"	
Terciario No. 1, Canal Hernán O	Canal Principal	-	285	-	-	-	15.755	Regular	Rehabilitar
	Alcantarilla	H.A	0	-	-	-	0.415	"	"
	Puente	"	58	-	-	-	0.004	Bueno	
	Tanquilla	Block	61	-	-	-	0.001	Regular	Rehabilitar
	Puente	H.A	94	-	-	-	0.009	"	"
	Aforo	"	101	-	-	-	0.001	Malo	Construir
	Compuerta	H.A/HF	101	-	-	-	-	"	"
	Caida	H.A	105	-	-	-	0.003	Bueno	
	Puente	"	106	-	-	-	0.005	"	
	Comp.de Elev.	H.A/HF	112	-	-	-	-	"	
	Caida	H.A	199	-	-	-	0.002	"	
	Compuerta	H.A/HF	208	-	-	-	-	"	
	Puente	H.A	223	-	-	-	0.009	"	
	Compuerta	H.A/HF	243	-	-	-	-	"	
	Flume	H.A	271	-	-	-	0.009	"	

Tabla A-1. Continuación

OBRAS PRINCIPALES DEL SISTEMA DE RIEGO Y DRENAJE	OBRAS Y ESTRUCTURAS SOBRE LA RED DE CANALES.	MATERIAL DE CONSTRUCCION	LOCALIZACION. (Est.=10m.)	CAP. MAXIMA (M <sup>3</sup> /s)		SECCION (M <sup>2</sup> )	LONG. (Km.)	ESTADO ACTUAL	OBSERVACIONES
				DE DISEÑO	ACT.				
	Sifón	H.A	292	-	-	-	0.060	Bueno	
	Puente	"	352	-	-	-	0.004	"	
	Compuerta	H.A/HF	360	-	-	-	-	"	
	Puente	H.A	442	-	-	-	0.004	"	
	Compuerta	H.A/HF	465	-	-	-	-	"	
	Puente	H.A	492	-	-	-	0.002	"	
	Compuerta	"	550	-	-	-	-	"	
	Puente	"	613	-	-	-	0.004	"	
	Toma de Alimentación	H.A/HF	285	-	-	-	-	Malo	Construir
	Toma Cuatern. 1	Tierra	1	-	-	-	-	"	
	" " 2	H.A	1	-	-	-	-	Bueno	
	" " 3	H.A	53	-	-	-	-	"	
	Puente	H.A	63	-	-	-	-	"	
	Toma Cuatern. 4	H.A	71	-	-	-	-	"	
	Puente	H.A	100	-	-	-	-	"	
	Toma Cuatern. 5	H.A/HF	124	-	-	-	-	"	
	" " 6	"	124	-	-	-	-	"	
	" " 7	"	166	-	-	-	-	"	
	" " 8	"	176	-	-	-	-	"	
	Paso Agua	H.A	213	-	-	-	0.200	"	

Tabla A-1. Continuación

OBRAS PRINCIPALES DEL SISTEMA DE RIEGO Y DRENAJE	OBRAS Y ESTRUCTURAS SOBRE LA RED DE CANALES.	MATERIAL DE CONSTRUCCION	LOCALIZACION. (Est.=10m.)	CAP. MAXIMA (M <sup>3</sup> /S)		SECCION (M <sup>2</sup> )	LONG. (Km.)	ESTADO ACTUAL	Hoja 26 de 39
				DE DISEÑO	ACT.				OBSERVACIONES
	Puente	H.A	241	-	-	-	0.002	Bueno	
	Toma Cuatern. 9	H.A/HF	253	-	-	-	-	"	
	" " 10	"	277	-	-	-	-	"	
	" " 11	"	290	-	-	-	-	"	
	" " 12	"	395	-	-	-	-	"	
	Toma Cuatern. 13	"	384	-	-	-	-	"	
	" " 14	"	385	-	-	-	-	"	
	Alcantarilla	H.A	440	-	-	-	-	"	
	"	"	162	-	-	-	-	"	
	Toma Cuatern. 15	H.A/HF	477	-	-	-	-	Mala	Construir
	" " 16	"	478	-	-	-	-	"	
	" " 17	"	478	-	-	-	-	"	
	" " 18	"	478	-	-	-	-	Regular	Rehabilitar
	" " 19	"	496	-	-	-	-	Bueno	
	" " 20	"	511	-	-	-	-	"	
	" " 21	"	523	-	-	-	-	"	
	" " 22	"	524	-	-	-	-	"	
	" " 23	"	545	-	-	-	-	"	
	" " 24	"	570	-	-	-	-	"	
	" " 25	"	588	-	-	-	-	"	

154

Tabla A-1. Continuación

OBRAS PRINCIPALES DEL SISTEMA DE RIEGO Y DRENAJE	OBRAS Y ESTRUCTURAS SOBRE LA RED DE CANALES.	MATERIAL DE CONSTRUCCION	LOCALIZACION. (Est. = 10m.)	CAP. MAXIMA (M <sup>3</sup> /S)		SECCION (M <sup>2</sup> )	LONG. (Km.)	ESTADO ACTUAL	OBSERVACIONES
				DE DISEÑO	ACT.				
	Toma Cuatern. 26	H.A/HF	605	-	-	-	-	Bueno	
	" " 27	"	621	-	-	-	-	"	
	" " 28	"	637	-	-	-	-	"	
	" " 29	"	698	-	-	-	-	Malo	Fuera de Operac. Construir.
	" " 30	"	703	-	-	-	-	"	" " "
	" " 31	"	719	-	-	-	-	Bueno	
	" " 32	"	722	-	-	-	-	"	
	" " 33	"	734	-	-	-	-	"	
	Tanquilla	Block	777	-	-	-	-	Mala	Construir
	Sifón	H.A	780	-	-	-	-	Bueno	
	Toma Cuatern. 34	H.A/HF	780	-	-	-	-	"	
	" " 35	"	798	-	-	-	-	"	
	" " 36	"	809	-	-	-	-	"	
	" " 37	"	809	-	-	-	-	"	
	" " 38	"	809	-	-	-	-	"	
	" " 39	"	809	-	-	-	-	"	
	" " 40	"	810	-	-	-	-	"	
	" " 41	"	810	-	-	-	-	"	
	" " 42	"	830	-	-	-	-	Malo	Rehabilitar
	Puente	H.A	835	-	-	-	-	Bueno	

Tabla A-1. Continuación

OBRAS PRINCIPALES DEL SISTEMA DE RIEGO Y DRENAJE	OBRAS Y ESTRUCTURAS SOBRE LA RED DE CANALES.	MATERIAL DE CONSTRUCCION	LOCALIZACION. (Est.=10m.)	CAP. MAXIMA (M <sup>3</sup> /S)		SECCION (M <sup>2</sup> )	LONG. (Km.)	ESTADO ACTUAL	Hoja 28 de 39
				DE DISEÑO	ACT.				OBSERVACIONES
	Puente	H.A	838	-	-	-	-	Bueno	
	Toma Cuatern. 43	H.A/HF	841	-	-	-	-	Malo	Rehabilitar
	" " 44	"	861	-	-	-	-	"	"
	" " 45	"	867	-	-	-	-	"	"
	Puente	H.A	873	-	-	-	-	Bueno	
	Toma Cuatern. 46	H.A/HF	876	-	-	-	-	Malo	Rehabilitar
	Sifón	H.A	884	-	-	-	0.005	Bueno	
	Toma Cuatern. 47	H.A/HF	890	-	-	-	-	Malo	Rehabilitar
	" " 48	"	894	-	-	-	-	"	"
	Sifón	H.A	895	-	-	-	0.005	Regular	
	Toma Cuatern. 49	H.A/HF	900	-	-	-	-	Malo	Rehabilitar
	Sifón	H.A	907	-	-	-	0.005	Regular	"
	Toma Cuatern. 50	H.A/HF	920	-	-	-	-	Malo	"
	Sifón	H.A	932	-	-	-	0.005	Regular	"
Cuaternario 1	-	-	1	-	-	-	-	Malo	Toma directa
" 2	-	-	1	-	-	-	-	Bueno	Rehabilitar
" 3	-	-	53	-	-	-	-	"	" "
" 4	-	-	71	-	-	-	-	"	" "
" 5	-	-	24	-	-	-	5.102	"	
	Alcantarilla	-	1	-	-	-	-	"	

Tabla A-1. Continuación

OBRAS PRINCIPALES DEL SISTEMA DE RIEGO Y DRENAJE	OBRAS Y ESTRUCTURAS SOBRE LA RED DE CANALES.	MATERIAL DE CONSTRUCCION	LOCALIZACION (Est. = 10m.)	CAP. MAXIMA (M <sup>3</sup> /S)		SECCION (M <sup>2</sup> )	LONG. (Km.)	ESTADO ACTUAL	Hoja 29 de 39
				DE DISEÑO	ACT.				OBSERVACIONES
	Sifón	-	37	-	-	-	-	Bueno	
	Toma Quinq. 1	H.A/HF	37	-	-	-	-	"	
	Caida	H.A	75	-	-	-	-	"	
	"	"	81	-	-	-	-	"	
	Sifón	-	85	-	-	-	-	"	
	Toma Quinquen. 2	H.A/HF	141	-	-	-	-	"	Toma directa
	" " 3	"	149	-	-	-	-	"	" "
	" " 4	"	177	-	-	-	-	"	" "
	" " 5	"	282	-	-	-	-	"	" "
	Puente	-	312	-	-	-	-	"	
	Toma Quinquen. 6	H.A/HF	342	-	-	-	-	"	Toma directa
	Puente	-	348	-	-	-	-	"	
	Toma Quinquen. 7	H.A/HF	349	-	-	-	-	"	Toma directa
	" " 8	"	351	-	-	-	-	"	" "
	Caida	-	352	-	-	-	-	"	
	Toma Quinquen. 9	H.A/HF	400	-	-	-	-	"	Toma directa
	Puente	-	422	-	-	-	-	"	
	Sifón	-	458	-	-	-	-	"	
	Toma Quinquen 10	H.A/HF	458	-	-	-	-	"	Toma directa
	Alcantarilla	H.A	471	-	-	-	-	"	

Tabla A-1. Continuación

OBRAS PRINCIPALES DEL SISTEMA DE RIEGO Y DRENAJE	OBRAS Y ESTRUCTURAS SOBRE LA RED DE CANALES.	MATERIAL DE CONSTRUCCION	LOCALIZACION. (Est.=10m.)	CAP. MAXIMA (M <sup>3</sup> /S)		SECCION (M <sup>2</sup> )	LONG. (Km.)	ESTADO ACTUAL	Hoja 30 de 39
				DE DISEÑO	ACT.				OBSERVACIONES
	Sifón	-	482	-	-	-	-	Bueno	
	"	H.A	508	-	-	-	-	"	
Quinquenario # 1	-	-	37	-	-	-	0.050	-	Toma directa
" # 2	-	-	141	-	-	-	0.050	-	" "
" # 3	-	-	149	-	-	-	0.050	-	" "
" # 4	-	-	177	-	-	-	0.050	-	" "
" # 5	-	-	282	-	-	-	0.050	-	" "
" # 6	-	-	342	-	-	-	0.050	-	" "
" # 7	-	-	349	-	-	-	0.050	-	" "
" # 8	-	-	351	-	-	-	0.050	-	" "
" # 9	-	-	400	-	-	-	0.050	-	" "
" #10	-	-	458	-	-	-	0.050	-	" "
Cuaternario # 6	-	-	124	-	-	-	-	-	" "
" # 7	-	-	166	-	-	-	-	-	" "
" # 8	-	-	176	-	-	-	-	-	" "
" # 9	-	-	253	-	-	-	-	-	" "
" #10	-	-	277	-	-	-	-	-	" "
" #11	-	-	290	-	-	-	0.050	-	" "
" #12	-	-	375	-	-	-	0.050	-	" "
" #13	-	-	384	-	-	-	0.050	-	" "

Tabla A-1. Continuación

OBRAS PRINCIPALES DEL SISTEMA DE RIEGO Y DRENAJE	OBRAS Y ESTRUCTURAS SOBRE LA RED DE CANALES.	MATERIAL DE CONSTRUCCION	LOCALIZACION. (Est.=10m.)	CAP. MAXIMA (M <sup>3</sup> /S)		SECCION (M <sup>2</sup> )	LONG. (Km.)	ESTADO ACTUAL	Hoja 31 de 39
				DE DISEÑO	ACT.				OBSERVACIONES
Cuaternario #14	-	-	385	-	-	-	0.050	-	Toma directa
" #15	-	-	477	-	-	-	0.050	-	" "
" #16	-	-	478	-	-	-	0.050	-	" "
" #17	-	-	478	-	-	-	0.050	-	" "
" #18	-	-	478	-	-	-	0.400	Regular	Rehabilitar
	Alcantarilla	-	-	-	-	-	-	Bueno	
Cuaternario #19	-	-	496	-	-	-	-	"	Toma directa
" #20	-	-	511	-	-	-	0.050	"	" "
" #21	-	-	523	-	-	-	0.050	"	" "
" #22	-	-	524	-	-	-	0.050	"	" "
" #23	-	-	545	-	-	-	0.050	"	" "
" #24	-	-	570	-	-	-	0.050	"	" "
" #25	-	-	588	-	-	-	0.050	"	" "
" #26	-	-	605	-	-	-	0.050	"	" "
" #27	-	-	621	-	-	-	0.050	"	" "
" #28	-	-	637	-	-	-	0.050	"	" "
" #29	-	-	698	-	-	-	0.050	"	" "
" #30	-	-	703	-	-	-	0.050	"	" "
" #31	-	-	719	-	-	-	0.050	"	" "
" #32	-	-	722	-	-	-	0.050	"	" "

Tabla A-1. Continuación

OBRAS PRINCIPALES DEL SISTEMA DE RIEGO Y DRENAJE	OBRAS Y ESTRUCTURAS SOBRE LA RED DE CANALES.	MATERIAL DE CONSTRUCCION	LOCALIZACION. (Est.=10m.)	CAP. MAXIMA (M <sup>3</sup> /S)		SECCION (M <sup>2</sup> )	LONG. (Km.)	ESTADO ACTUAL	Hoja 32 de 39
				DE DISEÑO	ACT.				OBSERVACIONES
Cuaternario #33	-	-	734	-	-	-	0.050	Bueno	Toma directa
" #34	-	-	780	-	-	-	0.050	"	" "
" #35	-	-	798	-	-	-	0.050	"	" "
" #36	-	-	809	-	-	-	0.050	"	" "
" #37	-	-	809	-	-	-	0.050	"	" "
" #38	-	-	809	-	-	-	0.050	"	" "
" #39	-	-	809	-	-	-	0.050	"	" "
" #40	-	-	810	-	-	-	0.050	"	" "
	Sifón	H.A	16	-	-	-	-	-	" "
	"	"	28	-	-	-	-	Bueno	
	"	"	39	-	-	-	-	"	
	"	"	51	-	-	-	-	"	
	"	"	55	-	-	-	-	"	
	"	"	74	-	-	-	-	"	
	"	"	82	-	-	-	-	"	
	"	"	87	-	-	-	-	"	
	"	"	99	-	-	-	-	"	
	"	"	103	-	-	-	-	"	
	Toma Quinquen.	H.A/HF	106	-	-	-	-	"	Toma directa
	Sifón	H.A	233	-	-	-	-	"	

Tabla A-1. Continuación

OBRAS PRINCIPALES DEL SISTEMA DE RIEGO Y DRENAJE	OBRAS Y ESTRUCTURAS SOBRE LA RED DE CANALES.	MATERIAL DE CONSTRUCCION	LOCALIZACION. (Est. = 10m.)	CAP. MAXIMA (M <sup>3</sup> /S)		SECCION (M <sup>2</sup> )	LONG. (Km.)	ESTADO ACTUAL	Hoja 33 de 39
				DE DISEÑO	ACT.				OBSERVACIONES
Quinquenario # 1	-	-	106	-	-	-	-	-	
" # 2	-	-	563	-	-	-	-	-	
Cuaternario #41	-	-	810	-	-	-	0.050	-	Toma directa
" #42	-	-	830	-	-	-	0.050	-	" "
" #43	-	-	841	-	-	-	0.050	-	" "
" #44	-	-	861	-	-	-	0.050	-	" "
" #45	-	-	867	-	-	-	0.050	-	" "
" #46	-	-	876	-	-	-	0.050	-	" "
" #47	-	-	890	-	-	-	0.050	-	" "
" #48	-	-	894	-	-	-	0.050	-	" "
" #49	-	-	900	-	-	-	0.050	-	" "
" #50	-	-	920	-	-	-	0.050	-	" "
Terciario # 2	-	-	402	-	-	-	5.471	Bueno	
	Alcantarilla	H.A	0	-	-	-	-	"	
	Tina	"	0	-	-	-	-	"	
	Caida	"	37	-	-	-	-	"	
	"	"	51	-	-	-	-	"	
	Puente	"	57	-	-	-	0.004	"	
	Compuerta	H.A/HF	77	-	-	-	-	"	
	Caida	H.A	107	-	-	-	-	"	

Tabla A-1. Continuación

OBRAS PRINCIPALES DEL SISTEMA DE RIEGO Y DRENAJE	OBRAS Y ESTRUCTURAS SOBRE LA RED DE CANALES.	MATERIAL DE CONSTRUCCION	LOCALIZACION (Est. = 10m.)	CAP. MAXIMA (M <sup>3</sup> /S)		SECCION (M <sup>2</sup> )	LONG. (Km.)	ESTADO ACTUAL	Hoja 34 de 39
				DE DISEÑO	ACT.				OBSERVACIONES
	Puente	H.A	134	-	-	-	0.004	Bueno	
	Compuerta	H.A/HF	135	-	-	-	-	"	
	Caida	H.A	136	-	-	-	0.004	"	
	Compuerta	H.A/HF	221	-	-	-	-	"	
	Caida	H.A	222	-	-	-	-	"	
	Puente	"	235	-	-	-	0.004	"	
	Caida	"	261	-	-	-	-	"	
	"	"	314	-	-	-	-	"	
	Compuerta	H.A/HF	314	-	-	-	-	"	
	Caida	H.A	431	-	-	-	-	"	
	"	"	435	-	-	-	-	"	
	Compuerta	H.A/HF	435	-	-	-	-	"	
	Caida	H.A	495	-	-	-	-	"	
	Compuerta	H.A/HF	495	-	-	-	-	"	
	Caida	H.A	512	-	-	-	-	"	
	"	"	536	-	-	-	-	"	
Terciario # 3	-	-	997	-	-	-	1.399	"	
	Alcantarilla	H.A	0	-	-	-	0.005	"	
	Compuerta	H.A/HF	0	-	-	-	-	"	
	Flume	H.A	137	-	-	-	0.008	"	

Tabla A-1. Continuación

OBRAS PRINCIPALES DEL SISTEMA DE RIEGO Y DRENAJE	OBRAS Y ESTRUCTURAS SOBRE LA RED DE CANALES.	MATERIAL DE CONSTRUCCION	LOCALIZACION (Est.=10m.)	CAP. MAXIMA (M <sup>3</sup> /S)		SECCION (M <sup>2</sup> )	LONG. (Km.)	ESTADO ACTUAL	Hoja 35 de 39 OBSERVACIONES
				DE DISEÑO	ACT.				
	Alcantarilla	H.A	130	-	-	-	0.012	Bueno	
	Compuerta	H.A/HF	134	-	-	-	-	"	
	Caida	H.A	138	-	-	-	-	"	
	Compuerta	H.A/HF	138	-	-	-	-	"	
	Tina	H.A	139	-	-	-	0.006	"	
Drenaje # 1	-	Tierra	-	-	-	-	8.620	"	
	Alcantarilla	H.A	101	-	-	-	-	"	
	Caida	H.S	126	-	-	-	-	"	
	"	"	172	-	-	-	-	"	
	"	"	193	-	-	-	-	"	
	"	"	255	-	-	-	-	"	
	"	"	308	-	-	-	-	"	
	"	"	344	-	-	-	-	"	
	"	"	390	-	-	-	-	"	
	"	"	491	-	-	-	-	"	
	"	"	498	-	-	-	-	"	
	"	"	510	-	-	-	-	"	
	"	"	624	-	-	-	-	"	
	"	"	698	-	-	-	-	"	
	"	"	741	-	-	-	-	"	

Tabla A-1. Continuación

OBRAS PRINCIPALES DEL SISTEMA DE RIEGO Y DRENAJE	OBRAS Y ESTRUCTURAS SOBRE LA RED DE CANALES.	MATERIAL DE CONSTRUCCION	LOCALIZACION. (Est.=10m.)	CAP. MAXIMA (M <sup>3</sup> /S)		SECCION (M <sup>2</sup> )	LONG. (Km.)	ESTADO ACTUAL	Hoja 36 de 39
				DE DISEÑO	ACT.				OBSERVACIONES
Drenaje # 2	-	Tierra	-	-	-	-	2.680	Bueno	
	Caida	H.S	37	-	-	-	-	"	
	"	"	90	-	-	-	-	"	
	"	"	134	-	-	-	-	"	
	"	"	171	-	-	-	-	"	
	"	"	194	-	-	-	-	"	
Drenaje # 3	-	Tierra	-	-	-	-	4.480	"	
	Alcantarilla	H.A	-	-	-	-	-	"	
	Caida	H.S	172	-	-	-	-	"	
	"	"	254	-	-	-	-	"	
	"	"	332	-	-	-	-	"	
	"	"	402	-	-	-	-	"	
	Puente	H.A.	404	-	-	-	-	"	
Drenaje # 4	-	Tierra	-	-	-	-	6.200	"	
	Alcantarilla	H.A	10	-	-	-	-	"	
	Caida	H.S	97	-	-	-	-	"	
	"	"	146	-	-	-	-	"	
	"	"	200	-	-	-	-	"	
	"	"	234	-	-	-	-	"	
	"	"	300	-	-	-	-	"	

Tabla A-1. Continuación

OBRAS PRINCIPALES DEL SISTEMA DE RIEGO Y DRENAJE	OBRAS Y ESTRUCTURAS SOBRE LA RED DE CANALES.	MATERIAL DE CONSTRUCCION	LOCALIZACION (Est. = 10m.)	CAP. MAXIMA (M <sup>3</sup> /S)		SECCION (M <sup>2</sup> )	LONG. (Km.)	ESTADO ACTUAL	Hoja 37 de 39
				DE DISEÑO	ACT.				OBSERVACIONES
	Caida	H.S	341	-	-	-	-	Bueno	
	Alcantarilla	H.A	355	-	-	-	-	"	
	Caida	H.S	374	-	-	-	-	"	
	"	"	454	-	-	-	-	"	
	Alcantarilla	H.A	441	-	-	-	-	"	
	"	"	476	-	-	-	-	"	
	"	"	538	-	-	-	-	"	
Drenaje # 5	Caida	H.S	549	-	-	-	-	"	
	-	Tierra	-	-	-	-	1.560	"	
	Puente	H.A	38	-	-	-	-	"	
	"	"	90	-	-	-	-	"	
	Caida	H.S	120	-	-	-	-	"	
	Puente	H.A	124	-	-	-	-	"	
Drenaje # 6	-	Tierra	-	-	-	-	6.920	"	
	Puente	H.A	76	-	-	-	-	"	
	Caida	H.S	110	-	-	-	-	"	
	Puente	H.A	129	-	-	-	-	"	
	Caida	H.S	151	-	-	-	-	"	
	"	"	183	-	-	-	-	"	
	"	"	215	-	-	-	-	"	

Tabla A-1. Continuación

OBRAS PRINCIPALES DEL SISTEMA DE RIEGO Y DRENAJE	OBRAS Y ESTRUCTURAS SOBRE LA RED DE CANALES.	MATERIAL DE CONSTRUCCION	LOCALIZACION. (Est.=10m.)	CAP. MAXIMA (M <sup>3</sup> /S)		SECCION (M <sup>2</sup> )	LONG. (Km.)	ESTADO ACTUAL	OBSERVACIONES
				DE DISEÑO	ACT.				
	Puente	H.A	257	-	-	-	-	Bueno	
	Caida	H.S	260	-	-	-	-	"	
	"	"	302	-	-	-	-	"	
	Puente	H.A	327	-	-	-	-	"	
	Caida	H.S	378	-	-	-	-	"	
	Puente	H.A	388	-	-	-	-	"	
	Caida	H.S	434	-	-	-	-	"	
	"	"	474	-	-	-	-	"	
	Puente	H.A	483	-	-	-	-	"	
	"	"	501	-	-	-	-	"	
	Caida	H.S	538	-	-	-	-	"	
	"	"	583	-	-	-	-	"	
	Puentes	H.A	613	-	-	-	-	"	
	"	"	618	-	-	-	-	"	
	Caida	H.S	660	-	-	-	-	"	
Drenaje # 7	-	Tierra	-	-	-	-	6.920	"	
Drenaje # 8	-	"	-	-	-	-	3.740	"	
	Desague	"	6	-	-	-	-	"	
	Caida	H.S	160	-	-	-	-	"	
	"	"	242	-	-	-	-	"	

Tabla A-1. Continuación

OBRAS PRINCIPALES DEL SISTEMA DE RIEGO Y DRENAJE	OBRAS Y ESTRUCTURAS SOBRE LA RED DE CANALES.	MATERIAL DE CONSTRUCCION	LOCALIZACION. (Est. = 10m.)	CANTIDAD (M <sup>3</sup> )		SECCION (M <sup>2</sup> )	LONG. (Km.)	ESTADO ACTUAL	Hoja 39 de 39
				DE DISEÑO	ACT.				OBSERVACIONES
	Caida	H.A	278	-	-	-	-	Bueno	
	Alcantarilla	"	293	-	-	-	-	"	
	"	"	307	-	-	-	-	"	
	"	"	319	-	-	-	-	"	
	Caida	H.S	334	-	-	-	-	"	
	Alcantarilla	H.A	349	-	-	-	-	"	
	"	"	363	-	-	-	-	"	
Drenaje # 9	-	Tierra	-	-	-	-	1.180	"	
Drenaje #10	-	"	-	-	-	-	0.590	"	
Drenaje #11	-	"	-	-	-	-	0.640	"	
Drenaje #12	-	"	-	-	-	-	0.220	"	
Drenaje #13	-	"	-	-	-	-	0.500	"	
Drenaje #14	-	"	-	-	-	-	1.150	"	
Drenaje #15	-	"	-	-	-	-	1.060	"	
Drenaje #16	-	"	-	-	-	-	0.556	"	
Drenaje #17	-	"	-	-	-	-	0.250	"	
Drenaje #18	-	"	-	-	-	-	1.260	"	
Drenaje #19	-	"	-	-	-	-	0.820	"	
Drenaje #20	-	"	-	-	-	-	0.380	"	

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

A P E N D I C E "B"

REQUERIMIENTOS NETOS DE RIEGO

CURVAS DE DEMANDA ACUMULADA Y CALENDARIO

DE RIEGO DE LOS CULTIVOS

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

Tabla B-1

REQUERIMIENTOS NETOS DE RIEGO

$\frac{mm}{m^3 \times 10^3}$

CULTIVO	Maíz y Sorgo
DURACION CICLO	3 meses
Cvc <sup>2/</sup>	0.45 0.95 0.71 -

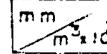
MES DE SIEMBRA	AREA, Ha.	REQUERIMIENTOS NETOS DE RIEGO											
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
E	338.4	87 294	175 592	165 558	/	/	/	/	/	/	/	/	/
F	159.4	/	83 132	213 340	172 274	/	/	/	/	/	/	/	/
M	320.3	/	/	59 189	195 625	160 512	/	/	/	/	/	/	/
A	915.0	/	/	/	104 952	173 1583	133 1217	/	/	/	/	/	/
M	1061.1	/	/	/	/	60 637	179 1899	169 1793	/	/	/	/	/
J	398.5	/	/	/	/	/	70 279	219 873	150 598	/	/	/	/
J	574.9	/	/	/	/	/	/	100 575	199 1144	105 604	/	/	/
A	498.1	/	/	/	/	/	/	/	82 408	148 737	98 488	/	/
S	176.1	/	/	/	/	/	/	/	/	45 79	138 243	130 229	/
O	356.4	/	/	/	/	/	/	/	/	/	42 150	168 599	134 478
N	66.4	142 94	/	/	/	/	/	/	/	/	/	76 50	173 115
D		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
VT <sup>1/</sup>	Area, en Ha.	388 405	724 498	1087 818	1851 1395	2732 2296	3395 2375	3241 2035	2150 1472	1420 1249	881 1031	878 599	593 423
Lpp <sup>2/</sup>	EN mm.	96	145	133	133	119	143	159	146	114	85	147	140
Lpp	ACUMULADA, EN mm.	96	250	383	516	635	778	937	1083	1197	1282	1429	1569

<sup>1/</sup>: VOLUMEN TOTAL,  $M^3 \times 10^3$   
<sup>2/</sup>: LAMINA PROMEDIO PONDERADA  
<sup>3/</sup>: COEFICIENTE VARIACION CICLO VEGETATIVO



Tabla B-3

REQUERIMIENTOS NETOS DE RIEGO



CULTIVO	Plátanos
DURACION CICLO	Permanente
Cvc	1.00 - - -

MES DE SIEMBRA	AREA, Hc.	REQUERIMIENTOS NETOS DE RIEGO												
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	S	D	
4/	1047.8	183 1917												
			176 1844											
				213 2232										
					222 2325									
						173 1813								
							179 1876							
								220 2305						
									216 2263					
										148 1551				
											139 1456			
												168 1760		
													165 1729	
$V_T$	Area, en Hc.	1917	1844	2232	2325	1813	1875	2305	2263	1551	1456	1760	1726	
$L_{pp}$	EN mm.	183	176	213	222	173	179	220	216	148	139	168	165	
$L_{pp}$	ACUMULADA, EN mm.	183	359	572	794	967	1146	1366	1582	1730	1869	2037	2202	

1/ : VOLUMEN TOTAL,  $M^3 \times 10^3$   
 2/ : LAMINA PROMEDIO PONDERADA  
 3/ : COEFICIENTE VARIACION CICLO VEGETATIVO

4/ : La superficie se considera constante por ser un cultivo permanente.

Tabla B-4

REQUERIMIENTOS NETOS DE RIEGO

mm  
10<sup>3</sup>

CULTIVO: Maní  
DURACION CICLO: 4 meses  
Cve: 01-0-950.920.74

MES DE SIEMBRA	AREA, Ha.	REQUERIMIENTOS NETOS DE RIEGO								
		E	F	M	A	M	J	J	A	
E	163.4	74 121	144 235	168 275	141 230					
F	136.7		71 97	174 238	176 241	95 130				
M	246.5			85 210	181 446	128 316	104 256			
A	150.8				89 134	134 202	136 205	137 207		
M	91.8					45 41	141 129	173 159	56 51	
$V_T$ 1/	Area, en Ha.	121	332	723	1051	689	590	366	51	
$L_{pp}$ 2/, EN mm.		164	300	547	698	626	489	243	92	
$L_{pp}$ ACUMULADA, EN mm.		74	185	319	470	580	701	852	907	

1/ VOLUMEN TOTAL, M<sup>3</sup> × 10<sup>3</sup>  
2/ LAMINA PROMEDIO PONDERADA  
3/ COEFICIENTE VARIACION CICLO VEGETATIVO

Tabla B-5

REQUERIMIENTOS NETOS DE RIEGO

mm  
m<sup>3</sup> x 10<sup>3</sup>

CULTIVO	Otros
DURACION CICLO	-
Cve	0.75 - - -

MES DE SIEMBRA	AREA, Ha.	REQUERIMIENTOS NETOS DE RIEGO											
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
E	1301.4	139 1809	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
F	1355.2	/	134 1809	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
M	1265.8	/	/	152 2051	/	/	/	/	/	/	/	/	/
A	1284.4	/	/	/	169 2171	/	/	/	/	/	/	/	/
M	1245.7	/	/	/	/	122 1642	/	/	/	/	/	/	/
J	1280.0	/	/	/	/	/	130 1664	/	/	/	/	/	/
J	1349.6	/	/	/	/	/	/	166 2240	/	/	/	/	/
A	1541.5	/	/	/	/	/	/	/	146 2251	/	/	/	/
S	1661.6	/	/	/	/	/	/	/	/	102 1695	/	/	/
O	1799.6	/	/	/	/	/	/	/	/	/	95 1710	/	/
N	1607.7	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	127 2042	/
D	1238.4	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	158 1710
<b>V<sub>T</sub></b> 1/	Area, en Ha.	1809	1816	2051	2171	1642	1664	2240	2251	1695	1710	2042	1710
		1301	1355	1266	1284	1346	1280	1350	1542	1662	1800	1608	1238
L <sub>pp</sub> 2/ EN mm.		139	134	162	169	122	130	166	146	102	95	127	138
L <sub>pp</sub> ACUMULADA, EN mm.		139	273	435	604	726	856	1022	1168	1270	1365	1492	1630

1/ VOLUMEN TOTAL, M<sup>3</sup> x 10<sup>3</sup>  
 2/ LAMINA PROMEDIO PONDEPADA  
 3/ COEFICIENTE VARIACION CICLO VEGETATIVO  
 4/ En el caso del cultivo "otros" se ha utilizado la superficie total bajo riego (Tabla )

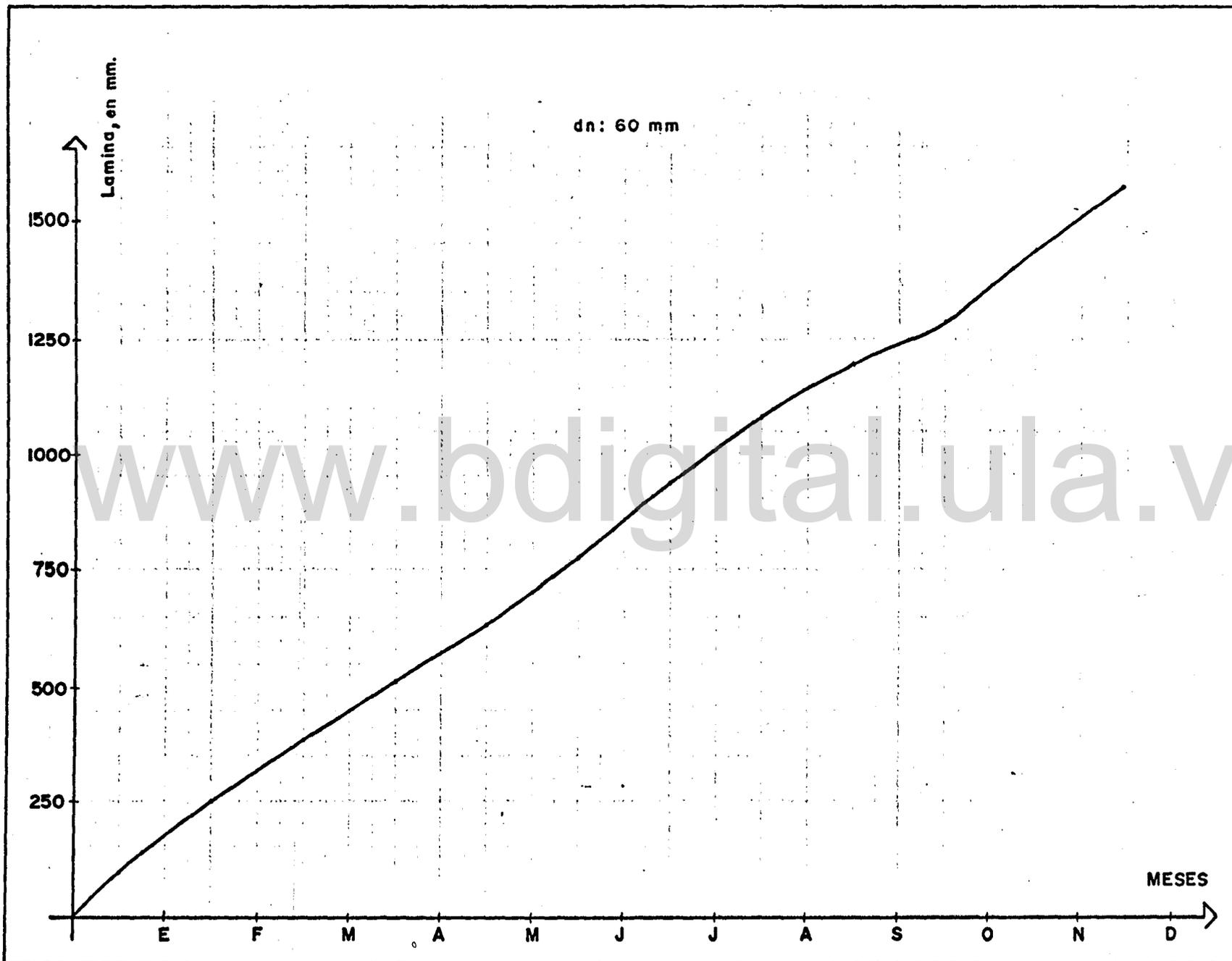


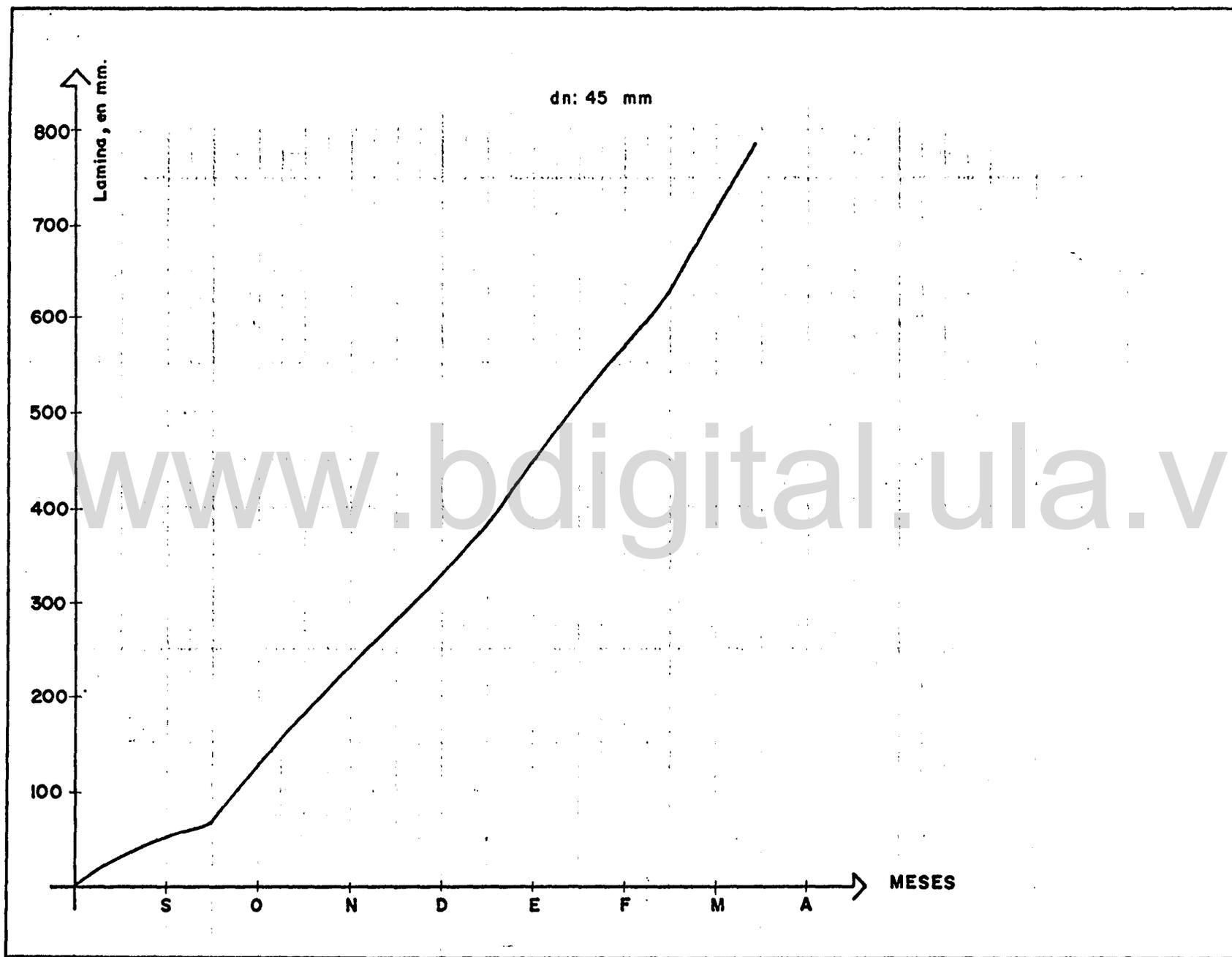
Fig. B-1 Curva de demanda acumulada, maiz y sorgo

TABLA B-6 CALENDARIO DE RIEGO PARA MAIZ Y SORGO

Número Riegos	Lámina Acumulada, mm	Fecha * Día - Mes	Intervalo * Días
1	60	10-E	-
2	120	20-E	10
3	180	2-F	12
4	240	14-F	12
5	300	27-F	13
6	360	9-M	12
7	420	23-M	14
8	480	7-A	14
9	540	22-A	15
10	600	7-M	15
11	660	22-M	15
12	720	4-J	12
13	780	16-J	12
14	840	25-J	9
15	900	8-J1	13
16	960	19-J1	11
17	1020	2-A	13
18	1080	16-A	14
19	1140	1-S	15
20	1200	17-S	16
21	1260	6-O	19
22	1320	23-O	17
23	1380	5-N	13
24	1440	17-N	12
25	1500	2-D	15
26	1560	13-D	11

\* Obtenido de Fig. B-1

Intervalo promedio: 13 días



178

Fig. B-2 Curva de demanda acumulada, habichuelas.

TABLA B-7 CALENDARIO DE RIEGO PARA HABICHUELAS

Número Riegos	Lámina Acumulada, mm	Fecha* Día - Mes	Intervalo* Días
1	45	28-S	-
2	90	23-O	25
3	135	6-N	13
4	180	15-N	9
5	225	24-N	9
6	270	10-D	16
7	315	27-D	17
8	360	9-E	12
9	405	21-E	12
10	450	3-F	12
11	495	12-F	9
12	540	22-F	10
13	585	2-M	10
14	630	11-M	9
15	675	20-M	9
16	720	29-M	9
17	765	9-A	10

\*Obtenido de Fig. B-2

Intervalo promedio: 12 días

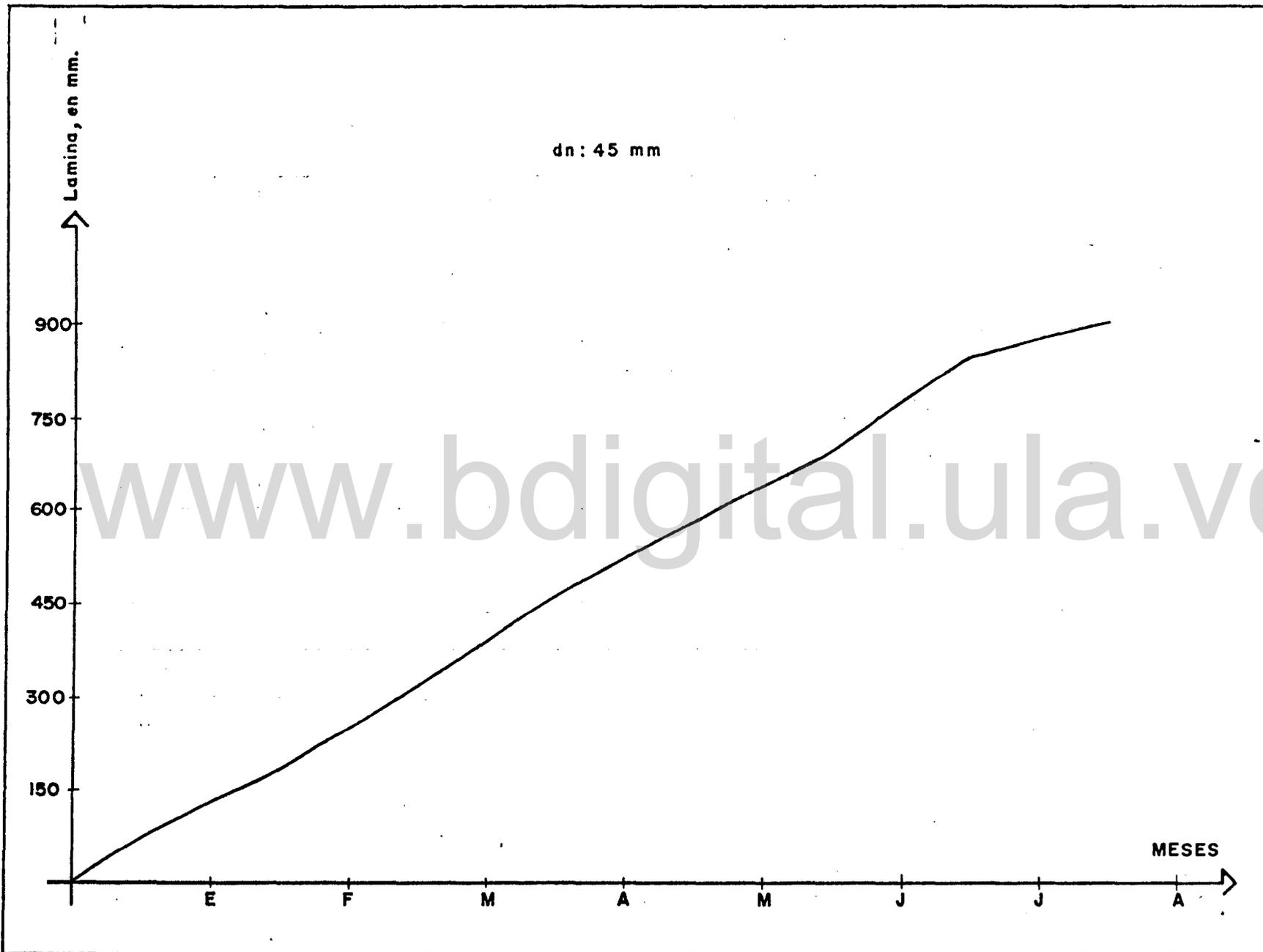


Fig. B-3 Curva de demanda acumulada, Mani.

TABLA B-8 - CALENDARIO DE RIEGO PARA MANI

Número Riegos	Lámina Acumulada, mm	Fecha * Día - Mes	Intervalo * Días
1	45	9-E	-
2	90	19-E	10
3	135	30-E	11
4	180	12-F	12
5	225	24-F	12
6	270	5-M	11
7	315	13-M	8
8	360	23-M	10
9	405	2-A	9
10	450	11-A	9
11	495	22-A	11
12	540	4-M	12
13	585	16-M	12
14	630	25-M	9
15	675	7-J	12
16	720	17-J	10
17	765	25-J	8
18	810	4-J1	9
19	855	15-J1	11

\*: Obtenido de Fig. B-3

Intervalo promedio: 10 días.

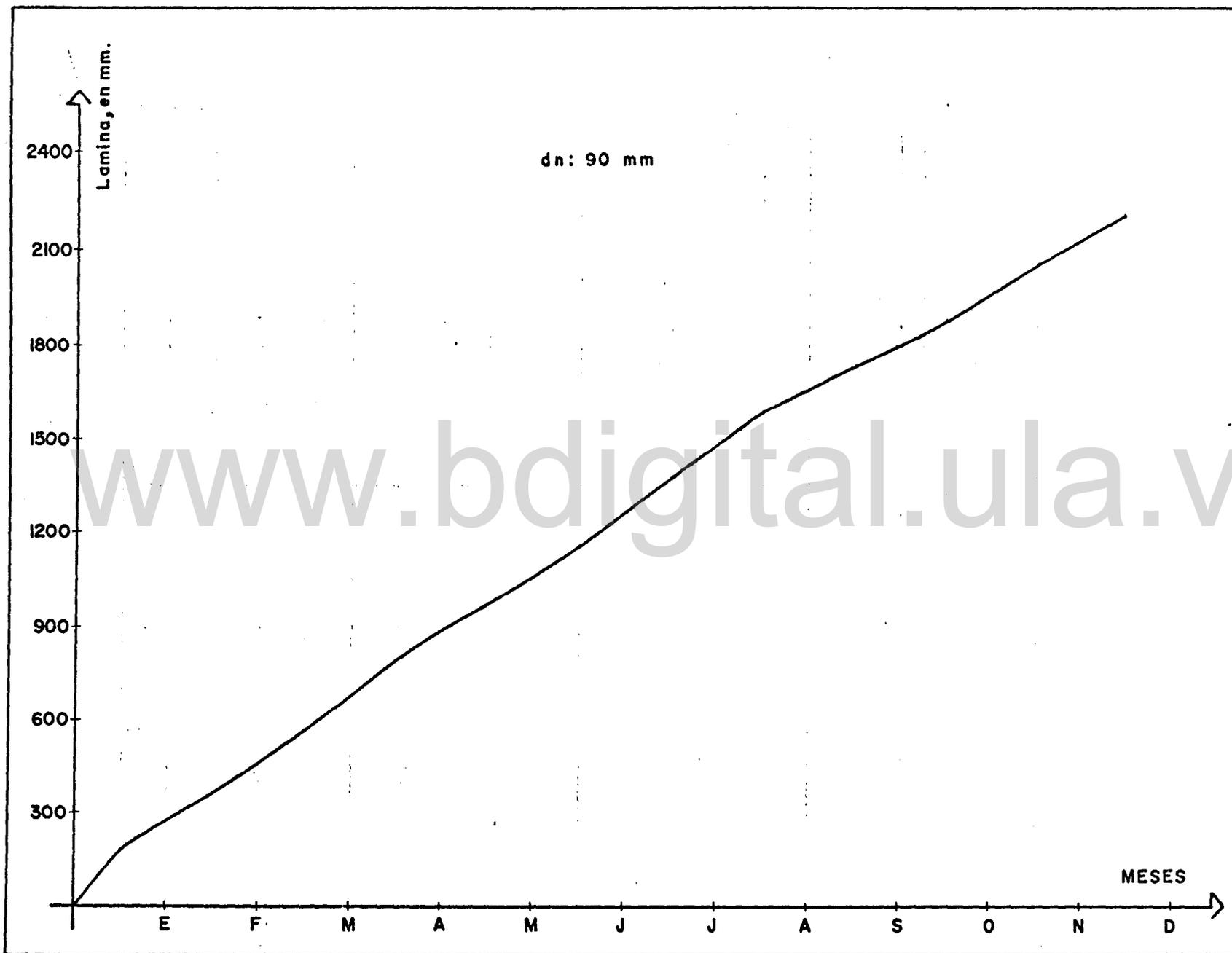


Fig. B-4 Curva de demanda acumulada, platano.

TABLA B-9 CALENDARIO DE RIEGO PARA PLATANO

Número Riegos	Lámina Acumulada, mm	Fecha* Día - Mes	Intervalo* Días
1	90	6-E	-
2	180	15-E	9
3	270	26-E	11
4	360	12-F	16
5	450	28-F	16
6	540	11-M	13
7	630	22-M	11
8	720	4-A	12
9	810	16-A	12
10	900	1-M	15
11	990	17-M	16
12	1080	2-J	15
13	1170	18-J	16
14	1260	1-J1	13
15	1350	14-J1	13
16	1440	28-J1	14
17	1530	12-A	14
18	1620	23-A	11
19	1710	11-S	18
20	1800	7-O	26
21	1890	24-O	17
22	1980	4-N	10
23	2070	20-N	16
24	2160	8-D	18

\*: Obtenido de Fig. B-4

Intervalo promedio: 14 días

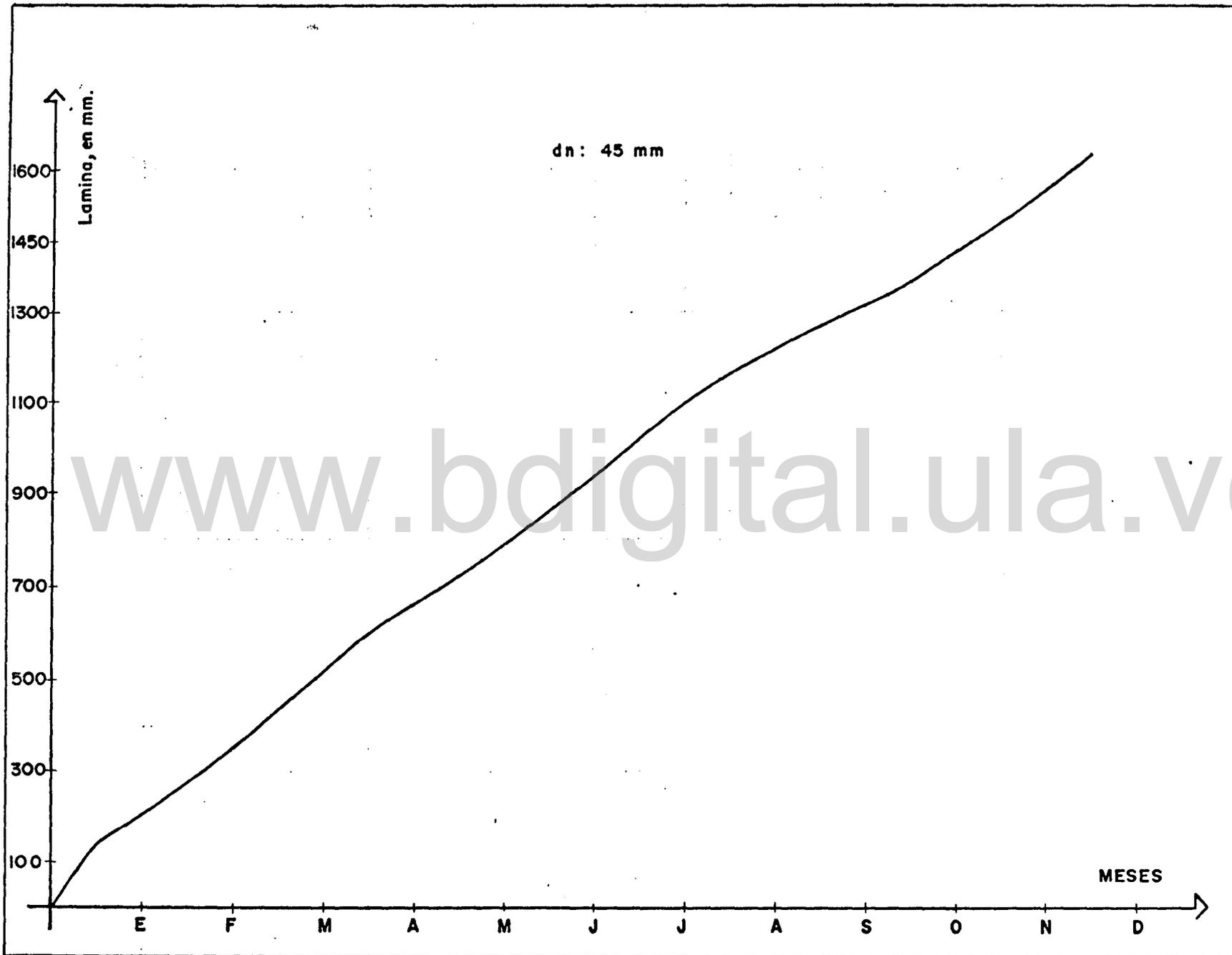


Fig. B-5 Curva de demanda acumulada, otros.

TABLA B-10 CALENDARIO DE RIEGO PARA OTROS

Número Riegos	Lámina Acumulada, mm	Fecha* Día - Mes	Intervalo* Días
1	45	3-E	-
2	90	8-E	5
3	135	14-E	6
4	180	23-E	9
5	225	2-F	9
6	270	13-F	11
7	315	24-F	11
8	360	3-M	9
9	405	11-M	8
10	450	18-M	7
11	495	26-M	8
12	540	3-A	7
13	585	13-A	10
14	630	23-A	10
15	675	4-M	11
16	720	15-M	11
17	765	26-M	11
18	810	7-J	11
19	855	16-J	9
20	900	25-J	11
21	945	3-J1	8
22	990	10-J1	7
23	1035	18-J1	8
24	1080	28-J1	10
25	1125	8-A	10
26	1170	19-A	11
27	1205	29-A	10
28	1260	11-S	12
29	1305	24-S	13
30	1350	4-O	10
31	1395	18-O	14
32	1440	30-O	12
33	1485	12-N	12
34	1530	23-N	11
35	1575	2-D	9
36	1620	14-D	12

\*: Obtenido de Fig. B-5

Intervalo promedio: 10 días

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

A P E N D I C E "C"

DETERMINACION DE LOS CAUDALES Y  
TIEMPO PARA LA OPERACION DEL SISTEMA DE RIEGO

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

Tabla C-1. Período "Otoño-Invierno". Operación por Caudal Continuo.  
(Continuación de Tabla 6.17).

Lateral No. 3

Caudal de diseño : 750 l/Seg.

Cultivos	Ac en ha.	db en mm.	lr en días	Q cult. en l/seg.			
				8 hrs	12 hrs	15hrs	24hrs
Tomates y Melones	84.7	90	10	265	177	141	88
Maiz y Sorgo	-	-	-	-	-	-	-
Habichuelas	10.0	90	10	31	21	17	10
Mani	-	-	-	-	-	-	-
Platanos	15.7	180	15	65	44	35	22
Otros	-	-	-	-	-	-	-
	110.4	Q cult. total....		361	242	193	120
		Q en toma lateral...		451	302	241	150

Lateral No. 4

Caudal de diseño : 2,960 l/Seg.

Cultivos	Ac en ha	db en mm.	lr en días	Q cult. en l/seg.			
				8 hrs	12 hrs	15hrs	24hrs
Tomates y Melones	829.8	90	10	2,595	1,730	1,384	865
Maiz y Sorgo	-	-	-	-	-	-	-
Habichuelas	48.0	90	10	150	100	80	50
Mani	-	-	-	-	-	-	-
Platanos	176.1	180	15				
Otros	198.1	90	10	734	490	392	245
	1,252.0	Q cult. total. ....		3,479	2,320	1,856	1,160
		Q en toma lateral...		4,349	2,900	2,320	1,450

Tabla C-1. Continuación.

Lateral No. 5`

Caudal de diseño : 1,500 l/Seg.

Cultivos	Ac en ha.	db en mm.	lr en días	Q cult. en l/seg.				
				8 hrs	12 hrs	15hrs	24hrs	
Tomates y Melones	597.4	90	10	1,868	1,246	996	623	
Maiz y Sorgo	39.7	120	15	110	74	59	37	
Habichuelas	80.0	90	10	250	167	133	83	
Mani	11.3	90	10	35	24	19	12	
Platanos	125.8	180	15	525	350	280	175	
Otros	249.0	90	10	779	519	415	260	
	1,103.2			Q cult. total....	3,567	2,380	1,902	1,190
				Q en toma lateral...	4,459	2,975	2,378	1,488

Lateral No. 6

Caudal de diseño: 6,200 l/Seg.

Cultivos	Ac en ha	db en mm.	lr en días	Q cult. en l/seg.				
				8 hrs	12 hrs	15hrs	24hrs	
Tomates y Melones	724.9	90	10	2,267	1,511	1,209	756	
Maiz y Sorgo	150.5	120	15	418	279	223	139	
Habichuelas	210.0	90	10	657	438	350	219	
Mani	98.0	90	10	306	204	163	102	
Platanos	365.4	180	15	1,524	1,016	813	508	
Otros	474.5	90	10	1,484	989	791	495	
	2,023.3			Q cult. total. ....	6,656	4,437	3,549	2,219
				Q en toma lateral...	8,320	5,546	4,436	2,774

Tabla C-2. Período "Otoño-Invierno": Operación por Rotación  
(Continuación de Tabla 6.18)

Lateral No. 3

Caudal de diseño: 750 l/Seg.

Caudal Modulo (Qm) 500 l/Seg.

Cultivos	Ac en ha.	db en mm	Ci	tr en hrs.
Tomates y Melones	84.7	90	1.00	42.4
Maiz y Sorgo	-	-	-	-
Habichuelas	10.0	90	1.00	5.0
Mani	-	-	-	-
Platanos	15.7	180	0.67	10.5
Otros	-	-	-	-
	110.4	tr total, horas....		57.9

3 días

Lateral No. 4

Caudal de diseño : 2,960 l/Seg.

Caudal Modulo (Qm) 2,500 l/Seg.

Cultivos	Ac en ha	db en mm	Ci	tr en hrs
Tomates y Melones	829.8	90	1.00	83.0
Maiz y Sorgo	-	-	-	-
Habichuelas	48.0	90	1.00	4.8
Mani	-	-	-	-
Platanos	176.1	180	0.67	23.6
Otros	198.1	90	1.00	19.8
	1,252.0	tr total, hrs.....		131.2

6 días

Tabla C-2. Continuación.

Lateral No. 5

Caudal de diseño : 1,500 l/Seg.

Caudal Modulo (Qm) 1,200 l/Seg.

Cultivos	Ac en ha.	db en mm	Ci	tr en hrs.
Tomates y Melones	597.4	90	1.00	124.6
Maiz y Sorgo	39.7	120	0.67	7.4
Habichuelas	80.0	90	1.00	16.7
Mani	11.3	90	1.00	2.4
Platanos	125.8	180	0.67	35.1
Otros	249.0	90	1.00	51.9
	1,103.2	tr total, horas.....		238.1

10 días

Lateral No. 6

Caudal de diseño : 6,200 l/Seg.

Caudal Modulo (Qm) 4,000 l/Seg.

Cultivos	Ac en ha	db en mm	Ci	tr en hrs
Tomates y Melones	724.9	90	1.00	45.3
Maiz y Sorgo	150.5	120	0.67	8.4
Habichuelas	210.0	90	1.00	13.1
Mani	98.0	90	1.00	6.1
Platanos	365.4	180	0.67	30.6
Otros	474.5	90	1.00	29.7
	2,023.3	tr total, hrs.....		133.2

6 días

Tabla C-3. Período "Primavera-Verano": Operación por caudal continuo (Continuación de Tabla 6.19).

Lateral No. 3

Caudal de diseño : 750 l/Seg.

Cultivos	Ac en ha.	db en mm.	lr en días	Q cult. en l/seg.			
				8 hrs	12 hrs	15hrs	24hrs
Tomates y Melones	-	-	-	-	-	-	-
Maiz y Sorgo	19.4	120	15	54	36	29	18
Habichuelas	-	-	-	-	-	-	-
Mani	39.9	90	10	125	83	67	42
Platanos	15.7	180	15	65	44	35	22
Otros	10.7	90	10	33	22	18	11
	85.7	Q cult. total....		277	185	149	93
Q en toma lateral...				346	231	186	116

Lateral No. 4

Caudal de diseño: 2,969 l/Seg.

Cultivos	Ac en ha	db en mm.	lr en días	Q cult. en l/seg.			
				8 hrs	12 hrs	15hrs	24hrs
Tomates y Melones	-	-	-	-	-	-	-
Maiz y Sorgo	254.5	120	15	708	472	377	236
Habichuelas	-	-	-	-	-	-	-
Mani	46.7	90	10	146	97	78	49
Platanos	176.1	180	15	734	490	392	245
Otros	285.5	90	10	893	595	746	298
	762.8	Q cult. total. . . . .		2,481	1,654	1,593	828
Q en toma lateral...				3,101	2,068	1,991	1,035

Tabla C-3. Continuación

Lateral No. 5

Caudal de diseño : 1,500 l/Seg.

Cultivos	Ac en ha.	db en mm.	lr en días	Q cult. en l/seg.			
				8 hrs	12 hrs	15hrs	24hrs
Tomates y Melones	-	-	-	-	-	-	-
Maiz y Sorgo	215.2	120	15	598	399	319	199
Habichuelas	-	-	-	-	-	-	-
Mani	77.4	90	10	242	161	129	81
Platanos	125.8	180	15	525	350	280	175
Otros	256.0	90	10	801	534	427	267
	674.4	Q cult. total....		2,166	1,444	1,155	722
		Q en toma lateral...		2,708	1,805	1,443	903

Lateral No. 6

Caudal de diseño : 6,200 l/Seg.

Cultivos	Ac en ha	db en mm.	lr en días	Q cult. en l/seg.			
				8 hrs	12 hrs	15hrs	24hrs
Tomates y Melones	-	-	-	-	-	-	-
Maiz y Sorgo	693.9	120	15	1,929	1,286	1,029	643
Habichuelas	-	-	-	-	-	-	-
Mani	61.3	90	10	192	128	102	64
Platanos	365.4	180	15	1,524	1,016	813	508
Otros	344.6	90	10	1,078	718	575	359
	1,465.2	Q cult. total.....		4,723	3,148	2,519	1,574
		Q en toma lateral ..		5,904	3,935	3,149	1,968

Tabla C-4. Período "Primavera-Verano": Operación por Rotación  
(Continuación de Tabla 6.20).

c) Lateral No. 3

Caudal de diseño : 750 l/Seg.  
Caudal Modulo (Qm) 400 l/Seg.

Cultivos	Ac en ha.	db en mm	Ci	tr en hrs.
Tomates y Melones	-	-	-	-
Maiz y Sorgo	19.4	120	0.67	10.8
Habichuelas	-	-	-	-
Mani	39.9	90	1.00	25.0
Platanos	15.7	180	0.67	13.2
Otros	10.7	90	1.00	6.7
	85.7	tr total, horas.....		55.7
				3 días

d) Lateral No. 4

Caudal de diseño : 2,960 l/Seg.  
Caudal Modulo (Qm) 2,000 l/Seg.

Cultivos	Ac en ha	db en mm	Ci	tr en hrs
Tomates y Melones	-	-	-	-
Maiz y Sorgo	254.5	120	0.67	27.4
Habichuelas	-	-	-	-
Mani	46.7	90	1.00	5.8
Platanos	176.1	180	0.67	29.5
Otros	285.5	90	1.00	35.7
	762.8	tr total, hrs.....		98.4
				4 días

Tabla C-4. Continuación

## e) Lateral No. 5

Caudal de diseño : 1,500 l/Seg.

Caudal Modulo (Qm) 1,200 l/Seg.

Cultivos	Ac en ha.	db en mm	Ci	tr en hrs.
Tomates y Melones	-	-	-	-
Maiz y Sorgo	215.2	120	0.67	40.1
Habichuelas	-	-	-	-
Mani	77.4	90	1.00	16.1
Platanos	125.8	180	0.67	35.1
Otros	256.0	90	1.00	53.4
	674.4	tr total, horas.....		144.7

6 días

## f) Lateral No. 6

Caudal de diseño : 6,200 l/Seg.

Caudal Modulo (Qm) 4,000 l/Seg.

Cultivos	Ac en ha	db en mm	Ci	tr en hrs
Tomates y Melones	-	-	-	-
Maiz y Sorgo	693.9	120	0.67	25.0
Habichuelas	-	-	-	-
Mani	61.3	90	1.00	2.5
Platanos	365.4	180	0.67	19.8
Otros	344.6	90	1.00	13.9
	1,465.2	tr total, hrs.....		61.2

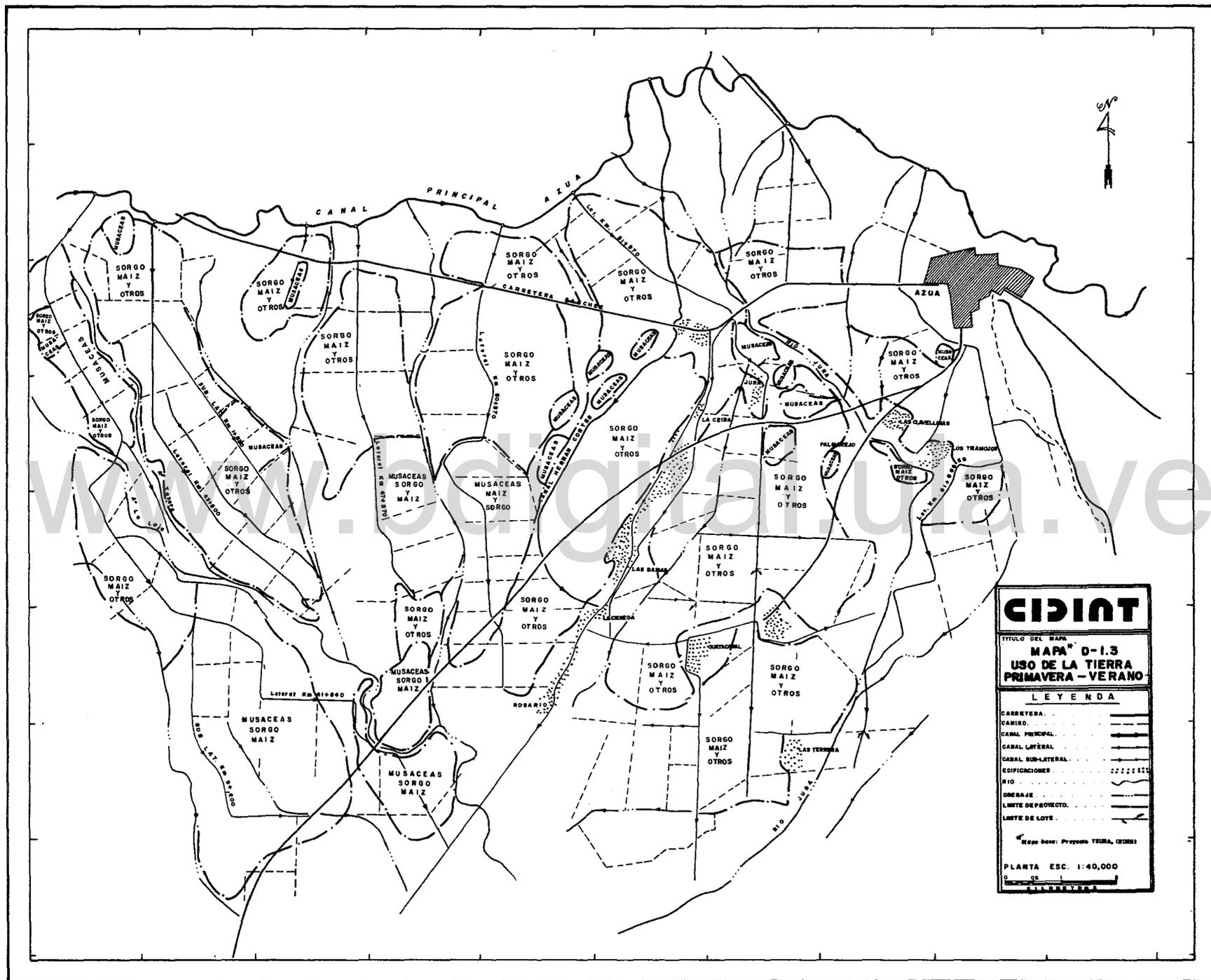
3 días

A P E N D I C E "C"

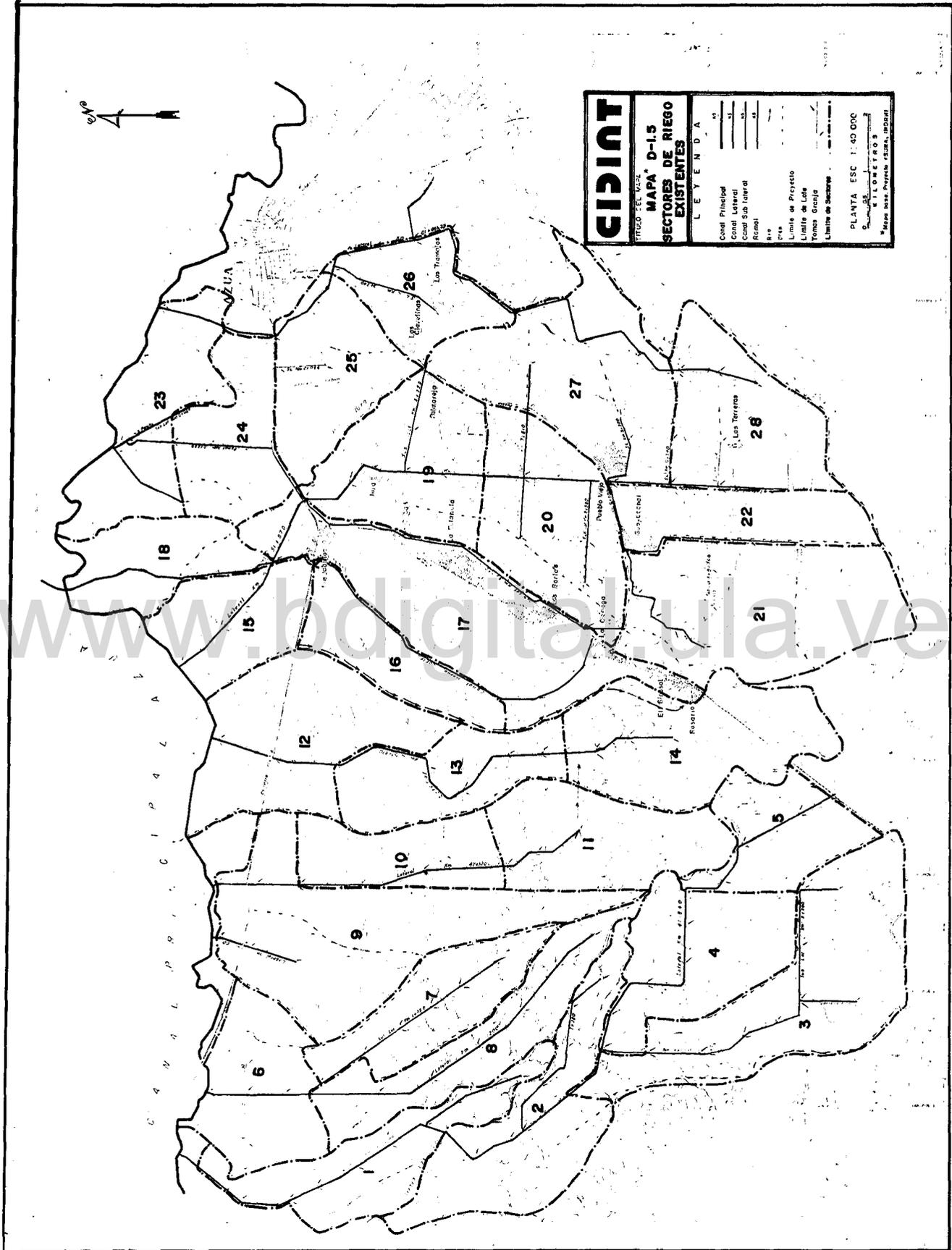
MAPAS DE USO DE LA TIERRA, MAPAS DE ISOBATAS,  
SECTORES DE RIEGO Y PUNTOS DE CONTROL Y MEDICION

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

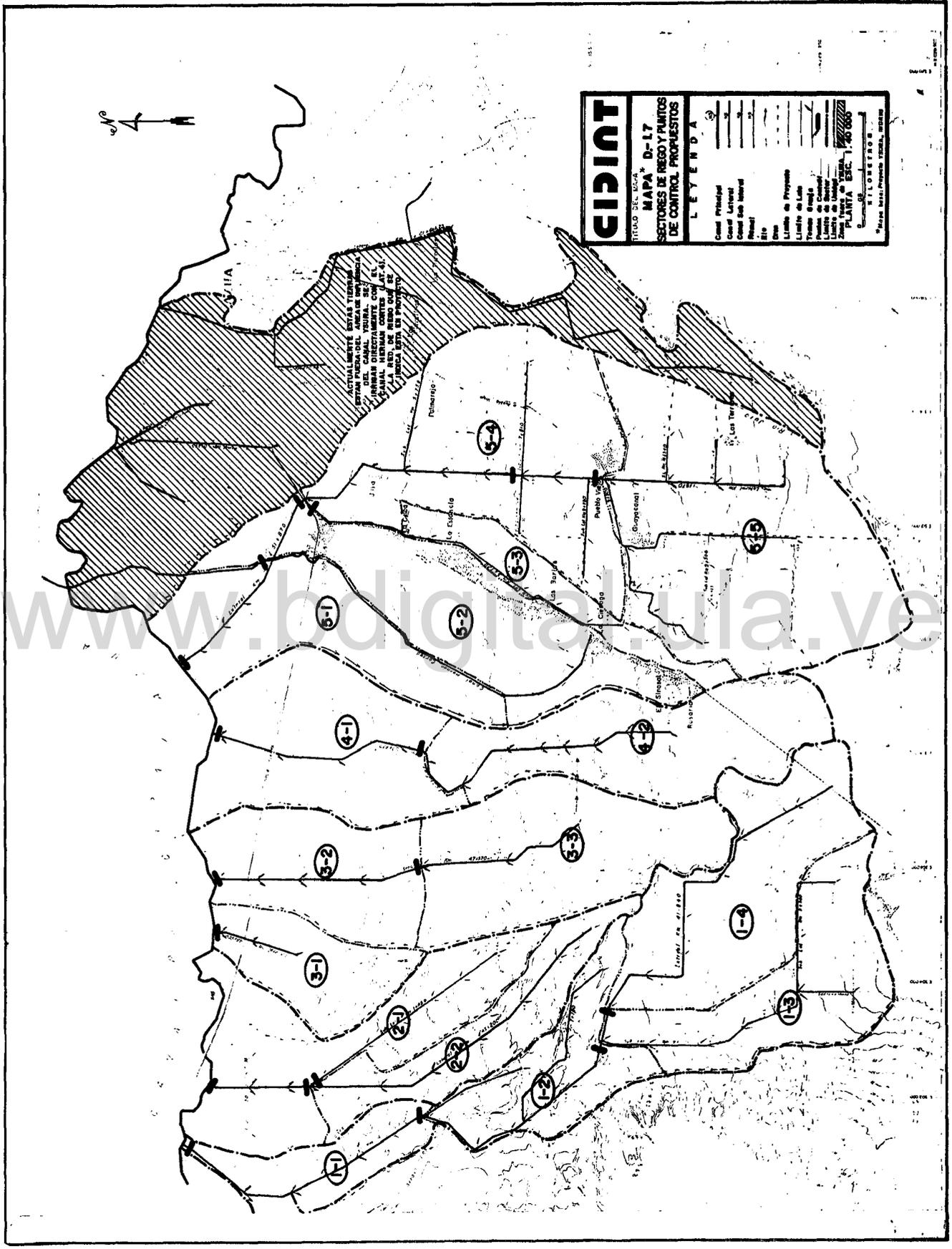
[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)



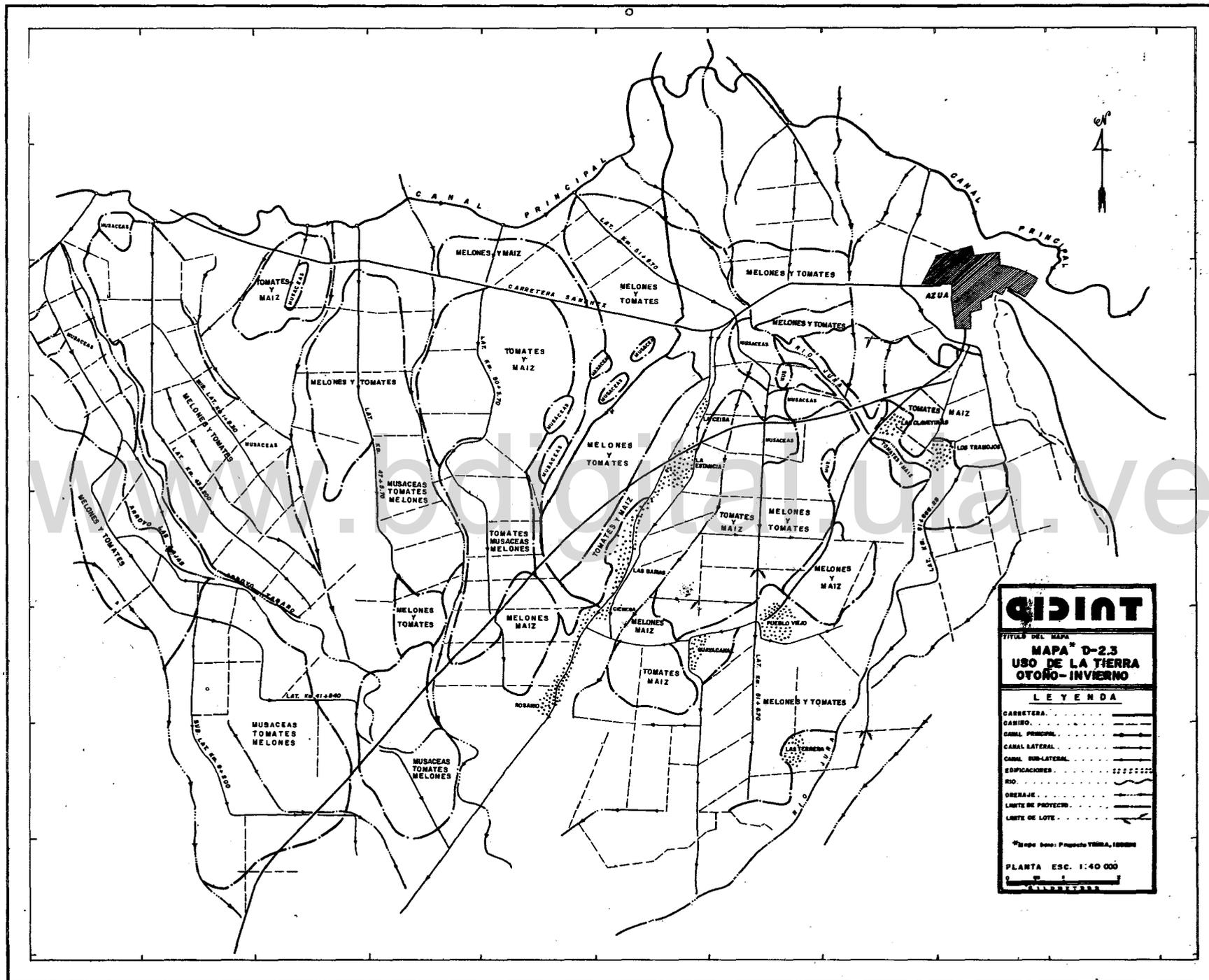
[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)



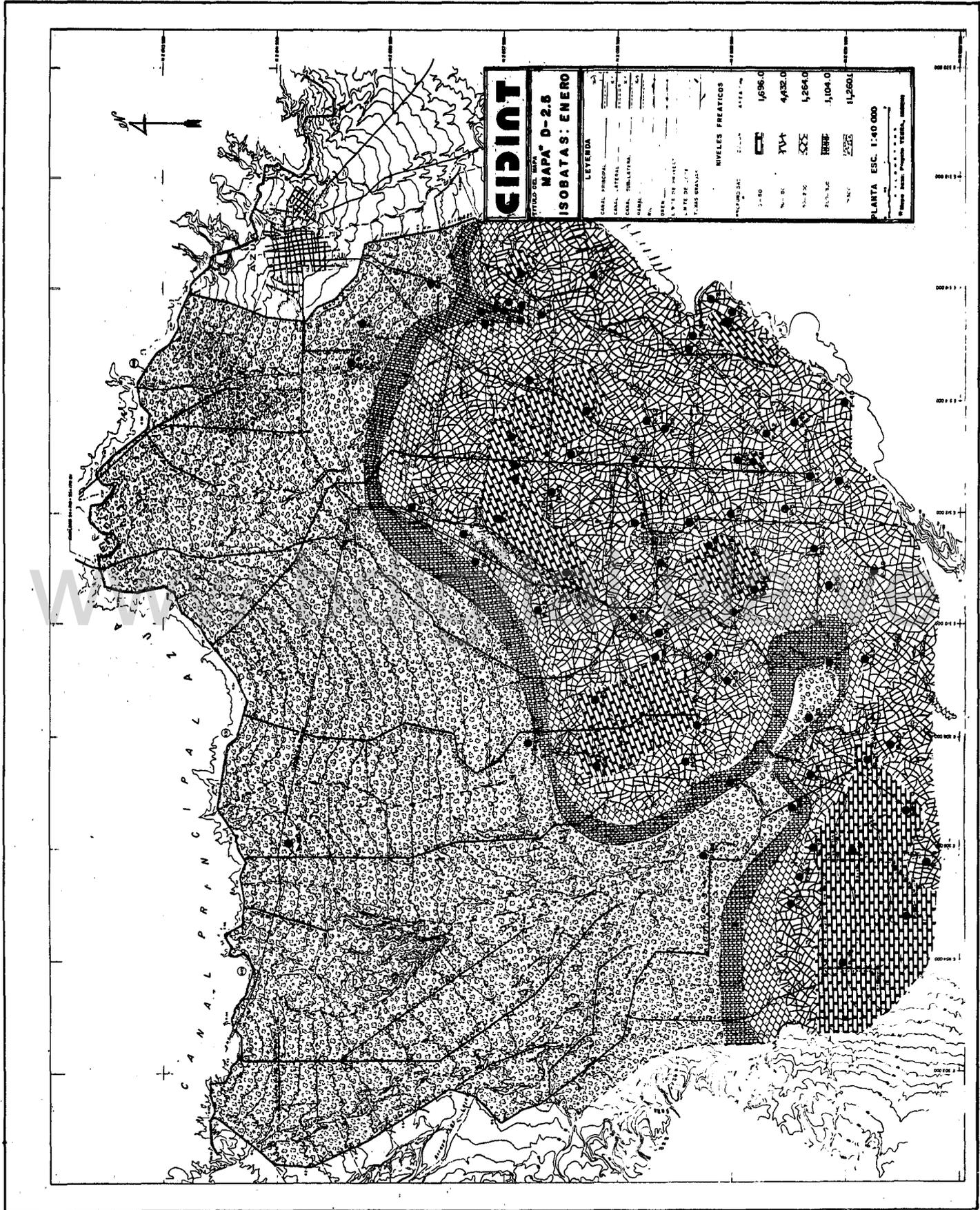
[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)



[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)



[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)



[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

