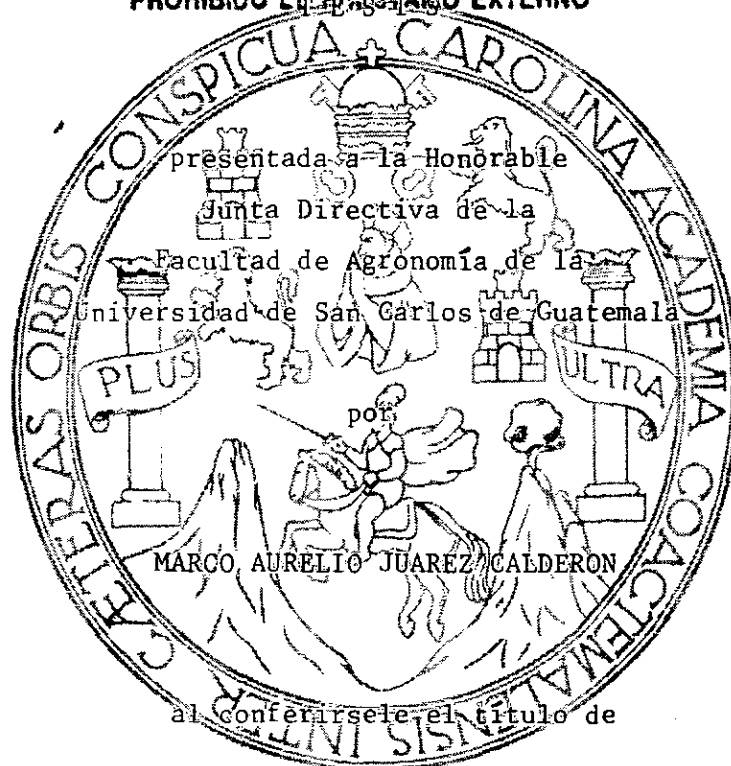


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

DIAGNOSTICO SOBRE LA EFICIENCIA DE LA UNIDAD
DE RIEGO "LA BLANCA", OCOS, SAN MARCOS

BIBLIOTECA CENTRAL-USAC
DEPOSITO LEGAL
PROHIBIDO EL PRESTAMO EXTERNO



INGENIERO AGRONOMO

en el grado académico de

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, Junio de 1985

D.L.
01
T(803)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

RECTOR

DR. EDUARDO MEYER MALDONADO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

Decano	Ing. Agr. César A. Castañeda
Vocal I	Ing. Agr. Oscar René Leiva R.
Vocal II	Ing. Agr. Gustavo A. Méndez
Vocal III	Ing. Agr. Rolando Lara Alecio.
Vocal IV	P. A. Angel Leopoldo Jordán Z.
Vocal V	P. A. Axel Gómez Chávarry
Secretario	Ing. Agr. Rodolfo Albizurez P.

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

Decano	Ing. Agr. César A. Castañeda
Examinador	Ing. Agr. Carlos Echeverría
Examinador	Ing. Agr. Mynor Estrada
Examinador	Ing. Agr. Víctor Álvarez C.
Secretario	Ing. Agr. Rodolfo Albizurez P.

Guatemala, 29 de mayo de 1985

Honorable Junta Directiva
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señores Miembros de la Junta Directiva:

De conformidad con las normas establecidas por la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el -
trabajo de Tesis titulado:

"DIAGNOSTICO SOBRE LA EFICIENCIA DE LA UNIDAD DE
RIEGO "LA BLANCA", OCOS, SAN MARCOS"

como requisito previo para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS.

De ustedes atentamente,

A handwritten signature in dark ink, appearing to read 'Juárez', with a large, stylized flourish extending from the bottom right.

Marco Aurelio Juárez Calderón

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia IA-088-85

Asunto

Guatemala,
30 de Mayo de 1985.

Ingeniero
César Castañeda
Decano, Facultad Agronomía
Su Despacho.

Señor Decano:

Atentamente me dirijo a usted para informarle que he procedido a asesorar y revisar el trabajo de tesis titulado:

" DIAGNOSTICO SOBRE LA EFICIENCIA DE LA UNIDAD DE RIEGO
LA BLANCA, OCOS, SAN MARCOS"

Realizada por el Bachiller Marco Aurelio Juárez Calderón, como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo, en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Sobre dicho trabajo me permito informarle que lo encuentro satisfactorio y llena los requisitos académicos para ser aprobado como tesis de grado.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. M. Sc. Víctor Cabrera Cruz
A S E S O R

c.c. Archivo

VCC/eqded.

TESIS QUE DEDICO:

A MI PATRIA GUATEMALA

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA

A TODAS LAS PERSONAS QUE SE INVOLUCRAN EN LA AGRICULTURA

ACTO QUE DEDICO:

A DIOS TODOPODEROSO

A MIS PADRES:

CNEL. MARCO AURELIO JUAREZ CALDERON

MARIA CRISTINA CALDERON DE JUAREZ

A MIS HERMANOS

I N D I C E

	PAGINA
I. INTRODUCCION	1
I.1 Definición del problema y justificaciones del trabajo	2
II. OBJETIVOS	4
II.1 Generales	4
II.2 Específicos	4
III. REVISION DE LITERATURA	5
III.1 Características de la Unidad de Riego "La Blanca"	5
III.2 Evaluación del sistema	7
III.3 Generalidades sobre el riego superficial	11
III.4 Distribución del agua en el sistema	13
III.5 Diseño y operación de los sistemas de riego	14
IV. METODOLOGIA	17
IV.1 Eficiencia de conducción	17
IV.2 Muestreo de población	20
IV.3 Encuesta	22
IV.4 Cálculo de la velocidad de infiltración	22
IV.5 Muestreo de suelos	25
IV.6 Cálculo de la aplicación	27
IV.7 Cálculo de la eficiencia de aplicación	28
IV.8 Determinación de la evapotranspiración	28
V. RESULTADOS Y DISCUSION	30
VI. CONCLUSIONES	42
VII. RECOMENDACIONES	43
VIII. BIBLIOGRAFIA	45
IX. APENDICE	47
Boleta	59

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Agr. MSc. Víctor Cabrera Cruz, por su valiosa colaboración en la asesoría y revisión del presente trabajo de Tesis.

A los Ing. Agr. Carlos Garrido, Jorge Dubón y Gerardo Méndez, por su colaboración en el trabajo de campo del presente estudio.

Al P. A. José Ernesto Carrillo, por sus valiosas sugerencias del presente estudio.

Al laboratorio de Suelos y Aguas de la Dirección Técnica de Riego y Avellanamiento, del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, por el análisis de las muestras de suelos.

A todas las personas que de una u otra manera colaboraron en la realización del presente estudio.

INDICE DE FIGURAS

	PAGINA
FIGURA N° 1: Nomenclatura de las secciones de los canales y posición del molinete en los aforos.	18
FIGURA N° 2: Uso del papel logarítmico para el cálculo de los parámetros de la velocidad de infiltración.	25
FIGURA N° 3: Esquema que indica la forma de muestreo de suelos.	26
FIGURA N° 4: Confrontación entre las láminas netas de reposición con cada riego y las láminas aplicadas a los cultivos.	38
FIGURA N° 5: Forma de división de los canales para poder realizar los aforos.	48
FIGURA N° 6: Distribución de los canales según el proyecto.	50
FIGURA N° 7: Canales construídos actualmente.	51

INDICE DE LOS CUADROS

	PAGINA
CUADRO N° 1: Tabla para el cálculo de la velocidad de infiltración.	24
CUADRO N° 2: Datos climáticos de la Estación Ciudad Hidalgo.	29
CUADRO N° 3: Eficiencia de conducción por canal de la Unidad de Riego "La Blanca", según aforos efectuados en marzo de 1984.	31
CUADRO N° 4: Cálculo de la eficiencia de aplicación por parcela.	37
CUADRO N° 5: Eficiencia de conducción de las distintas partes de los canales, de la Unidad de Riego "La Blanca", según aforos efectuados en marzo de 1984.	49
CUADRO N° 6: Cuadro de los parámetros de las velocidades de infiltración.	52
CUADRO N° 7: Datos generales de las láminas netas de reposición con el riego y las láminas capaces de almacenar en el suelo.	53
CUADRO N° 8: Datos de las sobreaplicaciones observadas por parcelas.	54
CUADRO N° 9: Datos sobre la profundidad del nivel freático durante la época de 1984.	55
CUADRO N° 10: Calidad del agua del nivel freático.	56
CUADRO N° 11: Método de Blaney-Criddle modificado por Phelam para plátano en la Unidad de Riego "La Blanca".	57
CUADRO N° 12: Método de Blaney-Criddle modificado por Phelam para maíz en la Unidad de Riego "La Blanca"	58

R E S U M E N

En las áreas donde el riego es básico para la producción, y donde el agua es un factor limitante, el uso eficiente de la misma ha despertado interés en los últimos tiempos, para así conseguir un mejor uso de los recursos naturales.

Los objetivos, se plantearon basados en los enormes desfases observados entre el área de diseño y el área efectivamente regada, por lo que se anticipó que la Unidad de Riego "La Blanca", contaba con una baja eficiencia en el uso del agua.

La metodología se dividió en varias fases que fueron:

La eficiencia de conducción, que se realizó por medio de aforos a lo largo de los canales de conducción, principales y secundarios.

Muestreo de población, debido al número de la población, se realizó un muestreo para evaluar la aplicación del agua a los cultivos. Para esto fue necesario realizar un premuestreo con el fin de calcular la varianza de la población respecto al riego. Con esto se estableció el número total de la muestra, la que se estratificó según los cultivos y se hizo una selección aleatoria.

Boleta, se les realizó para obtener información respecto al nivel tecnológico de riego que poseen en la región.

Velocidad de infiltración, se determinó empleando el cilindro infiltrómetro simple, y el cálculo de los parámetros se hizo por medio del modelo Kosyakov-Lewis.

Muestreo de suelos, fue para conocer las características físicas del suelo respecto al riego, con lo que se calcularon las láminas netas de reposición con cada riego.

Aplicación del agua de riego, se calcularon las láminas aplicadas por los usuarios, relacionando los volúmenes realmente requeridos por el cultivo en función de la lámina neta factible de almacenar en el suelo, de acuerdo a las constantes físicas obtenidas y la profundidad media radicular del cultivo.

Eficiencia de aplicación, se efectuó relacionando la lámina neta de reposición con cada riego y la lámina aplicada a los cultivos por medio del riego. Luego de obtenidas las eficiencias de todas las parcelas se les promedió para así obtener la eficiencia media de aplicación.

Determinación de la evapotranspiración, se hizo por medio del modelo Blaney-Criddle Modificado por Phelam, utilizando los datos climáticos de la Estación Ciudad Hidalgo, Chiapas, México, que eran los únicos que servían para el lugar. Con esto se obtuvo la frecuencia de riegos, de los cultivos más usuales del lugar.

De acuerdo a la metodología empleada se obtuvieron una serie de resultados con los que se pudo concluir en:

La eficiencia global de la Unidad de Riego "La Blanca" es baja siendo de 21%, la que se puede dividir en: Eficiencia media de conducción, de 78% y la Eficiencia media de aplicación de 27%.

Por diferencia entre las láminas netas de reposición con cada riego y las láminas aplicadas al cultivo con el riego, se observó una sobreaplicación media de 311%, lo que equivale a una lámina media de 15.9 cms.

Los mayores problemas que causan la baja eficiencia, son: los del revestimiento de los canales, la falta de compuertas en los tomagranjas y falta de conocimiento de los agricultores de las necesidades de agua de los cultivos, además de la baja tecnología que emplean en el riego.

En base a las anteriores conclusiones se recomendó: reducir las diferentes causas que ocasionan la baja eficiencia de conducción. También es necesario que se realicen investigaciones sobre las necesidades y frecuen

cias de aplicación de agua de riego a los cultivos, más usuales en la región. Es necesario que los agricultores efectúen una mejor aplicación del agua de riego, y ésto se logrará a través de la concientización del uso de la misma.

I. INTRODUCCION

Guatemala es un país que cuenta con una gran cantidad de recursos naturales, y entre éstos tenemos ciertas regiones con fuentes de agua, que siendo racionalmente aprovechadas, pueden servir para hacer más productivas las áreas cercanas a éstas.

Hay muchas áreas en nuestro país, que presentan muy buenas características para la producción agrícola, de las cuales se pueden considerar, buena fertilidad, adecuada profundidad de suelos, terrenos con poca pendiente; pero algún factor como el déficit de agua, puede restringir ese potencial de producción, y efectuando un aprovechamiento racional de los recursos naturales, se puede aumentar la productividad de las mismas.

Para que se tenga un buen resultado con la producción agrícola, es necesario tomar en cuenta la relación suelo-agua-planta, donde todos sus elementos estén de manera equilibrada, para que se pueda obtener un máximo de producción.

El riego se ha practicado a través de muchos años y consiste en la aplicación de agua a los cultivos, con el fin de satisfacer las necesidades de los mismos en la época en que la disponibilidad del agua es escasa para obtener buenos rendimientos, que de otra manera no hubiese sido posible.

El riego no debe considerarse únicamente como aplicar el agua, sino que hay que conocer muchas otras características del suelo, del agua y de las plantas, para poder aplicarles la cantidad de agua necesaria en el tiempo adecuado, manejada cuidadosamente para que de ésta manera se tenga una utilización eficiente y que no dañe al cultivo.

En las regiones en donde el riego es un elemento básico para la producción agrícola, y donde el agua suele ser un factor limitante, es necesario hacer un uso óptimo de los recursos hidráulicos, adoptando métodos que sean económicos los cuales al operarlos no presenten problemas por ser más laboriosos y costosos.

Durante los últimos diez a quince años, se ha considerado como un

factor importante de la operación es, la eficiencia en el uso del agua y se puede expresar como: la relación entre la cantidad de agua de riego - utilizada de modo efectivo por las plantas cultivadas y la cantidad de - agua total suministrada.

De la eficiencia de operación depende el éxito que se logre alcanzar en las áreas regadas, debido a que al tener una mayor eficiencia se estará cubriendo una área mayor de riego, y de esta manera se pueda obtener una mayor producción, por lo que se considera de sumo interés su estudio.

1.1 DEFINICION DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIONES DEL TRABAJO

Los grandes desfases observados entre las áreas de diseño y las - áreas efectivamente regadas en un momento dado, indican a menudo el nivel de eficiencia que se posee al trabajar. Hay que tratar de realizar una planificación agrícola para poder trabajar todo el tiempo y de una manera eficiente. El área de diseño de la Unidad de Riego "La Blanca" es de 1,800 Has., que corresponden a un número de 91 parcelas de 20 Has. cada una en promedio. El - área de riego reportada durante el mes de enero de 1984 fué de 524.25 Has. Este gran desfase se debe principalmente a un mal aprovechamiento del agua - de riego y falta de motivación al agricultor en la diversificación de cultivos.

Las causas de la baja eficiencia varían mucho y se deben a un gran número de factores, los cuales deben ser cuantificados y analizados para poder dar recomendaciones científicas a fin de aumentar la eficiencia de la Unidad en general.

Las principales causas de las pérdidas de eficiencia pueden ser:

- Pérdidas de agua a través de los canales de conducción y distribución.
- Falta de investigación científica respecto a las necesidades y frecuencias de aplicación de agua en los cultivos.
- Mala distribución del agua dentro de la Unidad.
- Falta de conocimiento por parte de los usuarios, sobre el uso racional del agua.

De acuerdo a lo anterior, ésto nos da una idea de las principales

causas del por qué no se logra obtener un buen aprovechamiento en la Unidad.

Basados en el área regada en enero de 1984, la Unidad de Riego "La Blanca" no está cumpliendo con los objetivos para los que fué diseñada.

Por ello, se hace necesario un estudio acerca de las formas de conducción, distribución y aplicación del agua dentro de la Unidad de Riego "La Blanca", con lo cual se podrán dar algunas soluciones para que se logre un - buen aprovechamiento del agua disponible.

II. OBJETIVOS

II.1 GENERALES

Obtener un diagnóstico de la eficiencia de la Unidad de Riego "La Blanca".

II.2 ESPECIFICOS

- a) Establecer la eficiencia de conducción y distribución de la - Unidad de Riego "La Blanca" y la eficiencia con que se aplica el agua por medio del riego.
- b) Determinar las causas de la baja eficiencia.
- c) Dar soluciones adecuadas por medio de las cuales se pueda ~~au~~ mentar la eficiencia global de la Unidad.

III. REVISION DE LITERATURA

III.1 CARACTERISTICAS DE LA UNIDAD DE RIEGO "LA BLANCA"

III.1.1 Ubicación

Se encuentra ubicada entre las poblaciones de Pueblo Nuevo y Bocana, las cuales pertenecen al Municipio de Ocos, Departamento de San Marcos.

El área que ocupa la Unidad se encuentra entre los ríos Naranjo y Tilapa. La localización geográfica de la Unidad, es en la intersección de 14°34' de latitud Norte y 92°08' de longitud Oeste respecto al meridiano de Greenwich. La unidad se encuentra a 256 Kms. de la ciudad de Guatemala, conectada por medio de la carretera CA-2, recorriendo sobre ésta la cantidad de 234 Kms. y se desvía por una carretera asfaltada que va rumbo a Tilapa, - con una extensión de 22 Kms., dista de la ciudad de Coatepeque, 38 Kms.

III.1.2 Clima

El área de la Unidad, tiene un predominio de un clima cálido y seco, aunque posee un invierno húmedo.

Según el sistema Thorthwite, el clima es cálido, sin una estación fría bien definida, húmedo, con un invierno seco. La temperatura media anual es de 27°C, con una temperatura máxima de 36°C y una mínima de 20°C. La precipitación media anual es de 1452.60 mm. teniendo una estación seca - bien definida, que va del mes de noviembre al mes de mayo. Las tierras que se encuentran bajo riego, están a una altitud de 8 metros sobre el nivel - del mar.

III.1.3 Topografía

La topografía que presenta la Unidad de Riego "La Blanca", es casi plana, teniendo una pendiente promedio de 1%, siendo la máxima pendiente del orden del 1.5%.

III.1.4 Suelos

Los suelos de la Unidad, están desarrollados sobre aluviones

cuaternarios (I.G.N.); y según Simmons (1959), pertenecen a la División Fisio-gráfica de Suelos del Litoral Pacífico y en su mayor parte la serie predominante es la Tiquisate.

Son suelos profundos, con textura mediana (franco, franco-limoso, y en algunos casos franco-arenosos). La estructura más generalizada es la de bloques subangulares medianos, siendo éste de mediano a débilmente desarrollados con una consistencia de suave a friable.

El color de los suelos es de gris a pardo y en condiciones de humedad es pardo grisáceo oscuro a pardo oscuro. La erosión es ligeramente moderada. Tienen un alto contenido de materia orgánica. La reacción del suelo va de ligeramente ácida a ligeramente alcalina ($\text{pH} = 6.4 - 7.4$).

El área bajo el diseño del proyecto es en su mayoría de la Clase I (91.95%), y a la Clase III (8.02%).

III.1.5 Datos Generales de la Unidad

La Unidad de Riego "La Blanca", comenzó a operar en el mes de octubre de 1975. El área de diseño total regable es de 1,800 Has., siendo todo el diseño para trabajar por gravedad y el área potencial de riego por gravedad es de 1,130 Has.

El agua la toman del Río Naranjo, por medio de una presa derivadora que se encuentra localizada en la Hacienda "El Prado". El agua del Río Naranjo, según análisis físico-químico de la misma, nos indica que es del tipo Cl-Sl, o sea que es baja en sales y/o sodio, siendo agua de muy buena calidad para usarse para el riego sin ninguna restricción.

Los aforos efectuados en el Río Naranjo durante el mes más crítico de la época seca, nos indican que circula un caudal de $11 \text{ m}^3/\text{seg.}$ y la demanda del proyecto es de $1.8 \text{ m}^3/\text{seg.}$, por lo que se ve que el río abastece suficientemente a la Unidad.

El tamaño de parcela mínimo es de 2.74 Has. y el tamaño máximo es de 19 Has. siendo un total de 90 usuarios propietarios.

En el proyecto de construcción de la Unidad de Riego "La Blanca", se contemplaba un costo total de Q.1.350,000.00, pero luego de su ejecución, se dió el costo real que fué de Q.1.943,890.00, quedando tres canales secundarios sin construir.

El presupuesto para operaciones durante el año 1983, fué de - - Q.53,571.00 y el presupuesto asignado para el año 1984, fué de Q.70,271.00.

Durante la temporada de riego 82-83, se obtuvo la mayor área regada reportada por la Unidad, siendo ésta de 1,076 Has. de las cuales 300 Has. son de pastizales que están fuera del área de la Unidad, y utilizan el agua del canal de conducción sin ninguna programación y permiso. La cantidad de terreno cubierto en la temporada 82-83, corresponde al área total acumulada reportada durante toda la temporada.

Durante el mes de enero de 1984, se cubrieron con el riego un total de 524.25 Has., estando éstas distribuidas de la siguiente forma:

- 269.83 Has. (51.047%) cultivadas con plátano,
 - 132.67 Has. (25.31%) cultivadas con maíz,
 - 121.75 Has. (23.22%) cultivadas con pastos,
- teniendo un total de 64 usuarios propietarios.

Se estimó un tiempo total de 460 horas de riego, a razón de 16 horas diarias de trabajo del canal de conducción.

III.2 EVALUACION DEL SISTEMA

El movimiento del agua desde su fuente de origen hasta llegar al cultivo a lo largo de un sistema de riego, puede ser identificado como tres operaciones separadas: conducción, distribución y aplicación al campo (Yap-Salinas, 1979):

- Conducción: es el movimiento de agua desde su fuente, a través del canal principal y canales o tuberías laterales o secundarias hasta las tomas ó compuertas de los terciarios.
- Distribución: es el movimiento del agua a través de los canales ó tuberías de distribución hasta las compuertas ó tomas de campo.
- Aplicación al Campo: es el movimiento del agua desde la compuerta ó toma de campo al cultivo.

Los primeros conceptos que se utilizan para evaluar un sistema de riego son: la eficiencia de conducción y aplicación de riego, usando para - ello todo el conjunto de estructuras para conducirla y aplicarla" (Guillén, - 1980).

La eficiencia de un sistema de riego es el producto de la eficiencia de conducción por la eficiencia de aplicación, donde la fórmula de eficiencia del sistema puede ser expresada como (Díaz, 1983):

$$Es = Ec \times Ea \dots\dots\dots ec. 1$$

donde:

Es = Eficiencia del sistema

Ec = Eficiencia de conducción

Ea = Eficiencia de aplicación.

Por otra parte, la eficiencia de conducción tiene dos componentes importantes, es decir, se subdivide en dos factores de eficiencia, uno debido a las pérdidas intrínsecas del sistema (infiltración, fugas, evaporación) y otra parte por la misma operación del sistema (fallas en la programación, uso ilegal del agua de riego). (Palacios, 1975).

Por lo anterior, se puede definir a la eficiencia de conducción de un sistema, como la relación entre la cantidad de agua servida y la cantidad de agua derivada, que se expresa como (Palacios, 1975):

$$Ec = \frac{Cas}{Cad} \times 100 \dots\dots\dots ec. 2$$

donde:

Ec = Eficiencia de conducción (%)

Cas = Cantidad de agua servida al sistema

Cad = Cantidad de agua derivada al sistema.

Respecto a la eficiencia de aplicación del agua a los cultivos durante el riego, es interesante hacer notar que se han tenido varias relaciones como índices de eficiencia, de los cuales se mencionan algunos: pérdidas

por percolación profunda, pérdidas por escurrimiento superficial al final de la tirada de riego y distribución del agua que se ha relacionado con la profundidad; lo cual es muy importante, porque el concepto de eficiencia en el uso del agua, se basa en lograr un mejor producto de las cosechas, ésta observación es de trascendental importancia, porque de otra manera los índices de eficiencia no indican la eficiencia real (Palacios, 1975).

La eficiencia de aplicación del agua de riego de un sistema se puede definir, como; la relación que hay entre la lámina media captada en el área de la parcela y la lámina media de aplicación, y se puede expresar como:

$$Ea = \frac{LMc}{LMa} \times 100 \dots\dots\dots ec. 3$$

donde:

Ea = Eficiencia de aplicación de agua de riego (%)

LMc = Lámina media captada en el área de prueba (cms)

LMa = Lámina media de aplicación (cms).

Las frecuentes evaluaciones indican la necesidad para estimar deficiencias de humedad del terreno y para mejorar los sistemas prácticos de mantenimiento. Esto frecuentemente ahorra tanto agua como trabajo. Es importante investigar el capital necesario para mecanizar ó bien automatizar un sistema de irrigación.

El manejo correcto del agua en las granjas, puede conservar agua, trabajo y suelo, con lo que se puede incrementar el rendimiento de los cultivos. La evaluación de un sistema debe medir y mostrar la efectividad de las prácticas de irrigación existentes. Un estudio cuidadoso de la evaluación del sistema podría indicar si se pueden hacer mejoras, para proporcionar manejos con una base razonada y seleccionar posibles modificaciones que podrían ser tanto prácticas como económicas (Merriam y Keller, 1979).

Generalmente, empleando la conducción a cielo abierto y métodos de riego superficial, menos de la mitad de agua que se suministra, llega a las plantas.

En proyectos que se supone han sido planeados, diseñados y operados apropiadamente, la eficiencia oscila entre 34 y 70 por ciento, con un promedio aproximado del 47 por ciento (Goldbers, 1975).

Se han registrado eficiencias más bajas en otras áreas, como en los países menos desarrollados, en donde las eficiencias totales de riego oscilan aproximadamente entre el 20 a 30%. La mayor parte de éstas pérdidas se deben a la conducción, debido a las filtraciones, evaporación y otras pérdidas (Goldberg, 1975).

Parte de las pérdidas en la aplicación al campo, son debidas a la mala distribución de agua en el terreno, debido a una preparación inadecuada de la tierra y a falta de conocimientos del usuario para la aplicación del agua, con las consecuentes aplicaciones excesivas y una considerable infiltración profunda. Sobre todo, además de éstas bajas eficiencias, la erosión, la salinización y el encharcamiento, merman por su parte la productividad de la tierra y la calidad del agua, degradando éstas dos fuentes naturales básicas (Goldberg, 1975).

Además de las bajas eficiencias y otros peligros del riego superficial, se encuentran otras desventajas, como la que a causa de la baja eficiencia, se necesitan mayores cantidades de agua. Esto significa mayores instalaciones de almacenaje y mayor capacidad de los canales, mayores estructuras, y sistemas de drenaje muy extensos, requiriendo todo esto una fuerte inversión de capital.

Para la evaluación de un sistema de riego por surcos, hay que tener en cuenta las siguientes consideraciones iniciales (Merriam, Keller, y Alfaro, 1973).

1. ¿Está el suelo lo suficientemente seco para comenzar el riego? La demora o retención en la entrega del agua al terreno por demasiado tiempo, puede producir un efecto detrimento de tensión de humedad en el cultivo. Por otro lado, si se riega con demasiada frecuencia, se incrementan los costos de labor, se incrementa el nivel freático en el terreno y éste a su vez podría generar ambientes ideales para la propagación de plagas y enfermedades.

2. ¿Está el suelo lo suficientemente húmedo para poder cortar el riego? En otras palabras, ¿Se ha infiltrado la adecuada, pero no excesiva lámina de agua sobre el terreno? ¿Se ha distribuido lateralmente la humedad del suelo con suficiente amplitud?

3. ¿Ha sido el agua uniformemente distribuida a lo largo del surco? Generalmente se logra una excelente uniformidad si la descarga aplicada alcanza la parte final del surco, sin producir erosión, en el tiempo correspondiente a un cuarto ó un tercio del tiempo de riego. La mitad del tiempo de riego es frecuentemente económico.

4. ¿Existe demasiada esorrentía final? Una pequeña cantidad de agua que se estanque ó que escurra por el extremo final del surco, es muy común en las operaciones prácticas. El agua de esorrentía de cola puede rescatarse usando un sistema de reutilización ó recirculación.

5. ¿Es el abastecimiento de agua y el sistema, capaz de una entrega de agua para el uso eficiente y conveniente tanto de agua como labor? El abastecimiento debería ser lo suficientemente grande y flexible, tanto en la descarga como en la duración. Los gastos en los surcos deberían ser lo suficientemente grandes para obtener un avance rápido y además controlado de tal forma que se pueda regular, ya sea reduciéndolo ó cortándolo totalmente cuando sea conveniente, como es el caso cuando el déficit de humedad en el suelo queda satisfecho. La descarga en el surco debe ser adecuada para que el regador pueda mantener el abastecimiento, debería ser lo suficientemente grande también, como para mantenerlo ocupado y lograr una labor económica.

III.3 GENERALIDADES SOBRE EL RIEGO SUPERFICIAL

Irrigación es generalmente definida como la aplicación de agua en el suelo, con el propósito de suplir la humedad esencial para el crecimiento de las plantas (Israelsen y Hansen, 1975).

El riego es una práctica que se ha venido realizando durante siglos. El manejo cuidadoso del caudal de agua disponible, observando los rendimientos, los agricultores han llegado a establecer gradualmente ciertas

normas de operación (Bos y Nugeterén, 1974, citados por Aragón, 1984). El riego tradicional se está usando en todo el mundo, por el principio basado en el movimiento del agua de la gravedad sobre los suelos agrícolas, ligeramente inclinados; siendo la infiltración lenta la base de la aplicación.

El riego superficial se realiza colocando el agua sobre la superficie del suelo ó haciendo que el agua fluya sobre dicha superficie (Booher, 1974).

Las relaciones encontradas entre el cultivo, clima, agua y suelo son complejas, estando involucrados muchos procesos biológicos, fisiológicos, físicos y químicos. Se dispone de una gran cantidad de información - respecto a investigaciones referentes a éstos procesos en relación con el agua. Sin embargo, para su aplicación práctica, éstos conocimientos deben reducirse a un número manejable de componentes principales para poder hacer un análisis significativo del efecto del agua sobre el cultivo a nivel de campo (Doorenbos et al, 1979).

Para su aplicación en la planificación, diseño y explotación en proyectos de regadío, es posible analizar: el efecto del suministro de - agua sobre los rendimientos de los cultivos. La relación entre el rendimiento del cultivo y el suministro de agua, puede determinarse cuando se - puede cuantificar:

- Las necesidades de agua de los cultivos y los déficit de agua de éste.
- El rendimiento máximo y el real del cultivo. (Doorenbos et al, 1979).

En los métodos basados en la aplicación del agua para que fluya sobre el terreno por medio de la gravedad, la preparación de la tierra es indispensable, costosa y difícil. La distribución del agua depende total mente de las condiciones de la superficie del suelo y de las pendientes. La distribución desigual es una desventaja común, pudiendo ocasionar la - percolación profunda en exceso y las inundaciones, una pérdida agrícola - total.

Para el buen funcionamiento de los métodos superficiales, es necesario contar con una gran cantidad de agua. Todos los métodos de riego superficial tienen en común ciertos principios básicos. El agua se aplica al terreno en su parte más alta y fluye hacia abajo, disminuyendo el flujo

a medida que el agua se infiltra en el suelo mientras desciende la pendiente. Podría suponerse que sería imposible conseguir uniformidad de distribución en éstas condiciones, porque inevitablemente, penetraría más cantidad en el suelo, en el extremo superior de la zona regada que en la inferior. Aunque siempre existe esta tendencia, es posible reducir al mínimo la falta de uniformidad y conseguir una buena eficiencia en la distribución del agua con el riego superficial, y se podría comparar con la de otros métodos. Esto se logra dividiendo el área a regar en unidades de tamaño y forma adecuados y regulando el volumen de la corriente aplicada en la unidad, según el tipo de suelo, la pendiente y la profundidad de enraizamiento de la planta. Sin embargo, para obtener ésta uniformidad con suelos que tienen índices de infiltración muy grandes, la superficie unitaria regada puede requerir ser tan pequeña o bien el caudal de agua necesaria puede ser tan grande, que sea impracticable el riego superficial, y que haya que considerar otro método de riego (Booher, - 1974).

El escurrimiento superficial del área cultivable y la percolación del agua a la formación acuífera, constituyen las pérdidas principales de la parcela.

Con el riego superficial, aproximadamente del 5% al 10% del área cultivable, queda ocupada por los canales principales, laterales del riego y drenaje. Además, el agua desperdiciada con el uso de métodos ineficientes reduce el área que puede regarse con una determinada cantidad de agua, incrementando por lo tanto, los costos del proyecto y disminuyendo la factibilidad de la obra, además de reducir las ganancias generales del proyecto.

La preparación de la tierra para el riego por gravedad, además de la habilidad y el conocimiento de las condiciones locales que se requieren, es costosa y tardada. Las pérdidas de productividad debidas a la remoción de las capas superiores fértiles, es considerablemente notoria, aún cuando es sólo temporal.

III.4 DISTRIBUCION DEL AGUA EN EL SISTEMA

En la mayoría de las zonas de regadío, se distribuye entre varios usuarios una fuente de agua en común. En tales casos, la distribución del

agua puede basarse en prioridades establecidas, ó bien los usuarios pueden participar del suministro disponible, según el área regada por cada uno.

El caudal total se reparte a veces entre los usuarios, obteniendo cada uno una parte en forma de flujo continuo durante toda la temporada con arreglo a su derecho reconocido. Una costumbre más corriente consiste en establecer un turno para el uso total del caudal. El tiempo que cada usuario está autorizado a la rotación suele basarse en su superficie regada y se limita su uso de modo que todos ellos dispongan de una oportunidad a participar en el empleo del agua a intervalos razonables (Booher, 1974).

La distribución del agua basada en un sistema de rotación, suele dar lugar a que ésta se desperdicie. Normalmente, los usuarios utilizan la parte total que les corresponde en cada turno, independientemente de las necesidades de agua de los cultivos. En algunas zonas, donde las disponibilidades son limitadas, una organización de usuarios de agua distribuye al comienzo de la temporada un volumen determinado de la misma a cada unidad de superficie regada, basándose en el cálculo de las disponibilidades estacionales totales del agua de que podrá disponerse y en el área total que debe regarse. Se miden los suministros de agua y se limita a cada usuario a su asignación estacional. Esto favorece al mejor aprovechamiento del agua.

Otro método, que se aplica en los proyectos de riego más perfeccionados, consiste en suministrar agua cuando se solicita. Este sistema se suele denominar "suministro a petición ó demanda libre", y requiere mantener un caudal de agua en la totalidad del sistema de canales durante toda la temporada de riego. Con esto hay que especificar la fecha, cantidad y período en que ha de realizarse el riego, con cierta anticipación para que de esta manera pueda programar el uso del agua con fines de riego (Booher, 1974).

III.5 DISEÑO Y OPERACION DE LOS SISTEMAS DE RIEGO

Los factores básicos que tiene papel importante en el diseño y operación de riego superficial son (Salazar, 1981):

1. Caudal,
2. Velocidad de avance del agua sobre la superficie,
3. Longitud que debe recorrer el agua en la parcela,
4. Espesor de la lámina a aplicar,

5. Pendiente de la superficie en el recorrido del flujo,
6. Uniformidad del terreno,
7. Erosionabilidad del terreno,
8. Forma de distribución del agua desde las acequias al terreno cultivado,
9. Geometría de surcos, melgas, terrazas, pozas; geometría, tamaño de parcela y uniformidad en estas características dentro de la parcela,
10. Velocidad de infiltración del agua en la parcela y uniformidad de estas características dentro de la misma.

El mejor aprovechamiento del agua de riego requiere que se diseñe y maneje el sistema de riego con los siguientes criterios:

1. Almacenar el agua necesaria de almacenar, depende principalmente de la capacidad del suelo para retener el agua aprovechable por la planta y de la profundidad radicular de ésta.

2. Conseguir una aplicación relativamente uniforme del agua. Esto requiere que el tiempo que permanece el agua en distintas partes del surco no varíe mucho. Generalmente la variación en tiempo no debe ser más del 25% del tiempo máximo.

3. Minimizar la erosión. Aunque la erosión no puede ser totalmente eliminada, se debe hacer ésta lo mínimo posible. Después de diseñar y operar el sistema de acuerdo a los criterios generales, se deben cambiar.

4. Minimizar la escorrentía. Uno de los métodos más eficientes de reducir estas pérdidas en surcos, es reducir el caudal cuando ha llegado o está por llegar el agua al final del surco. Esta minimización no es tan importante cuando el agua de escorrentía se pueda utilizar en otros terrenos con sistemas de reutilización del agua.

5. Minimizar el agua de percolación con excepción de si ésta es necesaria para el lavado de sales.

6. Minimizar la superficie de terreno ocupado por acequias, caminos y otros componentes de la infraestructura del sistema de riego.

7. Minimizar la cantidad de mano de obra necesaria para la operación y mantenimiento del sistema y facilitar el manejo de los componentes del sistema.

8. Adaptar la geometría y dimensiones de las parcelas. Cuando los factores físicos, sociales y legales permiten, se pueden combinar parcelas, - eliminar linderos y manejar el sistema para obtener mayores eficiencias.

9. Adoptar el sistema de suelos, topografía, cultivos y otros factores físicos que determinen el mejor diseño. En parcelas con mucha variación de factores físicos dentro de ellas, se pueden ajustar al diseño y manejo a - las distintas características.

10. Facilitar el uso de maquinaria agrícola en la preparación de - tierra, sembrado, cultivado y recolección de productos agrícolas.

IV. METODOLOGIA

Para el cálculo de la eficiencia global de la Unidad de Riego "La Blanca" se empleó la fórmula siguiente:

$$E = E_c \times E_{ap} \dots\dots\dots ec. 4$$

donde:

E = Eficiencia global de la Unidad (%),

E_c = Eficiencia media de conducción de la Unidad (%),

E_{ap} = Eficiencia media de aplicación del agua de riego (%).

Para esto se midió la eficiencia desde el punto donde se deriva el agua, hasta que los usuarios la aplican a sus cultivos, por lo que se dividió el trabajo en varias etapas:

IV.1 EFICIENCIA DE CONDUCCION

Es la relación con la que el agua se conduce desde el punto donde se deriva, a través de los canales principales, secundarios y terciarios, - hasta que el agua llega a la toma granja, para ser aplicada a los cultivos, (Cabrera, 1983).

Lo anterior nos indica que en ésta fase, se cuantificó la eficiencia con la que el agua llega al punto en el que el agricultor usuario del riego, lo aplica a sus cultivos, tomando como referencia el punto desde donde se deriva y la cantidad derivada en el mismo, lo cual se efectuó realizando aforos en los canales del sistema (Cabrera, 1983).

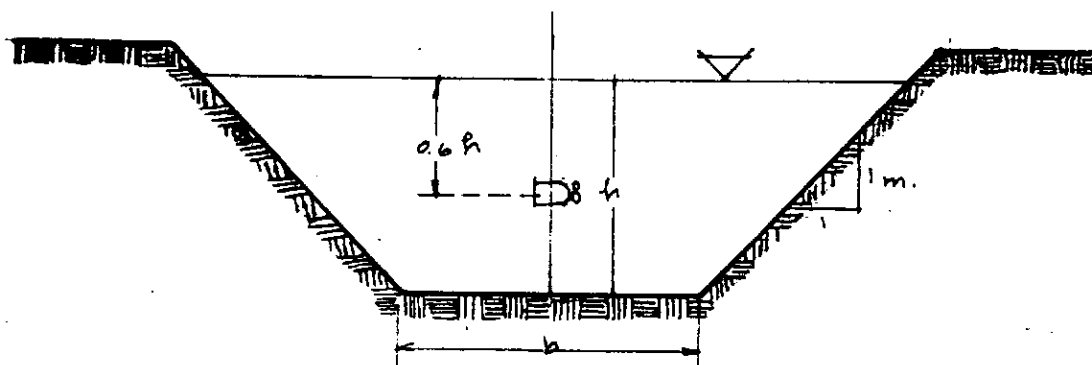
Los aforos se realizaron con el fin de cuantificar el caudal que recorría sobre los canales del sistema de la Unidad de Riego "La Blanca", - lo cual significó la medición de la velocidad que posee el agua dentro del canal y la sección de éste cubierta por la misma.

Para conocer la velocidad con que el agua recorre los canales, se empleó un aforador tipo molinete. En los puntos indicados para realizar los aforos, se observó que el caudal fuera constante, midiéndose el tirante de la sección de agua que cubre el canal.

El molinete se colocó a 0.6 del tirante del agua, de la superficie, hacia abajo, como se observa en la figura N° 1.

Figura N° 1

Nomenclatura de las secciones de canales y posición del molinete en los aforos:



El molinete se colocó a 0.6 de la superficie, debido a que en ningún punto el tirante excedió de 1 metro, puesto que allí es un punto para determinar la velocidad media del agua, basado en las ecuaciones del molinete, las cuales son, según sea el caso:

para $n < 0.97$	$v = 0.1028 n + 0.050$
para $n > 0.97$	$v = 0.1305 n + 0.023$

donde:

v = velocidad del agua sobre el canal (mts./seg.),

n = número de revoluciones/seg. que da la hélice del molinete

Para el cálculo de la sección cubierta de agua sobre el canal, tomamos muy en cuenta que todos los canales de la Unidad de Riego "La Blanca", tiene un talud (m) con una relación 1:1.

El área de la sección transversal del canal trapezoidal se obtuvo con la fórmula siguiente:

$$A = b \times h + m \times h^2 \dots\dots\dots \text{ec. 5}$$

donde:

- A = Area de la sección transversal cubierta por agua en el canal (mts²),
 b = Base del canal (mts),
 h = Tirante de la sección cubierta por agua en el canal (mts),
 m = Talud de las paredes de los canales 1:1.

Teniendo los datos la velocidad del agua dentro del canal y la sección transversal del canal cubierta por el agua, se obtuvo el caudal, - basado en la ecuación del gasto:

$$Q = A \times V \dots\dots\dots \text{ec. 6}$$

donde:

- Q = Caudal que circula sobre el canal (mts³/seg),
 A = Area de la sección transversal cubierta con agua sobre el canal (mts²),
 V = Velocidad del agua sobre el canal (mts/seg).

Para medir la eficiencia con que se distribuye el agua a través de los canales del sistema, se efectuarón aforos en los canales siguientes:

Canal Principal

Los aforos sobre el canal principal ó canal de conducción, se realizaron en el inicio de éste (salida de la presa derivadora), en donde ya no afecta la turbulencia del agua, en la salida del desarenador y al final del canal. Con estos datos se hizo una relación entre el caudal que se deriva y el caudal que llega al final, con lo que se evaluó la eficiencia del canal. El cálculo se hizo empleando la fórmula siguiente:

$$Ec = \frac{\text{Caudal de salida m}^3/\text{seg.}}{\text{Caudal de entrada m}^3/\text{seg.}} \times 100 \dots\dots\dots \text{ec. 7}$$

donde:

- Ec = Eficiencia de conducción del canal (%),
 Caudal de entrada = Caudal que ingresa al canal (m³/seg),
 Caudal de salida = Caudal que sale del canal (m³/seg).

Canales Secundarios

Se midió el caudal que circula por éstos, aforando al comienzo del

canal (salida de las cajas de distribución), y al final de los mismos. En el momento de realizar los aforos sobre los canales, se tuvo el cuidado de observar que no se les estuviera efectuando ninguna extracción de agua del mismo.

Para evaluar la eficiencia de los canales secundarios, se utilizó una relación igual que con el canal de conducción, o sea empleando la ecuación 7.

Para poder emplear los datos de la eficiencia de conducción de los diversos canales de la Unidad, se promedió el valor obtenido en todos los canales, dato que se utilizó en la ecuación N° 4, para el cálculo de la eficiencia global de la Unidad.

IV.2 MUESTREO DE POBLACION

Debido a la alta población que hay en la Unidad de Riego "La Blanca" (76 usuarios propietarios), se utilizó la técnica estadística del muestreo, - con el fin de reducir el número de observaciones a efectuar, sin disminuir la precisión del trabajo.

La población de usuarios propietarios de la Unidad de Riego "La Blanca", se encuentran distribuidos según los cultivos que tienen, de la siguiente manera:

- Plátano: 56 usuarios con 325.26 Has.,
- Maíz: 47 usuarios con 171.76 Has.,
- Pastos: 3 usuarios con 17.40 Has.

Los que para efectos de estudios se distribuyeron de la siguiente manera:

- Sólo Maíz: 18 usuarios
- Sólo Plátano: 29 usuarios
- Maíz y Plátano: 29 usuarios

NOTA: Para el muestreo no se tomo en cuenta el área ocupada por los pastos, debido a que es muy pequeña y no es significativa, por lo que el número de usuarios de éste estrato se agregó al del plátano.

Para calcular el número que debería tener la muestra, se empleó la fórmula siguiente:

$$M = \frac{N \times t^2 \times s^2}{Nd^2 + (t^2 s^2)} \dots\dots\dots \text{ec. 8}$$

donde:

- M = Número total de la muestra,
- N = Número total de la población,
- t = Valor constante encontrado en tablas estadísticas,
- d = Margen de error permisible,
- s² = Varianza de la población.

Debido a que no se encontró ningún dato acerca de la varianza que posee la población respecto a la aplicación del agua de riego, se hizo imprescindible realizar un muestreo, el cual tuvo una intensidad del 20% - del total de la población, la que se distribuyó aleatoriamente según los estratos formados, quedando de la siguiente manera (Kish, 1982):

- Sólo Maíz: 4 propietarios,
- Sólo Plátano: 6 propietarios,
- Maíz y Plátano 6 propietarios,

dándonos un total de 16 usuarios que fueron analizados durante el muestreo.

Los datos que se emplearon para el cálculo de la varianza de la población, son los de las láminas de agua de riego aplicadas a los cultivos, y para el efecto se utilizó la fórmula siguiente (Kreyszig, 1978):

$$s^2 = \frac{1}{n - 1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \dots\dots\dots \text{ec. 9}$$

donde:

- s² = Varianza de la premuestra,
- n = Número total de la premuestra,
- X_i = Valores de las variables de la premuestra,
- $\bar{X}$ = Promedio de las variables de la premuestra.

Teniendo en cuenta los datos de la varianza, se procedió a fijar el margen de error permisible (d), y así completamos los datos necesarios para aplicar en la ecuación N° 8, obteniendo de esta manera el número total de la muestra, los cuales se distribuyeron de la misma forma que se empleó con el muestreo. A los agricultores determinados durante el muestreo, se les evaluarón en las siguientes operaciones.

IV.3 ENCUESTA

Una vez determinado y ubicado el agricultor usuario, se le hizo una entrevista preliminar con el fin de informarle el objetivo del trabajo. Luego se pasó una encuesta para recabar información acerca de cómo ha estado utilizando el riego, la experiencia que posee, el tipo de tecnología que está empleando y si le ha resultado rentable su empleo. La boleta de encuesta se encuentra en el apéndice.

IV.4 CALCULO DE LA VELOCIDAD DE INFILTRACION

Los suelos de la Unidad de Riego "La Blanca" son predominantemente de la serie Tiquisate, (Simmons, Tarano y Pinto, 1959), con una textura superficial mediana que varía de franco limoso a franco arenoso.

Según una observación personal, se pudo determinar que en la Unidad de Riego "La Blanca", el método de riego empleado mayoritariamente es el superficial, especialmente el sistema de inundación total. Por lo anterior se tomó la decisión de emplear el método del cilindro infiltrómetro simple para el cálculo de la velocidad de infiltración, en lugar que el de entradas y salidas ó el de surco fraccionado, debido a que éstos últimos no pueden ser utilizados por el sistema de riego empleado, a pesar de ser más representativos.

Para la aplicación de esta práctica, se seleccionó una área representativa, aproximadamente al centro de la parcela, en donde se colocó el cilindro.

Las pruebas se efectuaron el mismo día en que se realizó el riego evaluado, para que de esta manera se pudiera observar el comportamiento del suelo seco ante la aplicación del agua.

La toma de los datos de las láminas infiltradas, se hizo a intervalos

los variables, debido al comportamiento decreciente de las velocidades de infiltración con respecto al tiempo. Los intervalos fueron de un minuto, cinco, diez, quince y treinta minutos, hasta completar dos horas, período recomendado por W. Forsythe (citado por Aragón, 1984).

Para el cálculo de los parámetros de la ecuación de infiltración se empleó el modelo de Kosyakov-Lewis:

$$I = K t^n \dots\dots\dots ec.10$$

donde:

- I = Velocidad de infiltración (cms/hora),
- K = Parámetro que representa la cantidad de infiltración durante el intervalo inicial,
- t = Tiempo de prueba (minutos),
- n = Parámetro que indica la forma con que la velocidad de infiltración se reduce con el tiempo.

Por medio de un procedimiento matemático, se cambió la ecuación anterior de una forma exponencial a una forma lineal, por medio del uso de logaritmos (en base 10), quedándonos la ecuación anterior de la siguiente forma:

$$\text{Log } I = \text{Log } K + n \text{ Log } t \dots\dots\dots ec.11$$

y empleando las ecuaciones simultáneas, se pudo calcular fácilmente los parámetros arriba mencionados.

Un ejemplo acerca de este método para calcular la velocidad de infiltración, aparece a continuación en el Cuadro N° 1.

CUADRO N° 1

TABLA PARA EL CALCULO DE LA VELOCIDAD DE INFILTRACION

HORA*	TIEMPO ACUMULADO	*LECTURA	INFILTRACION ACUMULADA°	VEL. DE ° INFILTRACION	LOG. DE ° TIEMPO ACUMUL.	LOG. DE ° VELOCIDAD DE INFILTR.
9:25	0	9.7	---	----	- - -	- - -
9:26	1	8.5	1.2	72.0	0.000	1.857
9:30	5	6.8	1.7	25.5	0.699	1.407
9:35	10	6.0	0.8	9.6	1.000	0.982
9:40	15	5.0	1.0	12.0	<u>1.176</u>	<u>1.079</u>
9:55	30	3.4	1.6	6.4	1.477	0.806
----	--	14.0	---	----	- - -	- - -
10:25	60	10.3	3.7	7.4	1.778	0.869
10:55	90	7.6	2.7	5.4	1.954	0.732
11:25	120	5.5	2.1	4.2	2.079	0.623

* Datos obtenidos en el campo

° Datos calculados basados en los datos de campo.

Con estos valores se obtuvieron dos ecuaciones que son:

$$\begin{aligned}
 5.325 &= 4 \log K + n \quad (2.875) \\
 \underline{-3.030} &= \underline{-4 \log K - n} \quad (7.288) \quad \times (-1)
 \end{aligned}$$

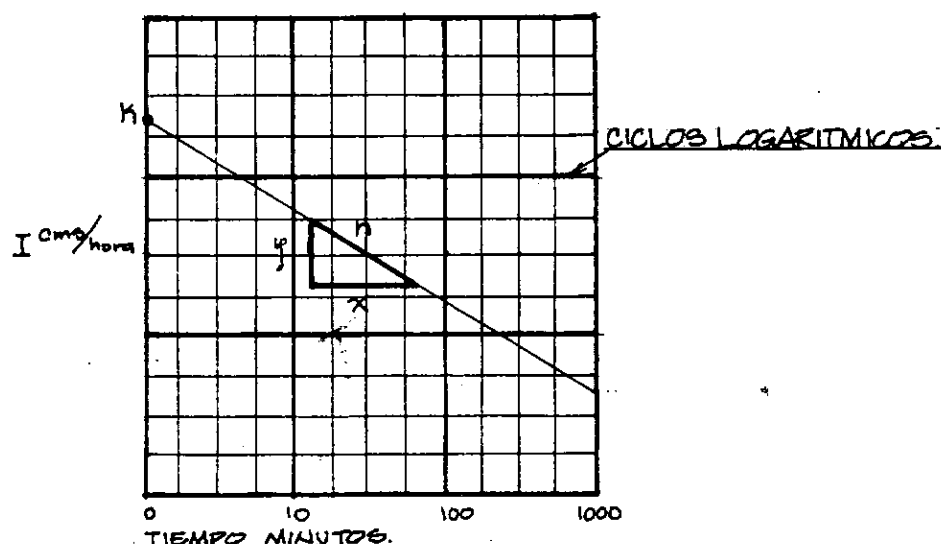
Por medio de las ecuaciones simultáneas se calcularon los parámetros de la velocidad los cuales quedarán así:

$$K = 50.707 \quad n = -0.5201$$

En algunos casos un método muy práctico y que da buenos resultados es el utilizando papel logarítmico, empleando el tiempo acumulado (t) contra la velocidad de infiltración (cms/hora), tal como se indica en la figura N°2.

Figura N° 2

Uso del papel logarítmico para el cálculo de los parámetros de la velocidad de infiltración.



Con los parámetros de la ecuación de infiltración se pudo calcular el tiempo necesario para que las láminas brutas aplicadas se infiltren. Con estos valores se puede obtener un nivel comparativo de las láminas perdidas por percolación profunda.

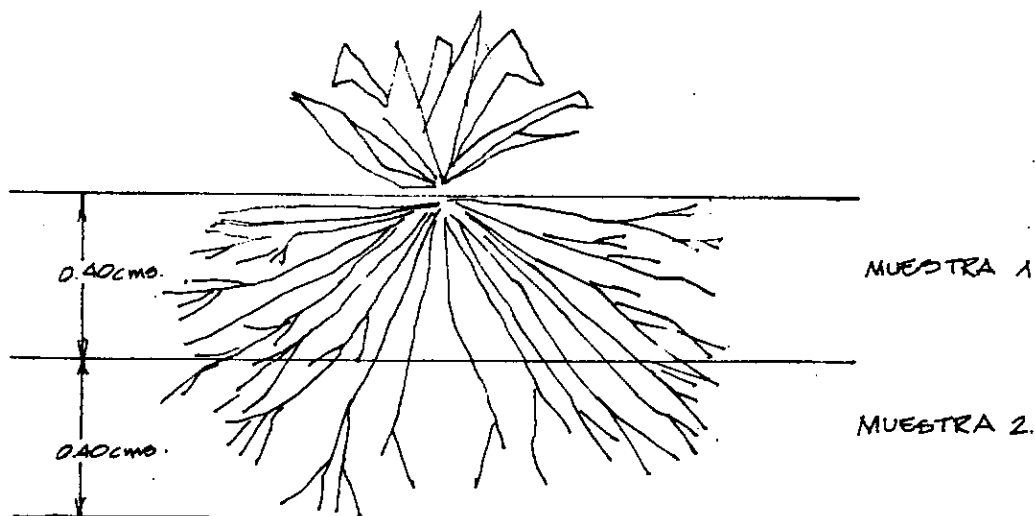
IV.5. MUESTREO DE SUELOS

Se realizó en cada parcela evaluada de la Unidad, para determinar las características físicas del suelo respecto al riego, para calcular las láminas netas de aplicación con el riego, datos que servirán para poder calcular la eficiencia de aplicación.

Las muestras se tomaron en dos estrados de 40 cms., lo que quiere decir, que se tomaron dos muestras por parcela, las cuales se esquematizan en la Figura N° 3.

Figura N° 3

Esquema que indica la forma de muestreo de suelos



A las muestras se les preparó para enviarlas al Laboratorio de Suelos y Aguas de la División de Estudios de la Dirección Técnica de Riego y Avenamiento del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, en donde se determinaron las constantes físicas del suelo respecto al riego, como lo son: capacidad de campo, punto de marchitez permanente y densidad aparente. Para realizar el muestreo se empleó un barreno tipo California.

Según Doorenbos et al (1979), la planta de banana (Musa spp.) tiene un sistema radical esparcido y somero, y su profundidad generalmente no excede de 0.75 metros. En general el 100% de la absorción de agua se realiza en la primera capa del suelo de 0.5 a 0.8 metros de profundidad ($Pr=0.5-0.8$), correspondiendo el 60% de la absorción a la primera capa de 0.3 metros. Con una evapotranspiración máxima (ET_m) de 5 a 6 mm/día, no debe sobrepasarse del 35% del agotamiento del agua total disponible en el suelo (Umbral de Riego = 0.35).

Según los mismos autores, en el caso del maíz (Zea mays), las raíces son muy ramificadas situándose en la capa superior de 0.8 a 1.0 metro, produciéndose cerca del 80% de la absorción del agua del suelo dentro de esta capa.

Normalmente el 100% del agua se absorbe de la primera capa del suelo, de una profundidad de 1 a 1.7 metros ($Pr=1-1.7$). Cuando las condiciones

de evatranspiración máxima van de 5 a 6 mm/día, el agotamiento del agua del suelo hasta un 55% del agua disponible, tiene un efecto pequeño sobre el rendimiento (Umbral de Riego = 0.55).

Basados en lo anterior, debido a la similitud entre las plantas de banana y de plátano, y también para caso del maíz, se tomó como profundidad media radicular de 0.8 metros para calcular las láminas netas de reposición con cada riego. El Umbral de Riego empleado para el plátano fué de 0.35, y para el maíz de 0.5.

Para el cálculo de las láminas netas de reposición con el riego, se empleó la fórmula siguiente:

$$dn = U.R. \times \frac{(CC - PMP)}{100} \times Da \times Pr \dots\dots\dots ec.12$$

donde:

- dn = Lámina neta de reposición con cada riego (cms),
- U.R. = Umbral de Riego ó agotamiento del agua total disponible en el suelo,
- CC = Capacidad de campo (%),
- PMP = Punto de Marchitez Permanente (%),
- Da = Densidad aparente del suelo (gr/cc),
- Pr = Profundidad radicular (cms.).

Debido a que se les determinaron las constantes físicas a los dos estratos por separado, el cálculo de la lámina neta de reposición también se calculó por estratos y la suma de los dos nos dió la lámina neta de reposición con cada riego por parcela.

IV.6 CALCULO DE LA APLICACION

Es necesario conocer la lámina que aplican los agricultores a sus cultivos por medio del riego. Debido a que ninguno de ellos hace esta medición (observación personal), se hizo necesario efectuarla. Para esto se midió el caudal que ingresó a las parcelas por los tomagranjas, durante una hora, con lo que se sacó el volumen utilizado para el riego, luego se midió -

el área regada con este volumen de agua, completando de ésta manera los datos necesarios para calcular la lámina aplicada a los cultivos con el riego, utilizando la fórmula siguiente:

$$da = \frac{Vol \text{ (m}^3\text{)}}{Area \text{ (m}^2\text{)}} \dots\dots\dots ec. 13$$

donde:

da = Lámina aplicada a los cultivos con el riego (mts.),

Vol = Volúmen de agua empleado para el riego (mts³),

Area = Area regada (mts²).

IV.7 CALCULO DE LA EFICIENCIA DE APLICACION

Para esto es necesario conocer, la lámina neta de reposición con el riego y la lámina aplicada a los cultivos por medio del riego para lo que se empleó la siguiente relación:

$$Eap = \frac{dn}{da} \times 100 \dots\dots\dots ec. 14$$

donde:

Eap = Eficiencia de aplicación (%),

dn = Lámina neta de reposición con cada riego (cms),

da = Lámina aplicada durante el riego (cms).

Luego obtenidas las eficiencias de todas las parcelas, se les promedió para poderlas aplicar a la ecuación N° 4 para calcular la eficiencia global de la Unidad.

IV.8 DETERMINACION DE LA EVAPOTRANSPIRACION

Es necesario para poder conocer la cantidad de agua que necesitan los cultivos para un buen desarrollo y sirva para realizar los calendarios de riego.

Para efecto del presente trabajo se empleó la ecuación de Blaney-Criddle modificado por Phelam, que es uno de los métodos más ampliamente -

utilizado para el cálculo de las necesidades de agua de los cultivos (Doorenbos y Pruitt, 1976).

El método solo necesita la temperatura media mensual y el porcentaje de horas luz como variables climáticas.

Debido a que en la Unidad de Riego "La Blanca" no hay estación meteorológica o en alguna área cercana dentro de nuestro país que nos pudiera ofrecer datos del área en cuestión, fué necesario utilizar los datos de la Estación de Ciudad Hidalgo, Chiapas, México, la que se encuentra ubicada en 14° 38' de latitud Norte y 92° 10' longitud Oeste, a una altura de 18 m.s.n.m., y es la estación mas cercana a la Unidad, quedando entre 15 a 20 Kms. de distancia en línea recta.

Estos datos pueden utilizarse ya que son de la misma región y zona de vida de la Unidad. Los datos son el promedio de 10 años de observación y se pueden observar en el Cuadro N° 2.

CUADRO N° 2

DATOS CLIMATICOS DE LA ESTACION CIUDAD HIDALGO

MES	TEMPERATURA MEDIA °C	PRECIPITACION mm	EVAPORACION mm
Enero	26.4	280.8	160.4
Febrero	26.8	0.4	176.7
Marzo	28.2	3.1	220.5
Abril	29.2	55.2	196.5
Mayo	28.7	161.8	160.7
Junio	27.6	312.1	120.7
Julio	27.6	209.3	130.7
Agosto	27.7	226.1	138.7
Septiembre	27.4	292.4	112.8
Octubre	27.5	290.1	116.1
Noviembre	27.2	65.0	121.6
Diciembre	26.7	2.8	135.5
Anual =		1,620.3	1,790.9

V. RESULTADOS Y DISCUSION

De acuerdo a la metodología empleada, se determinó que la eficiencia global de la Unidad de Riego "La Blanca" es muy baja, siendo de un 21%, lo que significa que se pierde casi las 4/5 partes del agua derivada en las distintas fases del riego. Esta eficiencia se puede dividir en:

- Eficiencia media de conducción 78%
- Eficiencia media de aplicación 27%

La eficiencia media de conducción se encuentra en un nivel bueno, y es casi 1/5 parte del agua total derivada la que se pierde en el sistema de los canales de la Unidad. Al realizarse los aforos, se pudo determinar que se deriva aproximadamente un 25% más del caudal de diseño.

Se pudo observar que sobre el canal de conducción se realiza permanentemente una extracción ilegal de agua, que se determinó de un $0.24 \text{ m}^3/\text{seg.}$, aunque en algunas ocasiones es mayor. Esta agua es utilizada por una hacienda vecina a la Unidad, principalmente para el abastecimiento de ganado.

La eficiencia media de conducción de las distintas partes de los canales de la Unidad es de 78%, aunque se puede observar que hay unos canales con una eficiencia alta, mientras que hay otros con una eficiencia baja. Los canales que poseen una eficiencia alta tienen un promedio de 89%, variando desde 75.13% hasta un 98.81%. Los restantes canales que tienen una eficiencia baja, tienen un promedio de 48%, variando desde un 29.36% hasta un 66.26%.

Los datos de las eficiencias observadas por canal, se pueden observar en el Cuadro N° 3.

CUADRO N° 3

EFICIENCIA DE CONDUCCION POR CANAL DE LA UNIDAD DE RIEGO "LA BLANCA", SEGUN
AFOROS EFECTUADOS EN MARZO 1984.

CANAL	LONGITUD	NUMERO DE CAJAS	NUMERO DE TOMAGRANJAS	EFICIENCIA %
Conducción	5,487.8	2	2	96 %
CP-1	13,833.7	12	65	76 %
CP-2	8,892.8	15	35	82 %
S-1	3,066.6	-	17	53 %
S-2	5,785.8	4	31	47 %
S-3	1,827.2	1	11	66 %
S-4	3,065.0	-	16	90 %
TOTAL	41,358.9	34	177	78 %

Se pudo observar que los canales que poseen una eficiencia menor son los que poseen en los tomagranjas, compuertas mal ajustadas ó bien carecen de las mismas. Además se da el problema que el revestimiento se encuentra excesivamente rajado y que las sisas de los mismos son muy grandes, lo que favorece una alta filtración de agua en los mismos.

Las distintas secciones en que se dividieron los canales para poder realizar los aforos se encuentran localizados en la Figura N° 5, que se encuentra en el apéndice. Los datos de los caudales obtenidos en los canales que sirvieron para el cálculo de la eficiencia de conducción se encuentran en el Cuadro N° 5 del apéndice.

En la construcción de los canales se dió un error, debido a que no fueron construídos tal como se diseñarón. El diseño se hizo planteando que el canal CP-1, alimentaría a los canales S-3 y S-4, los cuales desfogarían hacia el canal CP-2, ver Figura N° 6, del apéndice.

Durante la construcción, por problemas de topografía, la dirección del recorrido del agua de los canales S-3 y S-4, se invirtió, con lo cual el Canal CP-2 es el que los alimenta, los cuales desfogan hacia una calle, la que se convirtió en un pantano. En la Figura N° 7, del apéndice aparece como están construídos los canales en la actualidad.

El problema suscitado es que las secciones de los canales no se cambiarón, con lo cual en el canal CP-1 da una reducción de la sección luego de la supuesta separación del canal S-3, por lo que el caudal que lleva es mayor que el que puede llevar el canal con la nueva sección, por lo que se pierde - parte del agua por desbordamiento.

El canal CP-2 no tiene la sección suficiente para cubrir el área de riego de los canales S-3 y S-4, así también como el área del mismo, lo que - provoca que en la parte final de esos canales tengan problema por falta de - agua.

Se obtuvo el número que debería tener la muestra a analizar. Debido a los costos, tiempo para realizar el trabajo y otra serie de inconveniencias, se tomó la decisión de analizar uno de cada tres agricultores usuarios, o sea, que se analizó a un total de 26 agricultores usuarios, lo que representa una intensidad del 34.21% de la población total, lo cual se distribuye de la siguiente forma:

- Sólo Maíz 5 agricultores usuarios
- Sólo Plátano 11 agricultores usuarios
- Maíz y Plátano 10 agricultores usuarios.

Con la anterior intensidad de muestreo señalada, se analizó que no provocaría un sesgo muy grande de la información recabada, por lo que los datos encontrados, se pueden tomar como de buena confiabilidad.

La información obtenida de los agricultores usuarios del servicio de riego por medio de la boleta, se determina como cierta y veraz porque de antemano se les explicó el propósito de la misma y además fué realizada por una persona ajena a la Unidad, les permitió expresarse de una forma abierta y sin restricciones. Esta información se detalla a continuación.

Respecto a la experiencia y los conocimientos adquiridos en relación al riego, el 83.33% han indicado que han tenido experiencia y en base a ella han aumentado sus conocimientos; de ellos, el 58.33% la experiencia ha sido en la propia parcela, un 8.33% en otras parcelas, y un 12.50% en - otras regiones fuera del país.

La mayoría de agricultores utilizan en el riego del plátano, un surco cada dos hileras de plátano, el cual es utilizado como una regadera secundaria, desde el cual se aplica el agua a las plantas, siendo éste el sistema de inundación total. Entre la población existe un 7.69% que sí emplea en el plátano el sistema de surcos, colocando dos surcos pequeños paralelos a las hileras de las plantas. En el caso del maíz, tampoco se emplea el sistema de riego por surcos, porque el agua es conducida por el terreno, sin importar la posición de los surcos. En algunas ocasiones, se pudo observar que los surcos son empleados como regaderas secundarias, desde donde se deriva el agua para regar así varios surcos simultáneamente.

Los agricultores del parcelamiento, no conocen en su mayoría otros sistemas y métodos de riego, el 41.67% sólo conoce el sistema de inundación total, en tanto que el 20.83% conoce el de surcos, y el restante 29.17% conoce otros como son; el de apersión, tubos perforados y otros.

El trazo de las regaderas dentro de las parcelas, se efectúa por parte de la cuadrilla de Topografía de la Unidad, quedando a discreción de los usuarios la dirección que tendrán los surcos. En la actualidad se ha estado trabajando con un grupo reducido de agricultores, a quienes se les ha efectuado un diseño total de un sistema de riego, pero en áreas reducidas, encontrándose una cierta apatía por el resto de la población.

Un 12.50% de la población indica que no sabe si es o no adecuado el sistema de riego que emplea, el 83.33% si cree que es adecuado, mientras que el restante 4.17% dice que no es adecuado.

El tiempo que tienen los agricultores de estar regando sus parcelas, varía desde cero años, siendo el evaluado el primero hasta un máximo de 10, estando la variable general entre 4 y 5 años.

El 12.50% de los encuestados, no sabe si el riego le ha reportado mayores beneficios, un 83.33% indica que si ha tenido mayores beneficios y el 4.17% restante dice que no.

La mayoría de la población (62.50%) no sabe en qué forma han aumentado sus beneficios, el 25% dice que más o menos se incrementa el beneficio,

un 8.33% indica que el beneficio es que mejora la calidad de la fruta y el 4.17% restante indica que trae muchos problemas y gastos el empleo del riego. Los agricultores en su totalidad nunca han cuantificado los beneficios obtenidos con el riego, indicando en el caso de plátano, se mantiene mejor, crece adecuadamente y por ende se obtiene una mejor producción. Para el maíz, se indicó que el cultivo no se puede realizar sin el riego en la época seca, salvo en donde el nivel freático está muy alto y las plantas se mantienen con la humedad de éste.

El 95.83% indicó que con empleo del riego se obtiene una mayor rentabilidad, mientras que el 4.17% indicó que no es rentable.

Sólo el 12.50% de los encuestados han recibido asesoría para el uso del riego, mientras que el 87.50% nunca la han recibido. Las recomendaciones sobre el uso del agua para regar la parcela, los sufren el 37.50% de la población, mientras que el 62.50% si recibe la cantidad necesaria.

El 50% de la población dice tener problema el día de riego, porque no obtienen la cantidad de agua necesaria en el canal, mientras que el restante 50% indica no tenerlos.

De la población encuestada, el 37.50% indican que si existen preferencias en la distribución del agua entre los usuarios, mientras que el 62.50% indican que no hay preferencias.

A todos los agricultores se les calendariza el turno del riego cada 12 días, siendo la duración de este en base al área regada. El 16.67% de la población indican que son capaces de regar toda su parcela, mientras que el 83.33% no la pueden regar toda, siendo en su mayoría problemas de topografía dentro de la parcela.

En la Unidad ningún agricultor mide la cantidad de agua que aplica a sus cultivos y tampoco sabe como hacerlo.

Un 41.67% posee problemas de erosión dentro de las parcelas, mientras que un 58.33% no los tienen. Estos problemas son debidos a las grandes cargas de agua empleadas para el riego.

Todos los agricultores dicen que el agua cuando está por llegar al final del terreno ya ha llegado al final del mismo.

En alguna parcela se tiene un sistema de drenaje para conducir las aguas de exceso del riego o para conducir las aguas de lluvia excesivas que causan las inundaciones.

Se admitió en su totalidad que se presta un buen mantenimiento a los canales, quedando pendientes sólo los problemas del revestimiento de estos.

Los problemas que ocasiona el agua poco profunda, se han sentido en un 8.33% de las parcelas, mientras que un 79.17% no los tienen y un 12.50% los tienen sólo en la época lluviosa.

En la época lluviosa un 25% de las parcelas se inundan casi en su totalidad, un 20.83% no presentan ese problema y un 54.17% sólo se inundan parcialmente.

Los agricultores se han organizado en un Comité de usuarios del servicio de riego de la Unidad, y han llegado a obtener un Comité bien formado, el cual cuenta con un Presidente, un Vicepresidente, un Secretario, un Tesorero, cinco Vocales y el resto lo forman todos los usuarios. Las funciones que este tiene, son las de velar por solucionar los problemas con que se enfrentan los usuarios dentro de la Unidad. Según la información de los agricultores, este Comité fue creado con la ayuda de los Promotores de DIGESA y tiene unos cuatro años de formación.

Para efectos del presente estudio, el cálculo de los parámetros de las velocidades de infiltración, se obtuvieron empleando el método matemático en lugar del gráfico, datos que sirven para calcular el tiempo necesario para infiltrar las láminas brutas aplicadas a los cultivos, con lo que se puede obtener en un nivel comparativo, las láminas perdidas por percolación profunda. Todos los datos de los parámetros de las velocidades de infiltración se pueden observar en el Cuadro N° 6 del apéndice.

Con el muestreo de suelos y el posterior análisis de las muestras, se pudo obtener la lámina media capaz de almacenar en el suelo, la que es de 13.6 cms., variando desde 11.1 cms. en el valor mínimo hasta un 17.7 cms. en el valor máximo. Además se calcularon las láminas netas de reposición con cada riego, la cual en promedio es de 5.6 cms., variando desde 3.9 cms. hasta un 8.8 cms. Los datos detallados de todas las parcelas analizadas, se pueden observar en el Cuadro N° 7 que se encuentra en el apéndice.

Con los datos de las láminas netas de reposición en cada riego y las láminas aplicadas a los cultivos con el riego, se calculó la eficiencia de aplicación que se tiene en las parcelas, la cual en promedio es de 27%, - que varía desde un 15% hasta un 57%. Estos valores son muy bajos y son a causa de la gran cantidad de agua que los agricultores aplican a sus cultivos, indicando que entre más agua se les aplica, mejor será el riego, sin saber el efecto negativo que le está causando al suelo y a los cultivos, así como el desperdicio de agua que están realizando. Los datos observados en las parcelas analizadas, se pueden observar en el Cuadro N° 4. Para darse una mejor idea de la relación que se tiene entre las láminas netas de reposición con cada riego y las láminas aplicadas a los cultivos, se pueden observar confrontadas en la Figura N° 4.

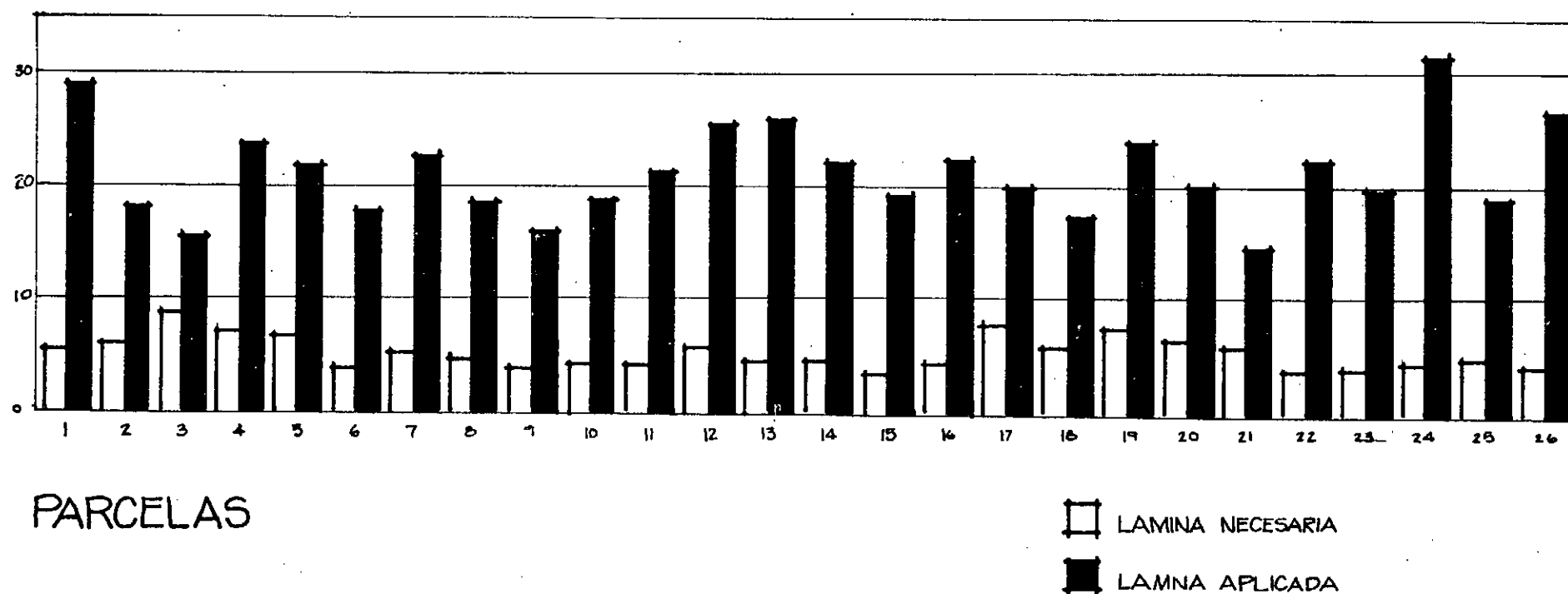
Las láminas perdidas por percolación profunda, se calcularon por diferencia entre las láminas aplicadas a los cultivos y las láminas netas de reposición con cada riego. Las láminas de reposición con cada riego en promedio son de 5.6 cms. mientras que las láminas aplicadas a los cultivos son en promedio de 21.5 cms., lo que nos da una lámina media sobreaplicada de 15.9 cms., lo cual varía desde 6.8 cms., hasta 27.2 cms.

CUADRO N° 4CALCULO DE LA EFICIENCIA DE APLICACION POR PARCELA

PARCELA	LAMINA NETA DE REPOSICION CON RIEGO (0-80 cms)	LAMINA BRUTA APLICADA CON EL RIEGO	EFICIENCIA DE APLICACION %
1	5.60	28.93	19.36
2	6.16	18.18	33.88
3	8.83	15.58	56.68
4	7.25	23.70	30.59
5	6.87	22.05	31.16
6	4.17	17.90	23.30
7	5.55	22.70	24.45
8	4.75	18.63	25.50
9	4.20	16.20	25.93
10	4.48	18.85	23.77
11	4.49	21.43	20.95
12	5.98	25.67	23.30
13	4.85	26.28	18.46
14	4.95	22.40	22.10
15	3.89	19.49	19.96
16	4.76	22.48	21.17
17	8.20	20.13	40.74
18	6.36	17.58	36.18
19	7.87	24.37	32.29
20	6.86	20.44	33.56
21	6.33	14.80	42.77
22	4.14	22.59	18.33
23	4.26	20.06	21.24
24	4.71	31.90	14.76
25	5.13	19.41	26.43
26	4.42	26.98	16.38
PROMEDIO =	5.58	21.49	27.05

FIGURA N. 4

CONFRONTACION ENTRE LAS LAMINAS NETAS DE REPOSICION CON CADA RIEGO Y LAS LAMINAS APLICADAS A LOS CULTIVOS.



PARCELAS

□ LAMINA NECESARIA
■ LAMINA APLICADA

Esta lámina media sobreaplicada corresponde en porcentaje a un 311%, variando desde un 76%, hasta un 577%. Los datos observados en todas las parcelas se encuentran en el Cuadro N° 8, del apéndice. La excesiva sobreaplicación es debida a la falta de conocimientos por parte de los agricultores, sobre las necesidades de agua de riego de los cultivos. Esto se debe a que no se les presta un buen servicio de asesoría sobre el riego, y es a causa - de la falta de equipo y suficiente personal técnico para realizar estas actividades.

En el parcelamiento agrario "La Blanca", en donde se encuentra asentada la Unidad de Riego del mismo nombre, se ha podido observar que tiene un serio problema debido a que el nivel freático de ese lugar se encuentra muy - alto, lo que ocasiona una influencia directa sobre la humedad de la zona radicular del suelo.

En la Unidad de Riego, se lleva un registro mensual de la profundidad del nivel freático, por medio de observaciones realizadas en 34 pozos - distribuídos en toda la Unidad. Con los datos obtenidos durante los meses - de enero a abril de 1984, que es la época en que se realiza el riego con mayor intensidad, se calculó la profundidad media del nivel freático del lugar la que fué de 2.12 metros. Los valores de las profundidades del nivel freático se pueden observar en el Cuadro N° 9 del apéndice.

Respecto a la calidad del agua subsuperficial, los niveles de sales son muy altos, debido a que se da en la región una intrusión marina. - Se obtuvieron algunos datos de la calidad del agua del nivel freático, procedentes de los archivos del Laboratorio de Suelos y Aguas de la Dirección Técnica de Riego y Avenamiento del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.

La calidad del agua subsuperficial es muy mala, debido a que se - observaron concentraciones de sodio de 111.75 miliequivalentes por litro de solución, y algunas concentraciones altas de cloro en la misma, lo que indica que existe una relación entre el agua subsuperficial del lugar y el agua del Océano Pacífico. Con los datos observados en los pozos de la Unidad, - se determinó que existen lugares en donde las concentraciones de sales son

altas, dando como resultado, aguas de muy mala calidad para el riego, como lo son las de la Clase C4-S4. Hay que tomar en cuenta también, que estas aguas se encuentran muy cerca de la superficie, lo que agrava más la situación del lugar. Los datos de la calidad del agua del nivel freático de la Unidad, se pueden observar en el Cuadro N° 10 del apéndice.

Las conclusiones de Samayoa (1976), indican que los problemas de drenaje en la región, son de origen local como consecuencia de la orografía, la hidrografía y la topografía del Litoral Pacífico.

Según observaciones realizadas por la persona arriba indicada, sobre una serie de fotografías aéreas, se determinó que en la época de invierno se inunda el 80% de toda el área del parcelamiento y en el verano permanece inundado el 20% de toda el área, siendo ésta, primordialmente suelos de la Clase III.

Al analizar los mapas de curvas de isoprofundidad ó isóbatas, así como las curvas de iguales niveles freáticos ó isohipsas de "La Blanca", nos damos cuenta de que la napa freática es superficial, existiendo áreas que -- siempre están cubiertas de agua y otras en donde la napa freática se halla -- por debajo de la superficie del terreno, casi a 1 metro de profundidad, llegando a 4 metros cerca del Río Naranjo. Las áreas vecinas al río Tilapa, -- permanecen inundadas todo el año, incluyendo el área del Zanjón Pacayá.

Debido a la cercanía con el Océano Pacífico, con el área que ocupa la Unidad de Riego "La Blanca", se puede deducir que existe intrusión marina, además de tenerse altos niveles freáticos como consecuencia de las aguas superficiales del lugar.

Las relaciones entre el agua dulce y el agua salada son siempre complicadas, aunque se muevan por medio de la ley del Balance de las Aguas de diferentes Densidades, excepto cuando existen barreras, tales como formaciones confinantes ó estructurales. El constate flujo de las mareas en el Océano Pacífico, influye también en la relación antes descrita.

La evapotranspiración calculada para el caso del plátano es de 3.63 mm/día y para el maíz es de 3.61 mm/día, siendo éstas muy similares.

Como los valores de evapotranspiración y los de las láminas netas de reposición con cada riego, se estableció que el intervalo de riego medio para el plátano es de 13 días entre riegos, variando desde 11 hasta 16 días entre riegos. Para el maíz se determinó que el intervalo medio de riego es de 19 días, variando éste desde 16 hasta 24 días.

Con estos valores nos podemos dar idea de otra causa que está afectando la eficiencia del lugar, se está aplicando el agua a un intervalo menor del requerido, motivando con esto que se pierda una mayor cantidad de agua, - incrementando también el nivel freático del lugar. Además de estos problemas, se incrementan los costos de producción del cultivo, porque se está gastando más en mano de obra para realizar una operación que no correspondía en ese instante.

Los cálculos efectuados para determinar el intervalo de riego para el plátano y para el maíz se puede observar en los Cuadros Nos. 11 y 12, respectivamente, los cuales se encuentran en el apéndice.

VI. CONCLUSIONES

1. La eficiencia global de la Unidad de Riego "La Blanca", es baja siendo esta de 21%. Esta eficiencia se puede dividir en:
 - Eficiencia media de conducción 78%
 - Eficiencia media de aplicación 27%
2. Se observó que existe una sobreaplicación media de 311%, lo que equivale a una lámina media de 15.9 cms.
3. Las causas de la baja en la eficiencia de conducción en la Unidad son:
 - Falta de compuertas ajustadas y calibradas en algunos tomagranjas,
 - Compuertas no calibradas y mal ajustadas en algunos tomagranjas,
 - Perforaciones y grietas en el revestimiento de los canales y sisas muy grandes en las placas del mismo,
 - Errores en la construcción de los canales.
4. Las causas de la baja eficiencia de aplicación, es la falta de conocimientos por parte de los agricultores, sobre las necesidades de agua de los cultivos, porque ellos aplican una mayor cantidad de agua creyendo que así realizarán un mejor riego.
5. De acuerdo con la información obtenida con la boleta, se observó - que el nivel de tecnología que los agricultores poseen sobre el riego, es muy bajo, porque no toman en cuenta las distintas características del suelo, agua y plantas, por lo que no consiguen una utilización eficiente del mismo. La mayoría de agricultores, aplican el agua debido a que la tienen disponible y gratuita.

VII. RECOMENDACIONES

1. Reparar el revestimiento de los canales, arreglando las perforaciones y grietas, así también como tratar de reducir las sisas - de las placas del mismo.
2. Establecer normas para que todos los agricultores usuarios del - riego, coloquen en sus tomagranjas, compuertas bien ajustadas y calibradas. ó que se ajusten y calibren las ya existentes.
3. Regir las extracciones ilegales según los lineamientos de la Unidad, para que de esta manera se traten de reducir al mínimo. Si estas extracciones no se pueden eliminar, habrá que tomar medidas para regirlas, siempre y cuando no se interrumpan los servicios a los usuarios de la Unidad.
4. Darles a los agricultores usuarios del servicio de riego, los co nocimientos, asesoría y recomendaciones para el uso del agua pa - ra el riego, además de indicarles los beneficios y rentabilidades que se consiguen con el uso del mismo.
5. Poner un programa práctico, en donde se les pueda enseñar y expli car a los agricultores de la Unidad, algunos otros sistemas de - riego que puedan utilizar en sus parcelas, explicándoles las ven - tajas y desventajas de los mismos, así también los costos de ins - talación.
6. Ayudar por parte de la Unidad, a los agricultores, para el diseño del sistema de riego que van a emplear.
7. Efectuar investigaciones acerca de las cantidades y frecuencias de aplicación del agua a los cultivos más usuales en la Unidad y tras - ladarle los resultados a los agricultores, para que de esta manera se pueda hacer un uso más eficiente del agua. También hay que -- efectuar un plan de diversificación de cultivos en la región, por - que se pudo establecer que es muy poca.

8. Programar la utilización del riego a los agricultores, de una manera más adecuada para así lograr que se cubran todas las parcelas de la Unidad.
9. Ayudar a los agricultores de la Unidad con el diseño y empleo de drenajes, para así contrarestar el efecto negativo de las inundaciones de la época lluviosa.
10. Estudiar la influencia del nivel freático sobre la humedad de la zona radicular del suelo.
11. Concientizar a los agricultores sobre el buen empleo del agua y así evitar las sobreaplicaciones y la percolación profunda.
12. Establecer en la Unidad, una estación meteorológica básica, para obtener la información climatológica necesaria para el cálculo de las necesidades de agua de los cultivos.
13. Que se establezcan estaciones hidrométricas, de tipo limnimétricas, sobre los canales de la Unidad, para que de esta manera se tenga una evaluación constante de la eficiencia de conducción de los mismos.
14. Se establezca en la Unidad un Laboratorio de Suelos y Aguas, para poder determinar las constantes físicas de los suelos respecto al riego, y así dar un mejor servicio a los agricultores.
15. Concientizar a los agricultores para que utilicen el servicio de riego las 24 horas del día, porque en la actualidad sólo se utiliza más o menos 12 horas.
16. Que se realicen posteriores estudios de la operación de la Unidad de Riego "La Blanca", para que de esta manera se pueda completar el estudio de la eficiencia de la Unidad, y así contribuir de una forma íntegra al mejor desarrollo de sus labores.

VIII. BIBLIOGRAFIA

1. ARAGON, M.R. Diagnóstico sobre la aplicación del agua de riego en la Unidad El Rancho-Jicaro. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1984. 89 p.
2. BOOHER, L.J. El riego superficial. Roma, FAO, 1974. 162 p.
3. CABRERA, V. Apuntes del curso de riego y drenajes I. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1983. s.p. (inédito).
4. DIAZ, M.T. Evaluación de las unidades de mini-riego, por aspersión, en Pueblo Viejo y Quiajola, San Sebastian, Huehuetenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1983. 89 p.
5. DOORENBOS, J. et al. Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Roma, FAO. Estudios de Riego y Drenaje, Boletín N° 33. 1979. 212 p.
6. GOLDBERG, S. Técnicas y métodos para el uso eficiente del agua en la gricultura; principios y sistemas de irrigación a presión. México, Centro Regional de Ayuda Técnica, 1975. 14 p.
7. GUILLERN, S. Evaluación de métodos de riego. México, Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Irrigación. Boletín Técnico N° 16. 1980. 93 p.
8. ISRAELSEN, O.N. y HANSEN, V.E. Principios y aplicaciones del riego. Trad. de la 3a ed. en inglés por Alberto García Palacios. 2a ed. Barcelona, Reverté, 1975. 447 p.
9. KISH, L. Muestreo de encuestas. México, Trillas, 1982. 735 p.
10. KREYSIG, E. Introducción a la estadística matemática, principios y métodos. México, Limusa, 1978. 505 p.
11. MERRIAM, J.L., KELLER, J. and ALFARO, J.F. Irrigation system evaluation and improvement. Long Utah, Utah State University, Water Research Laboratory, 1973. 89 p.
12. MERRIAM, J.L. and KELLER, J. Farm irrigation system evaluation; a guide for management. Long Utah, Utah State University, Departament of Agricultural and Irrigation Engineering, 1979. 213 p.
13. PALACIOS, E. Productividad, ingresos y eficiencia en el uso del agua en los distritos de riego de México. Chapingo, México, Colegio de Post-graduados, Rama de Riego y Drenaje, 1975. s.p.

14. SALAZAR, L. Estructuras típicas para conducir y controlar el agua de riego a nivel de parcela o grupo de parcelas. Utah, Universidad del Estado, Centro Internacional de Riegos, 1981. 113 p.
15. SAMAYOA, M.L. Estudio preliminar de los problemas de riego y drenaje en el parcelamiento La Blanca. Tesis Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Ingeniería, 1976. 62 p.
16. SIMMONS, Ch., TARANO, J.M. y PINTO, J.H. Clasificación de reconocimiento de suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra, 1959. 1000 p.
17. YAP-SALINAS, L.H. Eficiencia y uniformidad en el riego. Utah, Universidad del Estado, Ingeniería de Irrigación. Boletín Técnico N° 1. 1979. s.p.

130

Fertuile



IX. A P E N D I C E

FORMA DE DIVISION DE LOS CANALES PARA PODER REALIZAR LOS AFOROS



Cuadro N° 5

EFICIENCIA DE CONDUCCION DE LAS DISTINTAS PARTES DE LOS CANALES DE LA UNIDAD DE RIEGO "LA BLANCA", SEGUN AFOROS EFECTUADOS EN MARZO DE 1984

CANAL	CAUDAL DE EN- TRADA (m ³ /seg)	CAUDAL DE SA- LIDA (m ³ /seg)	DIFERENCIA	EFICIENCIA %
CC a	2.3047	2.2266	0.0781	96.61
CC b	2.2266	2.0540	0.1725	92.25
CC c	1.8141	1.7926	0.0219	98.81
CP-1 a	1.3732	1.2779	0.0953	93.06
CP-1 b	0.8794	0.7728	0.1066	87.88
CP-1 c	0.3743	0.1099	0.2644	29.36
CP-1 d	0.2936	0.2803	0.0133	95.47
CP-2 a	0.5389	0.4151	0.1238	77.03
CP-2 b	0.6300	0.5936	0.0364	94.22
CP-2 c	0.3945	0.3221	0.0724	81.65
CP-2 d	0.1520	0.1142	0.0378	75.13
S-1	0.3960	0.2040	0.1920	51.52
S-2	0.3970	0.1854	0.2116	46.70
S-3	0.1986	0.1316	0.0670	66.26
S-4	0.1699	0.1522	0.0177	89.58
PROMEDIO =				78.37

FIGURA N.6

DISTRIBUCION DE LOS CANALES SEGUN EN EL PROYECTO DE CONSTRUCCION

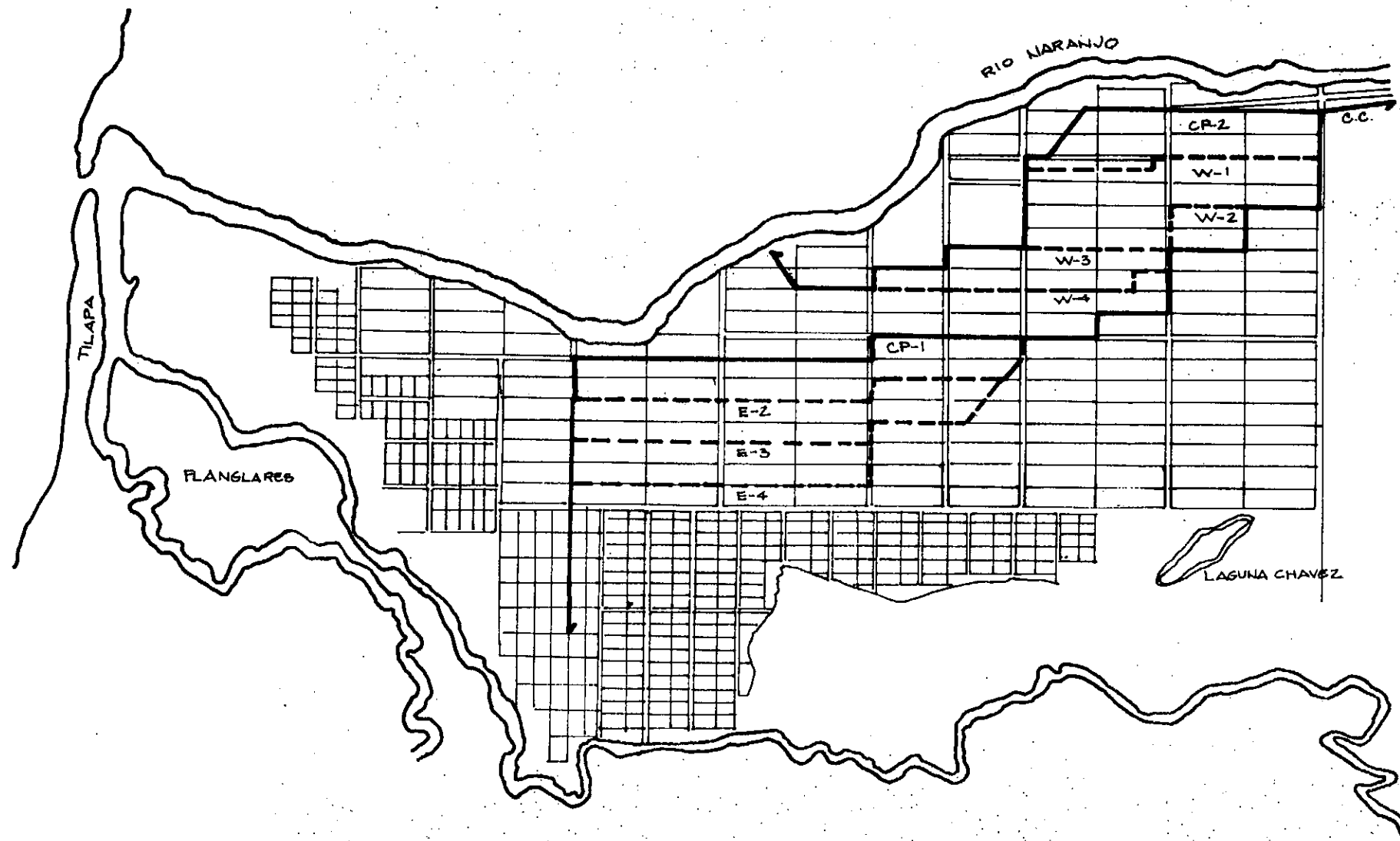
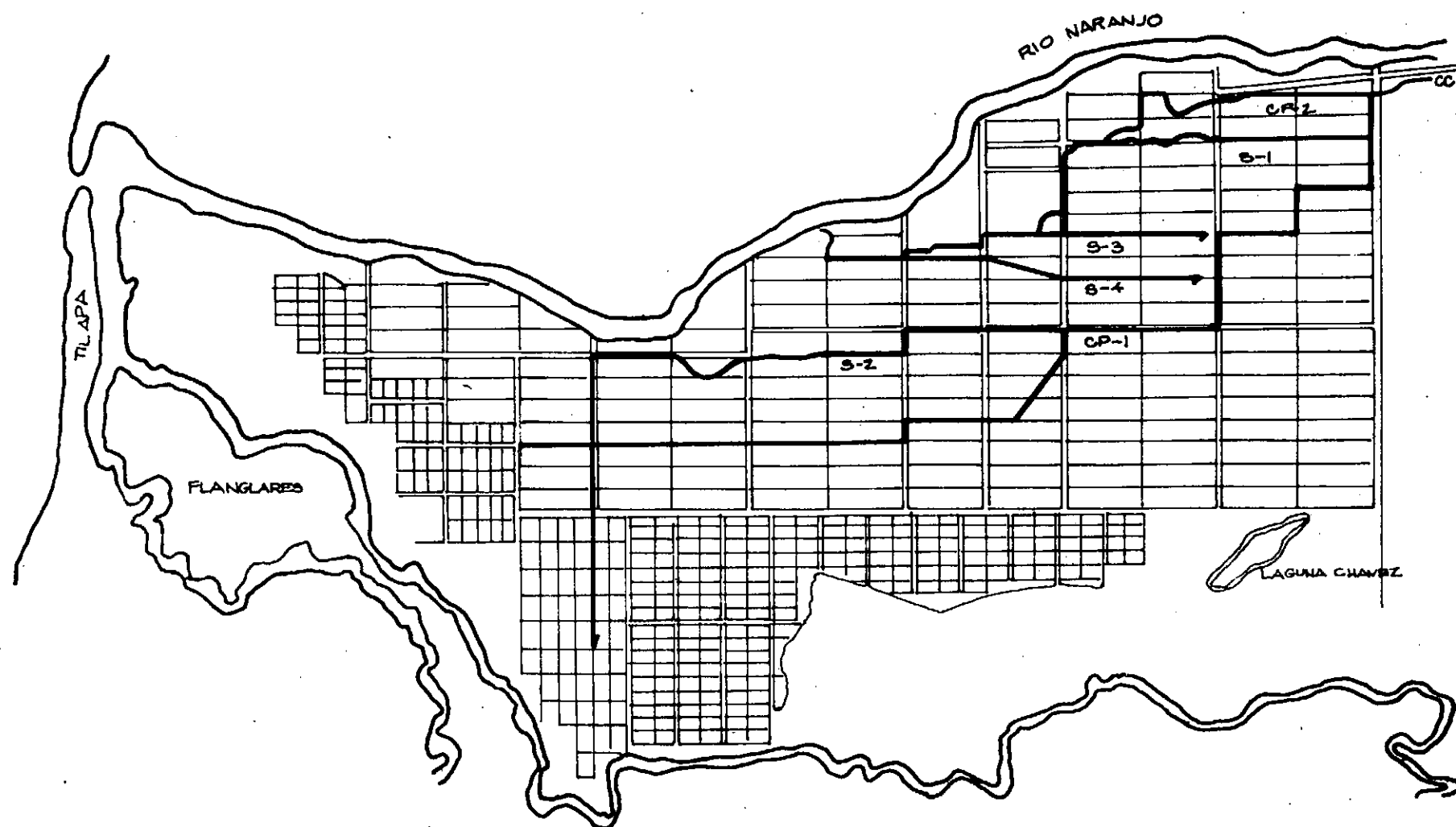


FIGURA N.7

CANALES CONSTRUIDOS ACTUALMENTE



Cuadro N° 6

CUADRO DE LOS PARAMETROS DE LAS VELOCIDADES DE INFILTRACION

PARCELA	PARAMETROS	
	K	n
1	37.6672	-0.3735
2	15.7743	-0.5148
3	20.7922	-0.3544
4	83.0800	-0.5088
5	32.4358	-0.1917
6	30.9200	-0.4369
7	65.5560	-0.5445
8	18.2224	-0.3438
9	33.9670	-0.3653
10	55.8338	-0.4009
11	40.0844	-0.3603
12	41.7350	-0.2969
13	50.7070	-0.5201
14	110.6623	-0.6735
15	35.9250	-0.4969
16	39.7043	-0.4123
17	29.6031	-0.5267
18	48.5371	-0.3607
19	69.7491	-0.5391
20	37.9362	-0.3711
21	96.0400	-0.5473
22	56.9741	-0.4239
23	43.8679	-0.5103
24	22.7175	-0.2981
25	61.7364	-0.4185
26	36.0039	-0.3672

$$I = K t^n$$

donde:

- I = Infiltración del suelo expresado en cms/horas,
 K = Parámetro que representa la cantidad de infiltración durante el intervalo inicial,
 n = Parámetro que indica la forma con que la velocidad infiltración se reduce con el tiempo,
 t = Tiempo expresado en minutos.

Cuadro N° 7

DATOS GENERALES DE LAS LAMINAS NETAS DE REPOSICION CON EL RIEGO Y LAS LAMINAS
CAPACES DE ALMACENAR EN EL SUELO

PARCELA	LAMINA CAPAZ DE ALMACENAMIENTO	LAMINA NETA DE REPOSICION
1	11.20	5.60
2	12.32	6.16
3	17.66	8.83
4	14.49	7.25
5	13.73	6.87
6	11.92	4.17
7	15.87	5.55
8	13.57	4.75
9	11.99	4.20
10	12.80	4.48
11	12.83	4.49
12	17.08	5.98
13	13.86	4.85
14	14.13	4.95
15	11.10	3.89
16	13.60	4.76
17	16.40	8.20
18	12.72	6.36
19	15.73	7.87
20	13.71	6.86
21	12.65	6.33
22	11.82	4.14
23	12.16	4.26
24	13.45	4.71
25	14.66	5.13
26	12.64	4.42
PROMEDIO	13.62	5.58

Cuadro N° 8DATOS DE LAS SOBREAPLICACIONES OBSERVADAS POR PARCELA

PARCELA	LAMINA DE RIEGO (cms)	LAMINA BRUTA APLICADA (cms)	LAMINA SOBREAPLICADA	% SOBRE APLICACION
1	5.60	28.93	23.33	416.61
2	6.16	18.18	12.02	195.13
3	8.83	15.58	6.75	76.44
4	7.25	23.70	16.45	226.90
5	6.87	22.05	15.18	220.96
6	4.17	17.90	13.73	329.26
7	5.55	22.70	17.15	309.01
8	4.75	18.63	13.88	292.21
9	4.20	16.20	12.00	285.71
10	4.48	18.85	14.37	320.76
11	4.49	21.43	16.94	377.28
12	5.98	25.67	19.69	329.26
13	4.85	26.28	21.43	441.86
14	4.95	22.40	17.45	352.53
15	3.89	19.49	15.60	401.03
16	4.76	22.48	17.72	372.27
17	8.20	20.13	11.93	145.49
18	6.36	17.58	11.22	176.42
19	7.87	24.37	16.50	209.66
20	6.86	20.44	13.58	197.96
21	6.33	14.80	8.47	133.81
22	4.14	22.59	18.45	445.65
23	4.26	20.06	15.80	370.89
24	4.71	31.90	27.19	577.28
25	5.13	19.41	14.28	278.36
26	4.42	26.98	22.56	510.41

PROMEDIO = 15.91 310.51

Cuadro N° 9

DATOS SOBRE LA PROFUNDIDAD DEL NIVEL FREATICO DURANTE LA EPOCA SECA DE 1984

PARCELA	MTS. ENERO	MTS. FEBRERO	MTS. MARZO	MTS. ABRIL	MEDIA OBSERVADA
2	2.84	2.28	2.47	2.50	2.52
7	1.12	1.08	1.11	0.99	1.08
11	2.02	2.09	2.15	2.40	2.17
17-A	2.86	2.66	3.10	3.24	2.97
34	2.06	2.56	2.89	3.21	2.68
36	3.88	3.70	3.79	3.64	3.75
43	1.68	1.19	1.35	1.56	1.45
47	1.56	1.67	1.45	1.62	1.58
50	1.81	1.71	2.09	2.39	2.00
53-A	1.79	1.57	SECO	SECO	1.68*
57	2.58	2.39	2.21	2.45	2.41
61	1.65	1.63	1.72	1.63	1.66
73	2.07	2.20	2.12	2.09	2.11
78	1.61	1.45	1.59	1.69	1.59
83	1.91	1.66	1.71	1.46	1.69
89	2.25	2.21	2.53	2.87	2.47
97-A	1.89	2.15	2.27	2.42	2.18
100	2.25	2.36	2.51	2.57	2.42
104	2.12	2.06	1.91	1.83	1.98
116-A	1.55	1.83	1.99	2.13	1.88
126	2.66	2.88	2.93	3.11	2.90
130	1.87	1.99	2.18	2.27	2.08
136-A	1.98	2.29	2.41	2.71	2.35
141-A	1.97	2.30	2.55	2.76	2.40
71	1.66	1.97	1.66	2.43	1.93
4-A	1.69	2.24	1.60	2.51	2.01
95	2.38	2.63	2.38	3.29	2.67
120	1.84	2.06	1.84	2.44	2.04
146	1.18	1.56	1.18	1.96	1.47
189	1.98	2.21	1.89	2.87	2.24
26	1.94	1.62	1.94	1.48	1.75
32	0.70	1.00	0.70	0.62	0.76
24-A	1.83	2.30	1.83	SECO	1.99*
15-B	2.84	3.34	2.84	3.51	3.13

PROMEDIO =

2.12 mts.

*Datos incompletos.

CUADRO Nº 10

CALIDAD DEL AGUA DEL NIVEL FREATICO

PARCELA Nº	PROCEDENCIA	Identifi- cación	pH Laboratorio	CE x 10 ⁶ a 25°C.	Solidos en solución p.p.m	Suma de catio- nes meq. litro	Suma de anio- nes meq. litro	MILIEQUIVALENTES POR LITRO										RAS	Na2 CO3 RES	
								C A T I O N E S					A N I O N E S							S.S.
								Ca.	Mg.	Na.	K	CO ₃	HCO ₃	Cl	NO ₃	SO ₄				
	Pozo-Parcela Nº 91	72-109	7.9	1550	834	8.44		0.16	3.00	5.10	0.18	2.63	3.87	0.50	2.88	2.88	60.4	4.0	3.34 C3-S1	
	Pozo-Parcela Nº 75	110	7.5	550	378	3.85		1.59	1.52	0.59	0.15	1.75	2.12	0.60	0.41	0.41	15.3	0.5	0.76 C2-S1	
	Pozo-Parcela Nº 103	111	7.7	3000	1989	24.54		0.28	6.30	17.70	0.26	6.42	6.06	0.60	13.09	13.09	72.1	9.8	5.92 C4-S3	
	Pozo-Parcela Nº 148	112	8.1	820	514	3.79		0.39	2.26	1.00	0.14	1.75	2.70	0.20	1.34	1.34	26.4	0.9	1.80 C3-S1	
	Pozo-Parcela Nº 115	113	7.8	1250	706	5.74		0.22	2.42	2.90	0.20	2.63	4.16	0.30	1.07	1.07	50.5	2.5	4.15 C3-S1	
	Pozo-Parcela Nº 124A	114	7.7	22800	10562	107.96		4.90	42.00	60.00	1.06	3.80	4.01	21.00	28.97	28.97	55.6	12.4	0 C4-S4	
	Pozo-Parcela Nº 46	115	7.9	1950	1347	10.01		0.78	2.80	6.20	0.23	2.92	5.33	0.40	4.64	4.64	61.9	4.6	4.67 C3-S1	
	Pozo-Parcela Nº 1	116	8.1	730	494	3.14		0.23	1.82	0.82	0.27	1.75	1.68	0.20	0.35	0.35	26.1	0.8	1.38 C2-S1	
	Pozo-Parcela Nº 5	117	8.0	990	594	4.66		0.33	2.60	1.40	0.33	2.04	4.02	0.30	0.24	0.24	30.0	1.2	3.13 C3-S1	
	Río Naranjo	118	7.6	120	108	0.91		0.08	0.11	0.21	0.51	0.37	0.37	0	0.22	0.22	23.1	0.7	0.76 C1-S1	
	Pozo-Parcela Nº 7	72-64	8.3	670	355	3.40		0.25	1.72	1.30	0.13	1.46	0.66	1.40	0.33	0.33	38.2	1.3	0.15 C2-S1	
	Pozo-Parcela Nº 62	65	8.4	860	509	5.03		0.35	2.10	2.40	0.18	2.34	1.53	0.60	0.65	0.65	47.7	2.2	1.42 C2-S1	
	Pozo-Parcela Nº 126	66	8.4	690	390	3.61		0.33	2.02	1.10	0.16	1.02	1.65	0.80	0.41	0.41	30.5	1.0	0.32 C2-S1	
	Río Naranjo	67	8.2	180	190	1.04		0.10	0.44	0.42	0.08	0.29	0.22	0.50	0.46	0.46	40.5	0.8	0 C1-S1	
	Pozo-Centro 1 Blanca	68	8.2	1040	929	5.72		0.62	2.02	0.51	2.50	1.46	1.97	1.70	0.15	0.15	10.1	0.5	0.79 C3-S1	
	Canal Tlapa	69	7.7	96250	30835	502.11		9.50	2.90	480.00	9.80	1.17	30.29	447.50	49.40	49.40	95.6	272.72	19.06 C4-S1	
	Río Naranjo	70	7.9	1590	351	4.60		0.11	1.28	3.00	0.21	0.58	0.37	0.70	0.77	0.77	65.2	3.6	0 C3-S1	
	Pozo-Parcela Nº 134	71	8.9	2100	1072	13.70		0.09	1.06	111.75	0.80	3.50	5.91	2.30	0.87	0.87	85.8	15.5	8.26 C4-S4	
s/n	J. Abrahán May	73-192	7.9	3200	1315	14.29	18.01	0.18	0.94	12.60	0.57	0.78	11.56	4.50		1.17	88.2	16.8	11.22 5	
141	Julian Rojas De León	193	8.2	7000	2233	25.66	36.99	0.16	0.82	24.30	0.38	2.19	12.70	17.30		4.80	94.7	34.7	13.82 5	
126	Estanislao López de la C.	194	7.8	2200	893	10.11	12.22	0.46	4.00	4.40	1.25	1.18	7.25	2.10		1.69	43.5	3.0	3.97 2	
s/n	Ernesto Ramírez	195	7.6	2000	810	8.73	11.47	0.42	2.70	5.40	0.21	1.57	7.05	1.80		1.05	61.9	4.3	5.50 3	
s/n	Victoria Alvarado	196	7.7	3300	1632	13.10	17.67	0.54	4.50	8.40	0.26	1.57	7.05	6.60		2.45	64.1	5.3	3.58 3	
s/n	Bruno Ramírez M.	197	7.4	1650	825	6.28	8.94	0.52	2.70	2.70	0.36	1.96	4.51	1.90		0.57	43.0	2.1	3.25 2	
s/n	Efraín F. García	198	7.4	2000	991	8.07	11.16	0.62	3.20	3.80	0.45	1.18	6.08	2.70		1.20	47.1	2.8	3.44 2	
s/n	Juan E. Figueroa	199	8.3	2700	892	11.83	15.12	0.86	4.40	6.20	0.37	1.57	7.64	4.40		1.51	52.4	3.8	3.95 3	
93	Emilio R. Barrios	200	7.5	850	393	2.30	4.90	0.31	1.20	0.65	0.14	0	3.72	1.00		0.18	28.3	0.8	2.21 2	
89-A	Carlos Galindo	201	7.2	850	419	2.34	4.26	0.33	1.43	0.48	0.10	0	2.74	1.30		0.22	20.5	0.5	0.98 2	
75	Silvestre López R.	202	7.6	6000	2894	25.37	38.04	5.40	10.70	9.00	0.27	0.78	9.60	7.70		19.96	35.5	0.2	0 3	
64	Feliciano Godoy L.	203	7.6	2700	1606	13.45	17.85	4.50	6.15	2.40	0.40	0.39	5.49	1.80		10.17	17.8	1.0	0 2	
61	Celinto Cano y Cano	204	7.6	1100	591	4.00	6.82	0.36	1.43	1.70	0.51	0	5.49	1.10		0.23	42.5	1.8	3.70 2	
2	-----	205	7.7	950	469	3.37	6.32	0.39	1.10	1.80	0.08	0	5.29	0.80		0.23	53.4	2.1	3.80 3	
7	Ernesto Ochaita B.	206	6.9	2000	1577	6.78	7.78	1.67	3.00	2.00	0.11	0	2.02	5.20		0.38	29.5	1.3	0 2	
57	Cipriana A. Alvarado	207	7.2	1300	866	5.13	7.81	0.24	1.42	2.30	1.17	0	6.65	1.00		0.15	44.8	2.5	5.00 3	

Cuadro N° 11

MÉTODO DE BLANNEY-CRIDDLE MODIFICADO POR PHELAN PARA PLATANO EN LA UNIDAD DE RIEGO "LA BLANCA"

M E S	t °C	$\frac{t + 17.8}{21.8}$	% P	f real	Kt	f Kt	Kc	Et'	Et	Ppo	Et-Ppo	Etpa
Noviembre	27.2	2.06	7.85	16.17	1.087	17.58	0.9	15.82	12.83	6.50	6.33	6.33
Diciembre	26.7	2.04	8.04	16.40	1.071	17.56	0.9	15.80	12.81	0.28	12.53	18.86
Enero	26.4	2.03	7.08	14.37	1.062	15.26	0.9	13.73	11.13	0.20	10.93	29.79
Febrero	26.9	2.05	7.39	15.15	1.067	16.32	0.9	14.69	11.91	0.04	11.87	41.66
Marzo	28.2	2.11	8.43	17.79	1.118	19.89	0.9	17.90	14.51	0.31	14.20	55.86
Abril	29.2	2.16	8.44	18.23	1.149	20.95	0.9	18.86	15.29	5.52	9.77	65.63
									96.80	78.48	65.63	

$$\bar{K}_c = 0.90 \quad \bar{K}_g = 0.80$$

$$F.A. = \frac{K_g}{K} = \frac{0.80}{0.9866} = 0.8108$$

$$K = \frac{Et'}{f_{real}} = \frac{96.80}{98.11} = 0.9866$$

$$Et = 3.63 \text{ mm/día}$$

$$dn = 46.70 \text{ mm/riego}$$

$$\text{Intervalo de riego} = \frac{46.70 \text{ mm/riego}}{3.63 \text{ mm/día}} = 12.87 \quad 13 \text{ días/riego}$$

variando de 11 a 16 días entre riegos

Cuadro N° 12

METODO DE BLANEY-CRIDDLE MODIFICADO POR PHELAM PARA MAIZ EN LA UNIDAD DE RIEGO "LA BLANCA"

M E S	t °C	$\frac{t + 17.8}{21.8}$	% P	f real	Kt	f Kt	Kc	Et'	Et	Ppo.	Et-Ppo.	Etpa
Noviembre	27.2	2.06	7.85	16.17	1.087	17.58	0.83	14.59	12.78	6.50	6.28	6.28
Diciembre	26.7	2.04	8.04	16.40	1.071	17.56	0.83	14.57	12.76	0.28	12.48	18.76
Enero	26.4	2.03	7.08	14.37	1.062	15.26	0.83	12.67	11.10	0.20	10.90	29.66
Febrero	26.9	2.05	7.39	15.15	1.077	16.32	0.83	13.55	11.87	0.04	11.83	41.49
Marzo	28.2	2.11	8.43	17.79	1.118	19.89	0.83	16.51	14.46	0.31	14.15	55.64
Abril	29.2	2.16	8.44	18.23	1.149	20.95	0.83	17.39	15.23	5.52	9.71	65.35
				98.11				89.28		12.85	65.35	

$$\bar{K}_c = 0.83 \quad \bar{K}_g = 0.77$$

$$K = \frac{89.28}{98.11} = 0.9133$$

$$F. A. = \frac{\bar{K}_g}{\bar{K}} = \frac{0.77}{0.9133} = 0.7033$$

$$Et = 3.61 \text{ mm/día}$$

$$dn = 70.3 \text{ mm/riego}$$

Intervalo de Riego:

$$= \frac{70.3 \text{ mm/riego}}{3.61 \text{ mm/día}} = 19.47$$

19 días

variando desde 16 hasta 24 días.

UNIDAD DE RIEGO "LA BLANCA"

ENCUESTA SOBRE LA UNIDAD DIRIGIDA A LOS USUARIOSGENERALIDADES:

Nombre del Usuario: _____

No. de Parcela: _____ Localización: _____

Extensión de la parcela: _____

Extensión que posee bajo riego: _____

CULTIVOS:

Cultivo	Area regada	Fecha de siembra	No. de riegos por temporada	Intervalo de riego
1.				
2.				
3.				

ENCUESTA:

- ¿Ha tenido experiencia en riego? SI _____ NO _____ ¿Donde? _____
- ¿Cree Ud. que sus conocimientos acerca del riego han aumentado desde que empezó a utilizarlo? SI _____ NO _____ ¿De que forma? Cursillos _____
Asesoría directa _____ Visitas demostrativas _____ Experiencia propia _____
Otras _____
- ¿Que método de riego utiliza? _____
¿Cuales otros conoce? _____ ¿Quién se lo trazó? _____
- ¿Cree que el método de riego que emplea es adecuado? SI _____ NO _____
¿Porqué? _____
- ¿Desde cuándo utiliza el riego? _____ años.
- ¿Ha obtenido mayores beneficios desde que empezó a utilizar el riego?
SI _____ NO _____ ¿cómo? _____
- ¿Considera rentable la utilización del riego? SI _____ NO _____
- ¿Recibió asesoría para la elección del sistema de riego? SI _____ NO _____

9. ¿Ha recibido recomendaciones para el uso del agua de riego? SI _____ NO _____
10. ¿Obtiene la cantidad de agua que necesita? SI _____ NO _____ ¿Porqué? _____

11. ¿Tiene problema el día de riego y no obtiene la cantidad de agua necesaria? SI _____ NO _____ ¿Porqué? _____
12. ¿Existen preferencias en la distribución del agua? SI _____ NO _____
13. ¿Cómo obtiene el agua para el riego?
Se la calendarizan _____ La toma cuando el cultivo la necesita _____ Según
el grado de marchitez de la planta _____ Según el clima _____ Otro _____
14. ¿Puede regar toda la parcela? SI _____ NO _____ ¿Porqué? _____
15. ¿Mide la cantidad de agua que aplica a su parcela? SI _____ NO _____
Si la mide, indique, ¿Cómo lo hace? _____
16. ¿Tiene problemas de erosión en su parcela? SI _____ NO _____
17. ¿Cómo sabe cuando cerrar el agua en el surco? _____
18. ¿Es adecuado el mantenimiento de los canales? SI _____ NO _____
19. ¿Están organizados en Comités de usuarios del Riego en la Unidad? SI _____
NO _____ Desde cuándo _____ años Funciones _____
¿Quién los ayudo a organizarse? _____
¿Quién los dirige? _____
20. ¿Realiza reuniones con los usuarios el Jefe de la Unidad? SI _____ NO _____
¿Con que motivo? _____ ¿Cada cuándo? _____
21. ¿Posee desagües dentro de su parcela? SI _____ NO _____
22. ¿Que profundidad posee el agua subterránea generalmente? _____ mts. ¿Le
causa problema el agua poco profunda en algún lugar? SI _____ NO _____
23. ¿Tiene problema en la época lluviosa con las inundaciones dentro de su
parcela? SI _____ NO _____ ¿Cómo? _____

OBSERVACIONES: _____

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

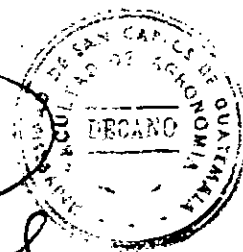
Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia

Asunto

"IMPRIMASE"



ING. AGR. CESAR A. CASTAÑEDA S.
D E C A N O