

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA



En el acto de investidura como
Ingeniero Agrónomo
en el grado académico de Licenciado en
Ciencias Agrícolas

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

DL
01
T(892)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Lic. Roderico Segura Trujillo

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	Ing. Agr. César A. Castañeda S.
VOCAL PRIMERO:	Ing. Agr. Gustavo A. Méndez Gómez
VOCAL SEGUNDO:	Ing. Agr. Jorge Sandoval Illescas
VOCAL TERCERO:	Ing. Agr. Mario Melgar Morales
VOCAL CUARTO:	Br. Luis Molina Monterroso
VOCAL QUINTO:	P.A. Axel Gómez Chávarry
SECRETARIO:	Ing. Agr. Luis A. Castañeda A.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1905

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia IA-100-86

Presunto

12 de Junio de 1986

Señor Decano
Ing. César Castañeda
Facultad de Agronomía
Presente.

Señor Decano:

Atentamente informo a usted que he asesorado y revisado el proyecto de tesis: "Diagnóstico sobre la eficiencia de riego en la unidad Catarina San Marcos", dicho trabajo fue desarrollado por el estudiante José Antonio Ovalle Herrera y considero que llena los requisitos para ser aprobado como tesis de grado.

Deferentemente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Victor Cabrera Cruz MSc.
ASESOR

c.c. Archivo
VCC/eqded.

ACTO QUE DEDICO

- A DIOS TODO PODEROSO Por estar siempre conmigo en momentos de gozo y de tribulación.
- A MIS PADRES José Manuel Ovalle Recinos
 Matilde Angélica Herrera de Ovalle -
 (Q.E.P.D.)
- A MIS HERMANOS Guillermo Federico
 María Elena
 Mario Enrique
 Jaime Humberto
 José Ricardo
 Carmen Del Rosario
 Marta Julia
- A mis amigos y compañeros de estudio, en especial a la Primera -
Promoción de Recursos Naturales Renovables.

TESIS QUE DEDICO

- A mi patria Guatemala**
- A la Universidad de San Carlos de Guatemala**
- A la Facultad de Agronomía**
- A el glorioso Instituto Técnico de Agricultura**

AGRADECIMIENTO

Agradezco a DIOS, al concederme la vida para cumplir esta meta.

Agradezco a mis padres y a mis hermanos por todo el apoyo brindado a través de mi carrera.

Agradezco a mi asesor por sus conocimientos aplicados en la revisión de este trabajo, por su dedicación y estímulo.

Agradezco al personal de la unidad de riego "CATARINA", porque sin su ayuda no se hubiera podido realizar este trabajo.

Agradezco muy especialmente a el Ing. Agr. Nery Velazco por su apoyo total a la realización de este trabajo.

CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCION	1
2. OBJETIVOS	
2.1 OBJETIVO GENERAL	3
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	3
3. REVISION BIBLIOGRAFICA	
3.1 PLANEACION DEL RIEGO	4
3.2 BALANCE HIDROLOGICO	5
3.3 FACTORES QUE AFECTAN LA DEMANDA DE AGUA	5
3.4 EVALUACION DE UN SISTEMA DE RIEGO	6
3.5 PERDIDAS Y DESPERDICIOS DE AGUA EN UNA UNIDAD	6
3.5.1 PERDIDAS Y DESPERDICIOS EN LA CONDUCCION	7
3.5.2 PERDIDAS Y DESPERDICIOS EN LA APLICACION DE AGUA A LA PARCELA	8
3.6 EFICIENCIA DEL PROYECTO DE RIEGO	9
3.6.1 EFICIENCIA DE CONDUCCION	10
3.6.2 EFICIENCIA DE APLICACION DEL AGUA DE RIEGO AL CAMPO	10
3.7 METODOS DE DISTRIBUCION DE AGUA	12
3.7.1 DISTRIBUCION POR CAUDAL CONTINUO	12
3.7.2 DISTRIBUCION POR ROTACION	13
3.7.3 DISTRIBUCIONES DE ACUERDO A LA DEMANDA	13
3.8 GENERALIDADES DEL RIEGO POR DESBORDAMIENTO	14
3.9 UMBRAL DE RIEGO	15
4. METODOLOGIA	
4.1 DESCRIPCION DE LA UNIDAD DE RIEGO "CATARINA"	16
4.2 DESCRIPCION DEL TRABAJO	18
4.2.1 CALCULO DE LA EFICIENCIA DE CONDUCCION	18
4.2.2 MUESTREO DE LA POBLACION	21
4.2.3 CALCULO DE LA EFICIENCIA DE APLICACION	22
4.2.3.1 CALCULO POR LA CAPACIDAD DE RETENCION DE LA HUMEDAD DEL SUELO	22
4.2.3.2 CALCULO POR BALANCE HIDROLOGICO	26

4.2.4	CALCULO DE LA VELOCIDAD DE INFILTRACION	29
4.2.5	ENCUESTA	30
4.2.6	DETERMINACION DE LA FRECUENCIA RELATIVA DE RIEGO PARA LOS PRINCIPALES CULTIVOS EXISTENTES EN LA UNIDAD	31
4.2.6.1	DETERMINACION DE LA LAMINA DEL PRIMER RIEGO Y LA DEL RIEGO DE AUXILIO	31
4.2.6.2	DETERMINACION DEL INTERVALO DE RIEGO CRITICO	31
4.2.7	DETERMINACION DE LA CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO ...	32
4.2.8	DETERMINACION DEL CONTENIDO DE SOLIDOS EN SUSPENSION	32
4.3	ANALISIS DE LA INFORMACION	32
5.	RESULTADOS Y DISCUSION	33
6.	CONCLUSIONES	45
7.	RECOMENDACIONES	46
8.	BIBLIOGRAFIA	48
9.	APENDICE	49

INDICE DE FIGURAS

PAG.

1. SISTEMA DE DISTRIBUCION DE CANALES DE LA UNIDAD DE RIEGO "CATARINA"	20
2. PERFIL DE HUMEDECIMIENTO QUE INDICA LOS PUNTOS DE MUESTREO - EN DISTANCIA Y PROFUNDIDAD	23
3. VERTEDERO TRIANGULAR DE 90° (DE PARED DELGADA)	25
4. CONFRONTACION ENTRE LA LAMINA NETA DE REPOSICION Y LA LAMINA BRUTA APLICADA A LOS CULTIVOS	38

INDICE DE CUADROS

1. DISTRIBUCION DE EL AREA DE RIEGO POR CULTIVO EN LA UNIDAD DE RIEGO "CATARINA" EN LA TEMPORADA 84-85	18
2. BALANCE HIDROLOGICO PARA LA UNIDAD DE RIEGO "CATARINA"	27
3. RESULTADOS DE LA EFICIENCIA DE CONDUCCION POR TIPO DE CANAL.	34
4. RESULTADOS DE LA EFICIENCIA DE CONDUCCION POR CANAL Y SECCIONES	35
5. EFICIENCIAS DE RIEGO POR SUPERFICIE (SEGUN EL MANUAL DE AMES)	36
6. RESULTADOS DE LA EFICIENCIA DE APLICACION POR CULTIVO	37
7. RESULTADOS DE LA EFICIENCIA DE APLICACION POR PARCELA	39
8. RESULTADOS DE LA PERDIDA POR PERCOLACION PROFUNDA POR CULTIVO	40
9. RESULTADOS DE EL DESPERDICIO POR ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL POR CULTIVO	40
10. RESULTADOS DE LA DETERMINACION DE LA CALIDAD DE AGUA	41
11. RESULTADOS DE LA DETERMINACION DE EL CONTENIDO DE SOLIDOS -- EN SUSPENSION.....	41
12. RESULTADOS DE LA DETERMINACION DE LA FRECUENCIA RELATIVA DE RIEGO	42
13. RESULTADOS DE LA ENCUESTA SOBRE EL USO Y MANEJO DEL AGUA -- POR PARTE DEL USUARIO.....	42
14. RESULTADOS DE LA ENCUESTA SOBRE INFORMACION GENERAL.....	43
15. RESULTADOS DE LA ENCUESTA SOBRE LA RELACION UNIDAD-USUARIO .	43

16.	RESULTADOS DE LA ENCUESTA SOBRE LA PREPARACION TEORICO- PRACTICA DEL CANALERO	44
17.	RESULTADOS DE LA ENCUESTA SOBRE LA RELACION UNIDAD-CANA- LERO	44
18.	RESULTADOS DE LA PERDIDA POR PERCOLACION PROFUNDA POR PARCELA	50
19.	RESULTADOS DE EL DESPERDICIO POR ESCURRIMIENTO SUPERFI- CIAL POR PARCELA	51
20.	METODO DE THORNTHWAITE MODIFICADO POR PHELAM PARA PLATA- NO EN LA UNIDAD DE RIEGO "CATARINA"	52
21.	METODO DE THORNTHWAITE MODIFICADO POR PHELAM PARA CACAO EN LA UNIDAD DE RIEGO "CATARINA"	53
22.	METODO DE THORNTHWAITE MODIFICADO POR PHELAM PARA MAIZ - EN LA UNIDAD DE RIEGO "CATARINA"	54

RESUMEN

En la mayoría de países latinoamericanos se ha visto que los beneficios obtenidos en las obras de riego han resultado inferiores a los esperados como metas, esto podría deberse a varios factores, uno de ellos sería la eficiencia de riego, si se hace conciencia de que el agua es un recurso escaso que ninguno tiene derecho a desperdiciar y por lo tanto el tener eficiencia de riego alta constituye una obligación para el regante. Actualmente en Guatemala el gobierno controla 24 unidades de riego incluidas en 5 distritos, entre éstas se encuentra la unidad "Catarina", que está ubicada al sur del departamento de San Marcos, tanto en ella como en las demás se han hecho muy pocos estudios serios y completos de eficiencia de riego, ésta es importante porque influye en la mayoría de actividades de operación de un sistema, como la planeación de riego, la conducción del agua y la aplicación de ésta a la parcela; el desconocimiento de técnicas adecuadas de riego conducen a una baja eficiencia lo que influye en la capacidad del usuario de satisfacer la demanda de agua al desperdiciar el servicio, creando pérdidas por exceso de agua, crecimiento de malezas, mayor empleo de mano de obra, lavado y anegamiento del suelo. El objetivo general del trabajo es emitir un diagnóstico de la situación actual de la eficiencia de riego en la unidad "Catarina" y específicamente determinar la eficiencia de conducción y aplicación, además de establecer el grado de tecnología de riego utilizada por los usuarios. La metodología consistió en conocer la eficiencia del sistema a través de sus componentes los cuales son: la eficiencia de conducción que se obtuvo con la relación entre el volumen de agua que sirve o que se entrega y el agua que se deriva, la eficiencia de aplicación que se determinó con la relación entre la lámina neta de reposición y la lámina bruta de aplicación, para esta determinación se hizo un muestreo estratificado aleatorio del cual resultó una muestra de 19 usuarios en las parcelas de los cuales también se determinó la velocidad de infiltración con el fin de conocer sus características de esta, a fin de determinar el porcentaje de percolación profunda y el escurrimiento superficial. El grado de tecnología de riego utilizado por los usuarios se determinó a través de una encuesta en la cual se recabó información como la siguiente: uso y manejo del agua, conocimientos y experiencia que poseen en materia de riego. La calidad de agua de riego se determinó por el método del manual de 60 del Departamento de Agricultura de los E.E.U.U. y el contenido de sólidos en suspensión por el método de la varilla, por último se determinó la frecuencia relativa de riego de los cultivos de maíz, cacao y plátano. Los resultados fueron los siguientes: La eficiencia del sistema fue de 34%, ésta se considera baja porque según Goldberg (1975) para riego por gravedad debe oscilar entre 50 y 54%, la eficiencia de conducción fue de 81%, ésta se considera aceptable, no obstante a que se debe mejorar porque según

Grassi (1978) para canales revestidos con cemento ésta debe oscilar entre 80 y 90%, la eficiencia de aplicación fue de 42%, esta se considera relativamente baja porque según Keller (1962) esta debe de variar entre un 55 y 65%, por otra parte las pérdidas por percolación profunda fueron en un 24% y por escurrimiento superficial en un 6% notándose en los terrenos donde se cultiva maíz, una mayor pérdida por percolación y en donde se cultiva cacao y plátano mayor pérdida por escurrimiento superficial. El agua del sistema de riego en base al muestreo hecho se considera de buena calidad, por poseer bajo contenido de salinidad y de sodio (C_1S_1) siendo apta para regar cualquier cultivo. El contenido de sólidos en suspensión fue de 0.0001 gr/lt. en verano este se considera despreciable, en invierno fue de 0.0516 gr/lt., este es considerable, pero por ser el aporte hídrico de la precipitación suficiente no afecta la operación del sistema de riego. La frecuencia relativa de riego fue para maíz 11 días, para cacao 19 días y para plátano 18 días; siendo diferentes a los diez días que se llevan en la actualidad, por último la encuesta reflejó una evidente falta de conocimientos en materia de riego por los usuarios, siendo contrario con los canaleros, de los cuales su principal problema que afrontan es el uso ilegal de agua. Las conclusiones más importantes son: la baja eficiencia se debe a la falta de investigación básica de riego y mala distribución del agua en las parcelas. Las principales recomendaciones son: Implementar un plan de trabajo donde se programe la enseñanza a los usuarios sobre el buen uso y manejo del agua de riego, establecer programas de investigación y un sistema efectivo de control de extracciones ilegales.

1. INTRODUCCION

En los países latinoamericanos se viene observando que los beneficios obtenidos en las obras de riego en general, han resultado inferiores a los previstos como metas de los proyectos, es lógico plantearse interrogantes si ello podría deberse a fallas en la construcción e infraestructura de la obra, al desarrollo y habilitación de tierras, o a deficiencias en la operación de la obra; si nos detenemos en esta última interrogante, pensaremos que el objetivo básico de una eficiente operación de un distrito de riego, es el obtener el mayor rendimiento posible de los cultivos regados con un uso eficiente y racional de los recursos: agua, tierra, humanos y económicos. La unidad de riego "CATARINA" está ubicada en el municipio del mismo nombre en el departamento de San Marcos, esta cuenta potencialmente con 1285 Has. proyectadas para riego por gravedad, siendo los principales cultivos: maíz, plátano, y cacao; estando incluida dentro de las 17,400 Has. bajo riego que controla el gobierno de Guatemala, distribuidas en 24 unidades y 5 distritos de los cuales en muy pocos se ha hecho estudios serios y completos de eficiencia de riego, si se entiende por ésta a la relación que existe entre el volumen de agua usado por las plantas y el derivado de la fuente de abastecimiento.

La determinación de la eficiencia es importante en la mayoría de actividades de operación en un sistema de riego, primero tiene que ver en la planeación del riego, porque la determinación de los requerimientos de riego de un sistema es afectada por la eficiencia, siendo esto la reposición de la medida del riego que permite la ejecución de la eficiente explotación del mismo, en segundo lugar tiene que ver en la distribución por la red de canales principal y secundaria, entrega a la red terciaria y finalmente entrega a los usuarios en uno o más puntos del perímetro de sus tierras, porque se tiene que considerar la pérdida de conducción y de aplicación, las cuales están determinadas por la capacidad del hombre para aprovechar el recurso hídrico de acuerdo a su ingenio y habilidad. El desconocimiento de la eficiencia provoca que, se asuman valores con la tendencia a malgastar el servicio, significando

esto que se pierdan volúmenes considerables de agua tanto en la red de conducción como por escurrimiento y percolación profunda en el momento de la aplicación. La eficiencia tiene que ver en la distribución del agua de riego ya que implica llevar esta con un mínimo de pérdidas, entregarla en el momento oportuno y la cantidad solicitada a nivel de parcela. En la aplicación de agua a la parcela es importante saber que cantidad de agua se deriva, no se puede entregar la lámina neta requerida ya que existen pérdidas, por lo que se aplica una lámina bruta en su lugar para suplirla; la eficiencia de riego se entendería en cierta forma como la capacidad del agricultor-usuario para satisfacer las demandas de agua.

El propósito de este trabajo es emitir un diagnóstico de la eficiencia de riego en la unidad "CATARINA" San Marcos, además proveer criterios en el uso y manejo de el agua de riego.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Emitir un diagnóstico que establezca la situación actual de la eficiencia de riego en la unidad "CATARINA" San Marcos.

2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar la eficiencia de conducción del agua de riego.
- Determinar la eficiencia con que se aplica el agua por medio del riego a las parcelas.
- Determinar el contenido de sólidos en suspensión, la calidad del agua de riego y la frecuencia relativa de riego en los cultivos principales.
- Establecer el grado de tecnología de riego utilizada por los usuarios.

3. REVISION BIBLIOGRAFICA

3.1. PLANEACION DEL RIEGO

Consiste en analizar anticipadamente entre los volúmenes y caudales disponibles, los que se consideran necesarios tomando en cuenta los datos estadísticos de lluvia y láminas de riego, así como aquellos factores que influyen en el tipo de cultivo y el área (Palacios, 1981). Su grado de aplicación depende de la certeza que se tenga respecto a la disponibilidad del recurso agua, porque un plan de riego se basa en un análisis de demandas y disponibilidades de agua (Grassi, 1977). Al operar un sistema en base a planes de riego se trata de forzar a través del crédito y del servicio del riego, la implantación de determinados cultivos en proporción acorde con la política y las metas agrícolas del país (Grassi, 1977). La necesidad del riego se refiere a la cantidad de agua y al movimiento de su aplicación, con el objetivo de compensar los déficit de humedad del suelo durante un período vegetativo (Doorenbos, 1976). El punto de partida para estimar los requerimientos de un proyecto es la necesidad de agua, que resulta de la relación del balance hidrológico del suelo en equilibrio con el clima donde precipitación efectiva es la entrada y evaporación potencial es la salida (Grassi, 1977). Sin embargo, esta necesidad del riego suele estimarse en demanda bruta afectada por la eficiencia de aplicación y eficiencia de conducción, al desconocerse éstas suelen estimarse con la tendencia a maximizarse, sin embargo, la eficiencia de aplicación suele ser baja por estar afectada por muchos factores, significando un cambio de un 10 por ciento en esta, más del 40 por ciento en la lámina bruta, se enmienda este error determinando al final de cada ciclo agrícola la eficiencia total del distrito.

Con lámina bruta total y lámina de requerimiento (Palacios, 1981).

El no confeccionar planes anuales de riego hace que exista una mayor intervención de el organismo de operación en el destino y uso del agua en las parcelas. (Grassi, 1977).

3.2. BALANCE HIDROLOGICO

Se entiende como el comportamiento de todos los factores que intervienen en el ciclo hidrológico, donde la evapotranspiración potencial y la precipitación pluvial significan las salidas y las entradas respectivamente, con la confrontación de estas puede resultar un superávit o un déficit (Palacios, 1981).

3.3. FACTORES QUE AFECTAN LA DEMANDA DE AGUA

Los factores que afectan la demanda de agua y que a su vez fundamentan el diseño y operación de la obras, suelen agruparse - los más importantes según (Grassi, 1968), de la siguiente manera.:

- Climáticos: Las condiciones climáticas afectan la evapotranspiración de las plantas, asimismo, son una fuente de producción por el aporte hídrico de la precipitación pluvial que reduce el déficit o demanda neta de agua (Grassi, 1968).
- Edáficos: La topografía y las características físico-químicas tienen incidencia al condicionar los cultivos a instalar y el método de riego por ejemplo la topografía desfavorable conduce a una baja eficiencia (Grassi, 1968).
- Operación del Sistema: Una obra bien proyectada y construida se constituye en una eficiencia de conducción y aplicación - acordes a las inversiones de una obra de riego (Grassi, 1968).
- Económicos: La eficiencia en el uso de agua depende no sólo de condiciones edafo-climáticas, de diseño y operación sino, de factores de orden agrícola y legal ya que influyen como - motivación, esto quiere decir que es indudable que los culti-

tivos rentables justifican por parte del usuario una eficiencia de riego, ocurriendo lo contrario en los cultivos no rentables donde no hay aliciente alguno (Grassi, 1968).

3.4 EVALUACION DE UN SISTEMA DE RIEGO

Un sistema de riego puede ser sujeto a evaluación a través de la eficiencia de conducción y de aplicación (Grassi, 1968).

La eficiencia de conducción puede ser un índice para calificar un sistema y hasta cierto punto permite conocer la bondad de operación, porque al comparar las eficiencias obtenidas en cada ciclo agrícola se puede saber si se ha mejorado o no (Palacios, 1966). La eficiencia de aplicación por otro lado indica como maneja el agricultor el agua, también por comparación entre las eficiencias obtenidas en varios ciclos agrícolas se puede saber si han mejorado o no los métodos de riego y si han aplicado las láminas adecuadas (Palacios, 1966).

Cada valor de estas eficiencias es puntual que varía y está sujeta a varios factores, por lo que se deben de calcular periódicamente de preferencia cada ciclo agrícola; ambas eficiencias - tienen fuerte influencia en las láminas de riego por lo que es muy importante conocer la variación de estas a través del tiempo, para poder estimar obviamente las variaciones de los coeficientes unitarios de requerimiento de riego o láminas (Palacios, - 1981). Es conveniente resaltar que la eficiencia de riego evalúa únicamente aspectos de operación, comprendiendo esta los conceptos de riego y drenaje, es decir, incluye la captación de las agua derivación o almacenamiento, distribución por las redes - principal y secundaria, entrega a la red terciaria y finalmente, entrega los usuarios en uno o más puntos del perímetro de sus -- tierras para finalmente recolectar los sobrantes de agua superficial y subsuperficial (Goldbergs, 1975). Siendo la operación - una actividad del funcionamiento de un sistema de riego que es el conjunto de labores técnico administrativas que tienen como objetivo reponer tanto las obras civiles como agronómicas, como las tierras beneficiadas y asistir técnica, educacional y económicamente a los usuarios (Grassi, 1968).

3.5 PERDIDAS Y DESPERDICIOS DE AGUA EN UNA UNIDAD DE RIEGO

Estas se dividen en pérdidas y desperdicios en la red de conducción interna de la propiedad y las que se producen en la aplicación de agua en la parcela (Grassi, 1978).

3.5.1 PERDIDAS Y DESPERDICIOS EN EL SISTEMA DE CONDUCCION

Estas se producen por diferentes causas entre las más importantes destacan las siguientes:

- PERDIDAS POR EVAPORACION: Tienen poca importancia dada la reducida área evaporante, que en general es la representación del sistema en operación de una propiedad durante el riego por gravedad, aproximadamente del 5 al 10 por ciento del área cultivable queda ocupada por los canales principales y laterales de riego y drenaje, siendo esta una superficie expuesta a que sucedan pérdidas por evaporación (Goldbergs, 1975).
- PERDIDAS POR INFILTRACION: Estas tienen significación mayor y dependen de la naturaleza física del terreno, de la superficie de infiltración y el régimen de funcionamiento de los canales construidos en terrenos sueltos por ejemplo dan lugar a importantes reducciones de caudal -- (Grassi, 1977). La superficie de infiltración depende de la longitud de la red de riego y del perímetro mojado. (Grassi, 1978). El perímetro mojado puede disminuirse no elevando el tirante de operación y concentrándose en áreas pequeñas de recorrido de agua por la red de riego en determinadas épocas cuando sea posible (Palacios, 1981). Es muy importante mantener los caudales con régimen continuo porque esto asegura un menor volumen de pérdidas (Grassi, 1978).

- DESPERDICIOS POR FUGAS EN LAS ESTRUCTURAS: Su reducción es importante, por lo que se recomienda revisar periódicamente los sellos de las compuertas, pues la suma de los caudales de todas las fugas puede representar un porcentaje alto (Grassi, 1977).
- DESPERDICIOS EN EL MANEJO DE AGUA DURANTE LA OPERACION: Estas se deben fundamentalmente a una falla en la programación por desconocimiento de las eficiencias, se solicita más agua de la necesaria lo cual ocasiona desperdicios, también puede romperse un canal o verterse mucha agua por las compuertas o cajas de derivación, así como el uso ilegal o riego no conbilizado afecta seriamente (Grassi, 1978).

3.5.2 PERDIDAS Y DESPERDICIOS EN LA APLICACION DE AGUA A LA PARCELA

Estas se pueden producir de dos maneras: Debajo del horizonte de raíces por percolación profunda y al pie de la misma por escurrimiento, la primera representa para la propiedad una pérdida real, ya que el agua que supera la capa de raíces no puede ser aprovechada por el cultivo, la segunda en cambio constituye un desperdicio ya que en determinadas condiciones integra el caudal con que se riega otra parcela del mismo predio (Grassi, 1978).

Las pérdidas y desperdicios ocurridas en la aplicación de agua dependen de varios factores:

- Características del suelo: En terrenos sueltos predominan las pérdidas por percolación, mientras que el escurrimiento se reduce, en terrenos donde la velocidad de infiltración es alta -- ocurre exactamente lo mismo (Grassi, 1977).
- Topografía: Esta tiene fuerte influencia porque a medida que la pendiente aumenta, el escurrimiento superficial aumenta y -- disminuye la percolación profunda (Grassi, 1978).
- Dimensión en las parcelas: Si estas son exageradamente largas el elevado tiempo de mojado, o sea el lapso que requiere el frente de agua para cubrir la distancia que media desde la cabecera hasta el pie de la parcela, incidiendo notablemente en la distri

bución de la humedad en el suelo (Thorne, 1964).

- Competencia del regante: Cabe señalar que no todo obrero rural por el hecho de serlo, puede considerarse con suficientes conocimientos para regar, es necesario tener alguna experiencia en el manejo del agua de tal manera que debe de estar atento durante todo el lapso que comprende el riego porque puede ser afectado por los factores siguientes: (Burguess, 1950).
- Mala preparación de el terreno para riego, habiendo una superficie irregular y el agua no se distribuye uniformemente.
- El método de riego es obsoleto, mal diseñado y no satisface las necesidades de la granja.
- Cuando se deja un caudal de escorrentía que resulta por pérdida de control o por descuido.
- Cuando es excesivo el volumen de agua aplicado y generalmente el suministro de agua normal raramente está bajo.
- Cuando existe la tendencia de regar excesivamente mientras se tenga un suministro suficiente de agua.

3.6 EFICIENCIA DEL PROYECTO DE RIEGO

Es la relación entre la cantidad de agua almacenada en la zona radical y la cantidad de agua derivada de la fuente de abastecimiento y entregado en la otra de cabecera o canal principal (Dorenbos, 1979). Esta eficiencia llamada también eficiencia total del sistema se expresa como el valor que resulta de el producto de la eficiencia de conducción (Palacios, 1981).

Este dato es el que la mayoría de autores usa en el diseño de proyectos para calcular la lámina bruta y las necesidades de derivación del sistema, porque si bien es cierto que existen técnicas y métodos que nos vienen del campo agronómico para estimar las deman-

das de agua de los cultivos en la práctica no se ha encontrado que esto contribuya a la formulación de un plan de riego sino se tiene conocimiento preciso de las reales pérdidas y desperdicios (Palacios, 1981).

3.6.1 EFICIENCIA DE CONDUCCION

Se define por conducción al movimiento de agua en toda la red de canales hasta la tomagranja (Palacios, 1981). La eficiencia sería entonces la relación que existe entre el volumen de agua que se entrega o que se sirve al final de determinado canal y el volumen de agua que se derivó o que entra en la cabecera del canal (Doorenbos 1979). Se puede decir de otro modo que es la capacidad de las obras hidráulicas del sistema para captar y conducir el agua hasta las parcelas (Grassi, 1977). Esta eficiencia puede ser cerca del 100% cuando se efectúa en tuberías y hasta el 10 y 20% cuando se efectúa en canales en mal estado y terrenos ligeros, llegando hasta el 0% cuando el agua no llega al terreno debido a fugas (Palacios, 1966). En canales revestidos con cemento la eficiencia varía de 80 a 90% (Grassi, 1978). Para conocer la eficiencia de un canal correctamente, es preciso realizar una gran cantidad de aforos, razón por la cual puede decirse que la operación eficiente de los canales de riego se basan en una hidrometría correctamente organizada (Palacios, 1981). En la programación de riego se requiere conocer la eficiencia del canal o de todo el sistema de conducción, siendo un auxiliar valioso hacer gráficas, que muestren los cambios de la eficiencia con el tiempo, ayudando en esta forma a pronosticar la eficiencia en el futuro (Palacios, 1966).

3.6.2 EFICIENCIA DE APLICACION DEL AGUA DE RIEGO AL CAMPO

Se define por aplicación al movimiento del agua de riego desde la compuerta o toma de campo hasta el final de la parcela (Palacios, 1981). Thorne (1964), define a la eficiencia de aplicación como la relación entre la cantidad de agua que se almacena en la zona radicular del suelo y la cantidad aplicada en la granja. (Grassi, 1977), nos dice que es la relación entre el volumen o lámina neta incorporada o almacenada en la capa edáfica que exploran

las raíces y luego es consumida en el proceso evapotranspiratorio, con el volumen o lámina de agua derivado a la parcela o suministrado en la entrada al campo. (Doorenbos, -- 1976). La define como la relación entre la cantidad de -- agua almacenada en la rizósfera disponible para el cultivo y la cantidad de agua aplicada. En otro orden de ideas -- se puede decir que es la capacidad de el agricultor usuario de satisfacer las demandas de agua de su cultivo sin -- ocasionar problemas (Palacios, 1966). Esta eficiencia se expresa en porcentajes siendo un dato muy puntual sujeto a muchas variables, en riego superficial su determinación no es fácil establecer valores generales ya que en las mismas condiciones edáficas pueden obtenerse eficiencias completamente diferentes, como consecuencia de la distinta preparación del terreno y manejo del riego, (Keller, 1962) citado -- por Grassi (1977) dice que pueden observarse valores extremos entre 20 y 75%, considerándose un porcentaje razonable en 65 por ciento. Israelsen (1950) citado por Burgess ---- (1950) estableció 17 diferentes parcelas con distintas condiciones climáticas y edáficas obteniendo valores extremos entre 3 y 93%, con un promedio de 43%. Goldbers (1975) explica que empleando la condición a cielo abierto y el método de riego de superficie, menos de la mitad de agua que se suministra llega a la planta, en proyectos operados apropiadamente la eficiencia oscila entre 34 y 70% con un promedio aproximado de 47% registrándose eficiencias bajas de 20 a -- 30% en países subdesarrollados. Thorne (1964) expresa que la eficiencia de aplicación en una granja determinada a menudo es muy baja, registrandose porcentajes de 20 a 40%, sin embargo, en una extensión relativamente grande ésta puede variar entre 30 y 50%. Para poder convertir la demanda neta en demanda bruta de riego se acostumbra afectarla por la eficiencia de riego, no obstante si no se cuenta con esta, se puede asumir empíricamente, cabe destacar que las pérdidas -- en una red de riego oscilan entre 15 a 45% (Grassi, 1978). Con frecuencia la baja eficiencia proviene de las superficies

irregulares de los suelos, que impiden la distribución uniforme del agua y del exceso de agua aplicado que se infiltra más allá de los límites de la superficie que se riega así como una falta de cuidado en el manejo del agua (Palacios, 1981),

3.7 METODOS DE DISTRIBUCION DE AGUA

Formulado el plan de riego de un sistema, lo siguiente es llevarlo - a la práctica para cumplir con el objetivo de satisfacer la demanda de agua en cantidad y en concordancia con las disponibilidades (Grassi, 1978). Esta actividad involucra directamente el funcionamiento de la red de canales y estructuras del sistema, así como la organización de todas las actividades inherentes a ello y el manejo del personal responsable de la conducción y distribución del agua (Grassi, 1978). Cuando se habla de distribución de agua es común hacer referencia en métodos de entrega de agua, los cuales en muchos casos no se orientan con la frecuencia de riego sino por la práctica, lo cual significa que ocurra la posibilidad de cometer errores tanto por parte del usuario como por los sistemas. Los primeros tratan de utilizar con gran frecuencia el riego, en la creencia de obtener así mejores resultados y las oficinas de operación de los sistemas luchan por economizar los riegos, basados en estudios y experiencias sobre los - daños causados por exceso de agua (Palacios, 1981).

Los métodos de entrega de agua más conocidos son los siguientes: (Palacios, 1981).

3.7.1 DISTRIBUCION POR CAUDAL CONTINUO

Consiste en entregar a cada propiedad irrigada un caudal constante para un determinado lapso de duración del servicio de riego, pero sufre modificaciones a lo largo de toda la estación de riego, de acuerdo a la disponibilidad del recurso hídrico, modificación del área regable y los requerimientos.

En el sistema de riego no pueden modificarse los parámetros de distribución y sólo en distritos con características especiales suele usarse ya que requiere mantener los canales llenos casi a toda su capacidad y desde luego no puede programarse la entrega al usuario (Grassi, --

1978).

Este sistema tiene la ventaja que representa la continua disponibilidad de agua en la propiedad y la de reducir al mismo tiempo la sección de los acueductos y la gran desventaja que significa el estar -- atendiendo un caudal en ocasiones exiguo. (Palacios, 1981).

Tambien tiene otra desventaja, que es la de conducir a la baja eficiencia, por eso sólo se emplea cuando el área irrigable está fraccionada en propiedades grandes y donde el caudal resulta el de un terciario, asimismo, se emplea por lo general cuando se imposibilita el empleo -- de los otros métodos siguientes (Grassi, 1978).

3.7.2 DISTRIBUCION POR ROTACION

Se llama también por tandeo o entrega por turnos según las expresiones usadas en América Latina, este es el más comunmente empleado en los proyectos de riego en los cuales se efectúa un parcelamiento de tierras (Grassi, 1978). Se emplea en condiciones de limitación del -- recurso agua porque permite una distribución más eficiente, sin embargo en muchos distritos es difícil establecer un orden de riegos debido a la diversificación de cultivos (Palacios, 1981). El caudal de entrega de agua en este método será aquel que ocupa íntegramente la -- mano de un operador durante una jornada norma de trabajo, esto varía -- de acuerdo al suelo, topografía, y el método de riego entre 20 y 200 lts. por segundo (Grassi, 1978).

Tiene la desventaja de que el período de tandeo no concide con el requerimiento de riego del cultivo, existiendo riegos innecesarios donde muchos usuarios tienden a regar excesivamente mientras haya agua -- disponible, ocasionando altas tensiones en el suelo que puede reducir considerablemente su rendimiento; es un método rígido que no permite ajuste, ni el aprovechamiento de lluvia

3.7.3 DISTRIBUCIONES DE ACUERDO A LA DEMANDA

Este método es efectivo para determinar condiciones en donde no se requiere rigidez y la mayor capacidad de diseño; cabe distinguir en este dos formas distintas el de demanda libre y el de demanda controlada -- (Grassi, 1977).

- Demanda Libre: En este se riega cuando lo desee y el tiempo que --

quiera (Grassi, 1978).

- **Demanda Controlada:** El sistema recibe los pedidos y la unidad está en condición de satisfacerlos en un plazo de 24 a 48 horas. Este método presenta la ventaja de permitir el riego de acuerdo a las necesidades de los cultivos y al empleo del caudal que se considera más eficiente siempre y cuando lo permita la capacidad del canal, además tiene la flexibilidad de que de acuerdo al pedido formulado por el agricultor-usuario determina cuanto y cuando va a regar, tratando de transferir responsabilidad a los regantes y a la percepción por volumen de agua recibido. (Grassi, 1977).

Tiene las desventajas siguientes: Si le hace falta experiencia en el uso y manejo del agua al agricultor-usuario este lo hace incorrectamente (Grassi, 1978), también ocurre casi siempre simultaneidad de los pedidos lo cual se resuelve con la capacidad de diseño (Grassi, 1977), y por último se requiere de una adecuada infraestructura hidráulica, especialmente las estructuras de control y medida de los canales entregados (Palacios, 1981).

3.8 GENERALIDADES DEL RIEGO POR DESBORDAMIENTO

Este es el más empleado en la mayoría de países latinoamericanos, empleados en los distritos de riego para pasturas, cultivos forrajeros y cereales, en general constituye una forma de riego digna de consideración para etapas iniciales de instalación del riego en una zona cuando la tierra y el agua no son limitantes (Grassi, 1978).

En este método el agua se infiltra en el suelo a medida que el caudal aplicado fluye en una lámina delgada sobre la superficie del terreno - de pendiente regular, el agua se conduce en acequias que requieren aproximadamente una curva a desnivel sobre las que se instalan retenciones temporales o permanentes, para derivar si el labio inferior está bien nivelado y adecuadamente estabilizado se puede forzar el agua a verter sobre el mismo con un tirante más o menos uniforme. La longitud de cada faja de terreno entre una y otra acequia varía de acuerdo a la pendiente y velocidad de infiltración y la lámina de agua a aplicar (Grassi, 1978). El riego se puede encadenar o sea que los sobrantes de una faja pasan a otra por medio de una acequia, siendo esta la inmediata inferior (Palacios, 1981).

La eficiencia de aplicación en este método es baja, pero es posible el riego en terrenos ondulados con inversiones mínimas de acondicionamiento de tierra, sin embargo si se realizan algunos trabajos de conformación de la superficie se debe tratar de hacer un control -- efectivo sobre el caudal con un buen trazo del sistema de distribución, y si se logran eficiencias altas se reducen los costos porque este método requiere de mucha mano de obra (Grassi, 1978).

3.9 UMBRAL DE RIEGO

Es indudable que el sobreriego además de el desperdicio - de agua tiene consecuencias funestas para los suelos tales como: Lavado de nutrientes, disminución de la superficie total bajo riego, - salinización progresiva y solubilización de los elementos nutritivos; de lo anterior se deduce que es importante que el usuario sepa cuanto regar (Palacios, 1966).

La humedad aprovechable por las plantas o sea la lámina de agua que un suelo retiene en función del contenido de humedad expresado en - porcentaje hasta una profundidad dada, es la diferencia entre la capacidad de campo (100%) y el punto de marchitez permanente (0%) multiplicado por la densidad y la profundidad expresada en cms. Cuando el porcentaje de humedad aprovechable disminuya a punto de marchitez permanente o a valores inferiores, a este habrá que agregarle una lámina igual, siendo en este caso la lámina del primer riego (Palacios, 1981).

Después que se ha cultivado la planta empieza a crecer, se nota un - descenso en los indicadores de humedad, por lo tanto para que la planta no se afecte en su preferencia debe evitarse que la humedad baje hasta el punto de marchitez permanente, este límite de descenso depende de muchos factores como época de desarrollo, tipo de suelo y evapotranspiración por día; la fórmula para obtener la lámina que un suelo retiene debe afectarse por un coeficiente K o umbral de riego que es la fracción de la humedad aprovechable hasta donde puede utilizarse la humedad sin afectar las plantas en sus rendimientos (Palacios, - 1981).

Este valor se obtiene por experimentación como por ejemplo:

Según Doorenbos. Et. al. (1979) la planta de plátano (Musa spp.) tiene un sistema radical esparcido y somero; su profundidad generalmente varía de 0.75 a 0.8 mts., en general el 100% de la absorción se realiza en la primera capa del suelo de 0.5 a 0.8 mts. de profundidad correspondiendo el 60% de la absorción a la primera - capa de 0.3 mts., con una evapotranspiración máxima 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). En el caso del maíz - (Zea mays) las raíces son muy ramificadas situándose en la capa superior de 0.8 a 1.0 mts. produciéndose cerca del 80% de la absorción del agua del suelo, de esta capa normalmente el 100% del agua se absorbe de la primera capa del suelo de una profundidad de 1.0 a 1.7 mts., cuando las condiciones de evapotranspiración máxima van de 5 a 6 mm/día el agotamiento del agua del suelo hasta un 55% del agua disponible tiene efecto pequeño sobre el rendimiento (Umbral - de riego = 0.55). En el caso de arbustos tropicales como el cacao (Theobroma cacao) la profundidad de enraizamiento varía de 1.0 a - 1.2 mts. en general el 60% de las raíces se encuentran en los primeros 0.5 mts., el 30% en los siguientes 0.5 mts.; cuando la evapotranspiración está de 5 a 6 mm/día el agotamiento de agua disponible es a 0.4 (umbral de riego).

Según Grassi (1978) el agotamiento total del agua disponible afecta la velocidad de uso del agua por los cultivos y como consecuencia la producción de los mismos, por lo tanto en la práctica de riego generalmente no se permite un agotamiento mayor de 40% a 60%, que es la que se denomina agua fácilmente disponible, la experimentación en - riego permite obtener una regla práctica que se emplea comúnmente, - es tomar 50% de agotamiento o una lámina de 0.5d. Las teorías han - demostrado que a medida que el umbral de riego baja, aumenta la succión matriz y disminuye el potencial hídrico, por eso el regar cuando se ha agotado el 50% es una regla funcional que la investigación de campo no ha descartado hasta el presente.

4. METODOLOGIA

4.1 DESCRIPCION DE LA UNIDAD DE RIEGO "CATARINA"

- Ubicación: Se encuentra ubicada en el municipio de Catarina, ocupan do parte del municipio de Tecún Umán, ambos del departamento de San

Marcos. El área que ocupa la unidad forma parte de la cuenca del río Suchiate, estando exactamente ubicada en la subcuenca del río Cabuz, su localización geográfica es la intersección de $14^{\circ}51'20''$ de latitud norte y $92^{\circ}05'30''$ de longitud oeste, su altitud promedio es de 150 mts. sobre el nivel del mar, se encuentra a 260 kms. de distancia de la ciudad capital de Guatemala y a 17 kms. de la frontera con México, de su cabecera departamental dista 110 kms.

- Clima: Según el sistema de clasificación climática de Thornthwaite el tipo de clima existente es A' B b', r , el cual indica - que es cálido, húmedo con invierno benigno, sin estación seca - bien definida. Según la clasificación de zonas de vida de Holdridge la región donde se encuentra ubicada la unidad de riego pertenece a la zona de vida llamada: Bosque muy húmedo, subtropical, montano bajo.

- Relieve: Este es plano en su mayoría con áreas levemente inclinadas y onduladas.

- Suelos: Según Simmons (1959) los suelos de la región pertenecen a la división fisiográfica del litoral del Pacífico. Desarrollados sobre ceniza volcánica, predominando en su mayor parte la serie de suelos Retalhuleu, la característica de esta serie es: horizonte superficial profundo con textura franca o francoarcillosa estructura granular con alto contenido de materia orgánica, el horizonte subsuperficial es poco profundo con textura arcillosa, su estructura varía de bloques subangulares hasta prismas medianos de consistencia friable, condiciones óptimas de humedad, son suelos - permeables con alto contenido de materia orgánica.

Según el estudio agrológico hecho por DIRENARE (1972) en el cual - el área de diseño de la unidad predomina la clase agrológica II en un 45%, el resto se distribuye en 23% de la clase agrológica I, 18% de la clase agrológica III y 13% de la clase agrológica VI.

- Aspectos Generales: Según el informe general de las unidades de riego en operación por DIRYA (1982), la unidad de riego "CATARINA" en enero de 1974 empezó a funcionar siendo su área total de diseño 1500 has., su área potencial 1285 has. trabajándose por riego por gravedad.

El agua derivada al sistema por medio de una obra de toma instalada en el río Cabuz siendo el caudal de esta de 8.34 mts.³/seg., derivándose para el abastecimiento del sistema 1.7 mts.³/seg. -- siendo la capacidad del canal 2 mts.³/seg., el tamaño mínimo de una parcela es de 0.002 has. el máximo es de 15 has. En la temporada de riego 84-85 se cubrieron 94 hectáreas y 74 usuarios, distribuidas de la siguiente manera:

CUADRO NUMERO 1

DISTRIBUCION DEL AREA DE RIEGO POR CULTIVO EN LA UNIDAD DE RIEGO		
AREA	CULTIVO	PORCENTAJE
34.70 hectáreas	Plátano	36.91%
28.42 hectáreas	Cacao	30.23%
21.70 hectáreas	Pasto	23.08%
05.77 hectáreas	Maíz	06.18%
03.44 hectáreas	Frutales	03.50%

4.2. DESCRIPCION DEL TRABAJO

Para el cálculo de la eficiencia de riego en la unidad "Catarina" se empleó la definición que consiste en el producto de la eficiencia de conducción por la de aplicación; esto suele denominarse eficiencia del sistema.

Donde: $Es = Ec \times Eap \dots\dots\dots E_{\epsilon} \cdot 1$

Es = Eficiencia del sistema (%)

Ec = Eficiencia de conducción (%)

Eap = Eficiencia de aplicación (%)

Este cálculo se realizó midiendo la eficiencia desde el punto donde se deriva el agua hasta aquel donde los usuarios la aplican a sus cultivos, dividiéndose el trabajo en varias etapas:

4.2.1 CALCULO DE LA EFICIENCIA DE CONDUCCION

Se cuantificó la eficiencia con la que el agua llega al punto en que el agricultor usuario la aplica a sus cultivos, tomando referencia del punto donde se deriva y la cantidad derivada en el mismo; respecto a los caudales conducidos en el punto de evaluación, esto se efectuó en todos los canales del sistema por medio de la relación siguiente:

$$Ec = \frac{\text{Caudal de salida}}{\text{Caudal de entrada}} \times 100 \dots \dots \text{Ec. 2}$$

Donde:

Ec=Eficiencia de conducción del canal (%)

Caudal de salida= Caudal que ingresa al canal expresado en m³/seg.

Caudal de entrada= Caudal que sale del canal expresado en m³/seg.

En el canal principal se calcularon cinco eficiencias por constar este de 5 secciones, no así en los canales secundarios y terciario donde sólo se calculó una eficiencia por no estar divididos - en secciones, estos puntos de cálculo se indican en el plano (ver fig. 1) se aforó al comienzo (salida de la caja de distribución) y al final de cada uno, se tuvo el cuidado de observar que no se les estuviera efectuando ninguna extracción y que estuvieran a su máxima capacidad a la hora de aforar.

El caudal se determinó empleando la ecuación de continuidad:

$$Q = A \cdot V \dots \dots \dots \text{Ec. 3}$$

Donde:

Q= Caudal que se conduce en el canal (mts.³/seg.)

A= Area de la sección transversal cubierta con agua sobre el canal (mts.²)

V= Velocidad del agua sobre el canal (mts.³/seg.)

Para el cálculo de la sección cubierta de agua sobre el canal se tomó en cuenta que todos los canales de la unidad de riego "Catarina" tienen un total (m) con relación 1 :1 de tal manera que el área de la sección transversal se obtuvo con la fórmula siguiente:

$$A= b \times y + y^2 \cdot m \dots \dots \dots \text{Ec. 4}$$

Donde:

A= Area de la sección cubierta con agua en el canal (mts.²)

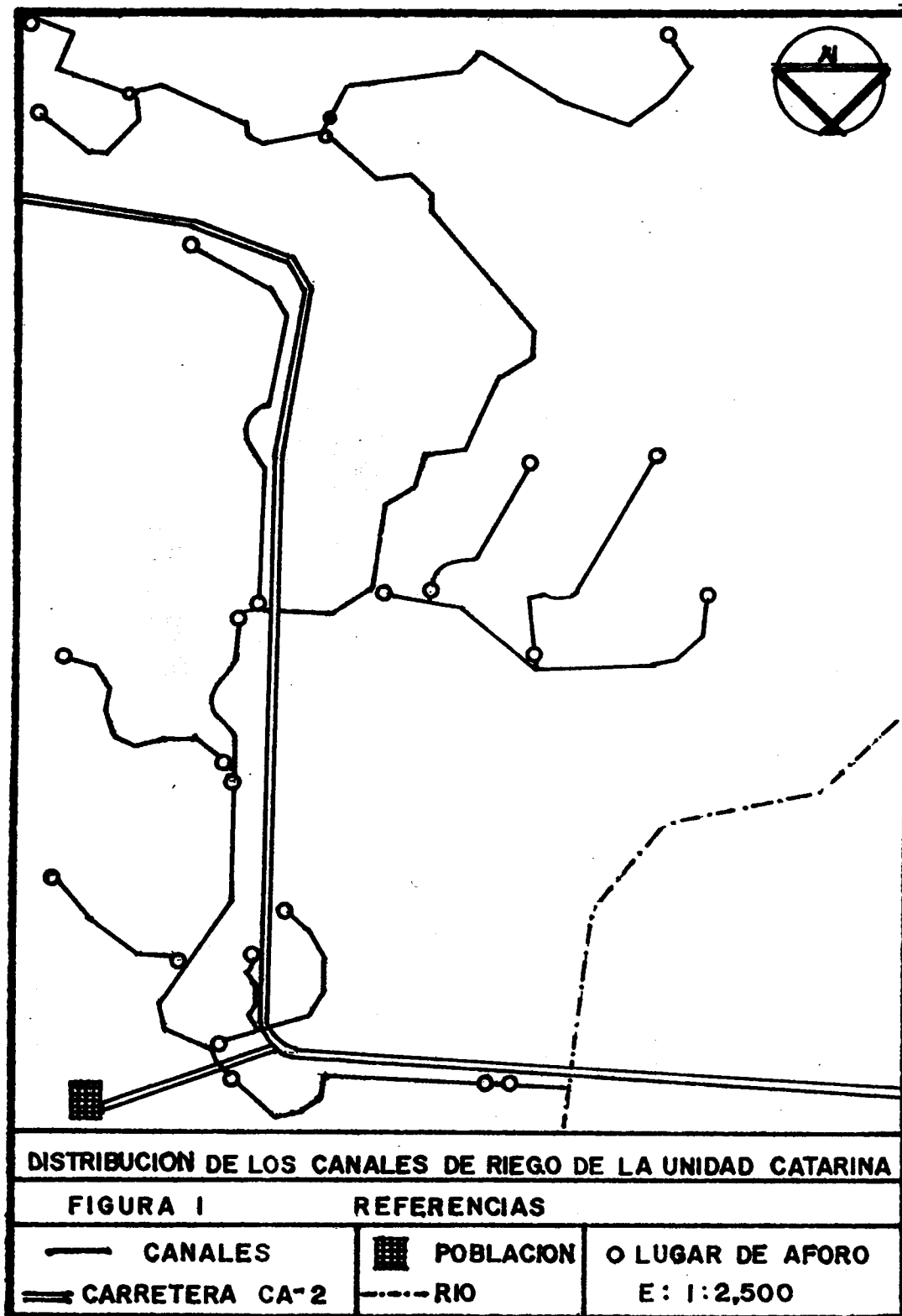
B= Base del canal (mts.)

Y= Tirante de la sección cubierta con agua en el canal (mts.)

M= Talud de la pared de los canales (1:1)

Para al cálculo de la velocidad con que el agua recorre los canales, se empleó un molinete de eje horizontal con hélice.

FIGURA 1



En los puntos indicados para realizar aforos se observó que el caudal fuera constante y se instaló éste a 0.6 del tirante del canal "y", debido a que ningún tirante excedió de 1 metro, obteniéndose a esta altura la velocidad media.

4.2.2 MUESTREO DE LA POBLACION

Por la dificultad de calcular la eficiencia de aplicación en las parcelas de todos los usuarios, se realizó un muestreo donde se establecieron claramente 4 estratos:

Solo cacao	-----	30 usuarios
Solo Plátano	-----	22 usuarios
Cacao y plátano	-----	11 usuarios
Maíz	-----	9 usuarios
total	-----	72 usuarios

El estrato ocupado por pasto es el 1% de los usuarios, el de frutales es el 3% del área bajo riego, por lo tanto no se incluyeron por ser poco significativos en porcentaje de área y número de usuarios. El número de la muestra se calculó por medio de la fórmula de muestreo estratificado aleatorio con distribución proporcional.

$$n = \frac{N \sum_{i=1}^K \frac{N_i^2}{N}}{\sum_{i=1}^K N_i^2} \dots\dots\dots \text{Ec. 5}$$

Donde:
$$\frac{2}{N} V + \sum_{i=1}^k \frac{N_i^2}{N^2}$$

n = Tamaño total de la muestra

N = Tamaño total de la población

N_i = Tamaño total de cada estrato

S_i² = Varianza de cada estrato

V = Relación entre precisión y nivel de confianza

Utilizando como variable la lámina bruta de aplicación en centímetros, se hizo un premuestreo de intensidad de un 15% de la población para conocer la varianza, la muestra quedó entonces preliminarmente de 12 usuarios distribuidos así:

5 Usuarios que cultivan cacao

3 Usuarios que cultivan plátano

- 2 Usuarios que cultivan cacao y plátano y
- 2 Usuarios que cultivan maíz.

Determinada la varianza de cada estrato se fijó una precisión de 3 centímetros y un nivel de confianza de 0.95 quedando el número de la muestra de 19 usuarios distribuidos así:

8 Usuarios	-----	Solo Cacao
6 Usuarios	-----	Solo Plátano
3 Usuarios	-----	Cacao y Plátano
2 Usuarios	-----	Maíz

4.2.3 CALCULO DE LA EFICIENCIA DE APLICACION

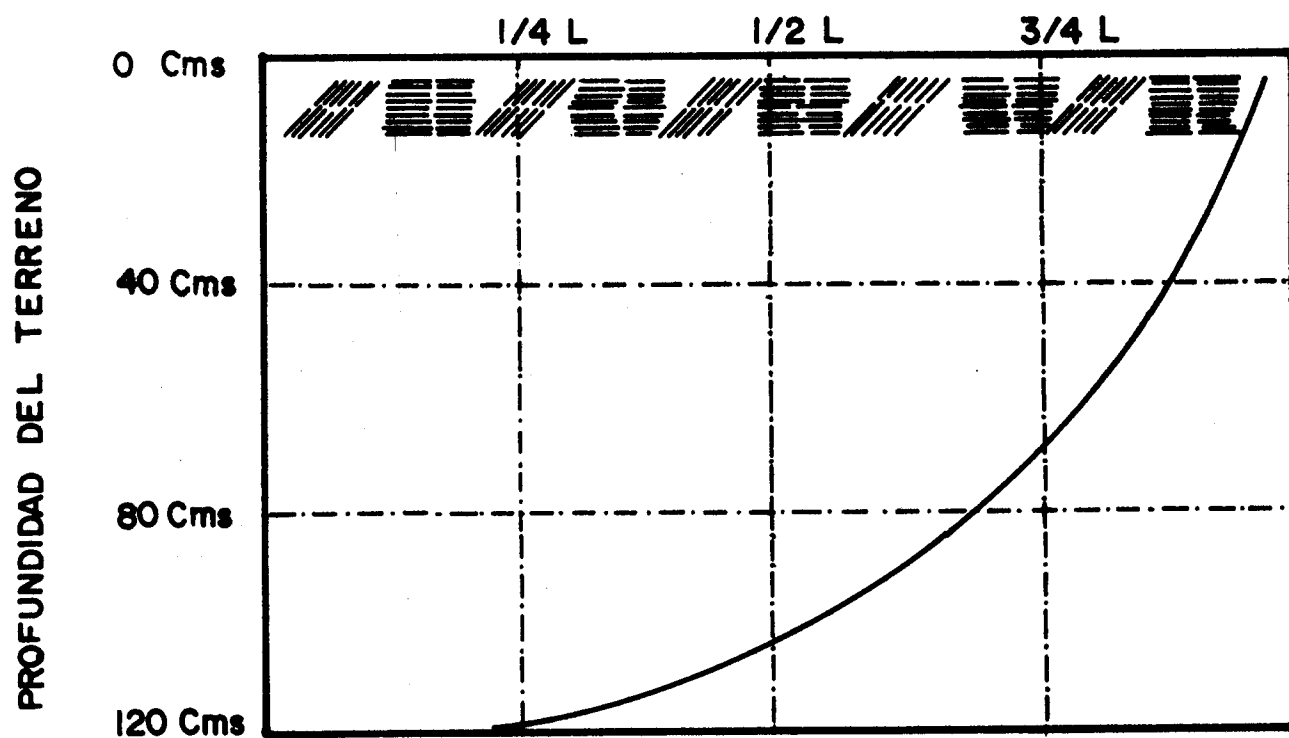
Establecido el tamaño de la muestra se procedió a calcular la eficiencia de aplicación en cada parcela del usuario escogido en la muestra. Esta se obtuvo por dos métodos diferentes: Por la capacidad de retención de humedad del suelo que toma en cuenta la lámina neta que se almacena en la rizósfera, y por el balance hidrológico que toma en cuenta la demanda de agua por pérdida por evapotranspiración potencial.

4.2.3.1 CALCULO POR LA CAPACIDAD DE RETENCION DE HUMEDAD DEL SUELO

En este se hicieron muestreos de suelos en cada parcela antes y después del riego los cuales consistieron en trazar una línea a la mitad de la parcela donde se tomó muestra en tres puntos: a $1/4$ a $1/2$ y a $3/4$ de dicha horizontal (como se indica en la figura 2), los datos a analizar fueron capacidad de campo punto de marchitez permanente, densidad aparente y textura; en cada punto muestrearon 3 estratos diferentes: a 0.40 cms., 40 a 80 cms. y de 80 a 120 cms., se escogieron éstos porque el cultivo de cacao tiene una profundidad que oscila entre 100 a 120 cms., la del maíz va de 80 a 100 cms. y la de plátano va de 50 a 80 cms. (Doorenbos, 1979).

**FIGURA 2 PERFIL DE HUMEDECIMIENTO QUE INDICA
LOS PUNTOS DE MUESTREO EN DISTANCIA Y PROFUNDIDAD**

LINEA HORIZONTAL (L) TRAZADA A LA MITAD DE LA PARCELA



La lámina neta de reposición con cada riego se obtuvo calculando la lámina total que puede almacenar el suelo en la zona radical, afectándola por un coeficiente o umbral de riego que para efectos prácticos y funcionales se escogió 0.5 (Grassi, 1978).

$$dn = U. R. \times \left(\frac{CC - PmP}{100} \right) \times Da. \times Pr. \dots Ec.6$$

Donde:

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

U.R. = Umbral de riego o agotamiento de agua total disponible en el suelo (0.5).

CC = Capacidad de campo (%)

PMP = Punto de marchitez permanente (%)

Da = Densidad aparente (Grs/cm³)

Pr = Profundidad radicular (cmd.)

La lámina de aplicación o lámina suministrada a la parcela en la tomagranja, se calculó realizando primero el aforo del caudal de entrada por medio de un vertedero en V el cual es un aforador - transportable previamente calibrado (Israelsen, 1975) (ver figura3), seguidamente se midió el tiempo de aplicación de agua para determinar el volumen que ingresó y por último se midió el área regada por éste para determinar la lámina por medio de la fórmula siguiente:

$$db = \frac{Vol. (m^3)}{Area (m^2)} \dots Ec 7$$

Donde:

db = Lámina bruta aplicada a los cultivos con el riego (mts)

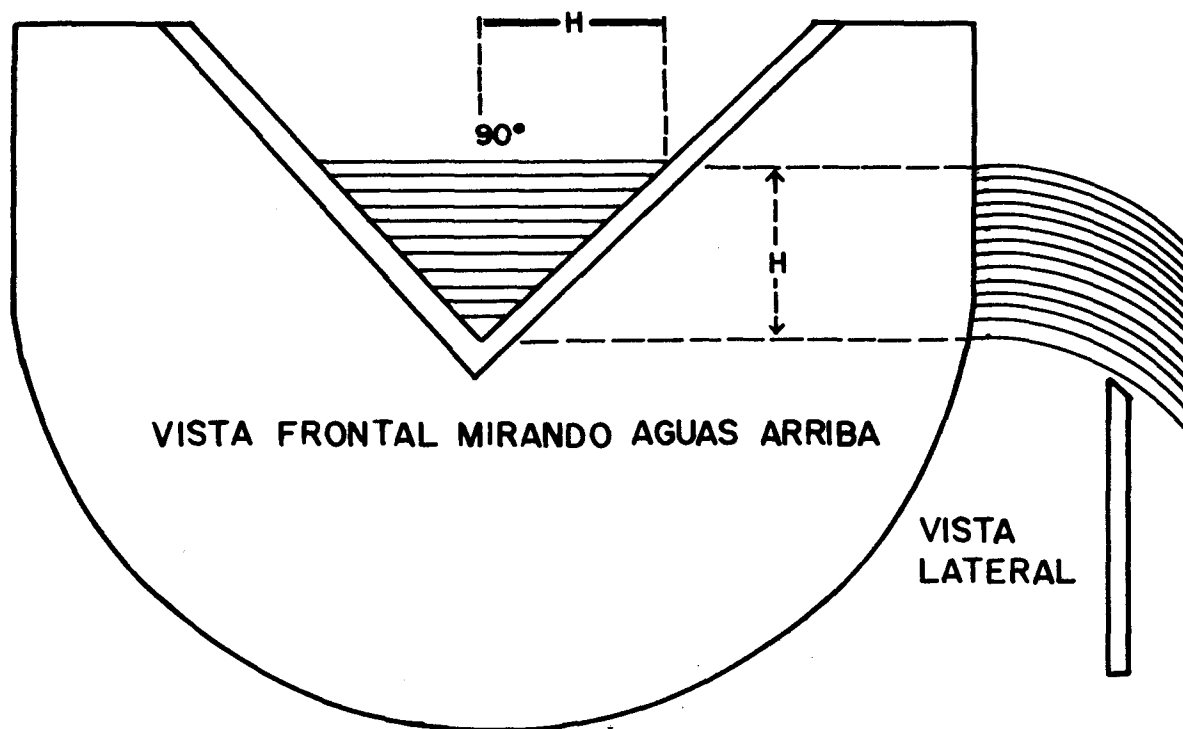
Vol. = Volumen de agua empleado para el riego (mts³)

Area = Area regada en (mts²)

La eficiencia de aplicación se determinó entonces por la relación entre lámina neta de reposición de agua de riego y lámina de aplicación o de suministro a los cultivos de la forma siguiente:

FIGURA 3

VERTEDERO TRIANGULAR (DE PARED DELGADA)
 $Q = 0.0138 H^{5/2}$ ISRAELSEN 1975



$$E_{ap} = \frac{dn}{db} \times 100 \dots\dots\dots Ec. 8$$

Donde:

E_{ap} = Eficiencia de aplicación (%)

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

db = Lámina bruta aplicada durante el riego (cms.)

4.2.3.2 CALCULO POR BALANCE HIDROLOGICO

En este método se tomó en cuenta la demanda de agua que se necesita suplir a la parcela por pérdidas por evapotranspiración potencial, el cual resultó de restar a pérdida por evapotranspiración potencial el aporte hídrico de la precipitación efectiva (ver cuadro 2)

CUADRO NUMERO 2

BALANCE HIDROLOGICO PARA LA UNIDAD DE RIEGO "CATARINA"

	PRECIP. OBSERVADA (mm)	PRECIP. EFECTIVA (mm)	EVAPOTRANS. POTENCIAL (mm)	DEFICIT (mm)
ENERO	54	21.20	114.60	-93.4
FEBRERO	32	3.60	108.90	-105.30
MARZO	82	43.60	140.90	-97.30
ABRIL	214	149.20	151.70	2.5
MAYO	391	290.80	153.80	-
JUNIO	454	341.20	129.30	-
JULIO	487	367.60	136.00	-
AGOSTO	541	410.80	120.70	-
SEPTIEMBRE	621	474.80	107.90	-
OCTUBRE	481	362.80	109.90	-
NOVIEMBRE	221	154.80	113.70	-
DICIEMBRE	40	10.00	116.10	-106.10

Precipitación Efectiva = $-22 + (0.8 \times P.O.)$

Déficit o lámina neta = Evapotr. Potencial - Precipitación efectiva.

La evapotranspiración potencial se obtuvo a partir de datos climáticos con 10 años de registro de la estación 17.3.1 Catarina, se utilizó la fórmula de Thornthwaite porque ésta se ajusta bien en zonas de abundante precipitación; se hizo de la manera siguiente:

$$ETP = 16 \frac{(10T)^a}{I} \dots\dots Ec.9$$

Donde:

ETP = Evapotranspiración potencial (mm)

T = Temperatura media mensual (C°)

I = Indice de Calor para los doce meses del año

$$a = 6.75 \times 10^{-7} I^3 - 7.71 \times 10^{-5} I^2 + 1.792 \times 10^{-2} I + 0.492$$

La precipitación efectiva se obtuvo por el método de Hargreaves por adaptarse más a las condiciones de Guatemala, obteniéndose por la siguiente fórmula:

$$Pe = 22 + (0.8 \times P.O.) \dots\dots Ec.10$$

Donde:

Pe = Precipitación efectiva (mm)

P.O. = Precipitación media observada (mm)

La forma en que se obtuvo la demanda de agua que se necesita para suplir a la parcela por pérdidas por evapotranspiración potencial durante un intervalo de riego fue de la forma siguiente: Se observó que la mayoría de los agricultores de Catarina riegan cada 10 días, de tal manera que si un mes tiene un promedio de 30 días se riega 3 veces al mes; la demanda de agua resultó así:

Demanda de agua por pérdida	Demanda de agua mensual
Por evapotranspiración potencial	Por pérdida de evapotrans-
durante un intervalo de riego de	piración potencial
10 días	<u>3</u>

El cálculo de la eficiencia de aplicación se hizo por medio de la fórmula siguiente:

$$Eap = \frac{dpe}{db} \times 100 \dots\dots Ec.11$$

Donde:

dpe = Demanda de agua por pérdida por evapotranspiración potencial

durante un intervalo de riego de 10 días (cms)

db = Lámina bruta aplicada a los cultivos con el riego (cms.)

Eap = Eficiencia de aplicación en (%)

4.2.4 CALCULO DE LA VELOCIDAD DE INFILTRACION

La eficiencia de aplicación de agua es afectada por la pérdida de agua por percolación profunda y por escurrimiento superficial, así como por el tiempo que se requiere para infiltrar la lámina neta, el cálculo de estos parámetros se estimaron en base a la ejecución primeramente de una prueba de infiltración en cada parcela del usuario escogido en la muestra utilizando el cilindro infiltrómetro simple y luego el aforo de la entrada y la salida de agua en la parcela por un vertedero en V (ver figura 3). El cálculo de la velocidad de infiltración se basó en el modelo de Kostiaikov y Lewis:

$$I = K t^n \dots\dots\dots \text{Ec.12}$$

Donde:

I = Velocidad de infiltración expresada en cm/Hora

n = Valor que representa la variación de la infiltración con el tiempo

t = Tiempo en minutos

k = Valor que representa la cantidad de infiltración durante el intervalo inicial.

Los valores numéricos de k y n se estimaron por medio de una linealización hecha por regresión lineal, los cuales sirvieron para ser sustituidos en la fórmula para determinar la pérdida por percolación profunda y la pérdida por escurrimiento superficial, basándose en el procedimiento de Bishop citado por Grassi (1978).

Antes de esta determinación se tuvo que encontrar el valor del tiempo mínimo requerido para que se infiltre una lámina deseada y la relación de éste con el tiempo de mojado de la manera siguiente:

$$T_2 = (60 \frac{dn}{k} (n + 1))^{\frac{1}{n+1}} \dots\dots\dots \text{Ec.13}$$

Donde:

T_2 = Tiempo mínimo que debe permanecer el agua en el terreno para que se infiltre la lámina deseada (minutos)

n = Valor que representa la variación de infiltración con el tiempo

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

k = Valor que representa la cantidad de infiltración durante el intervalo inicial.

$$T_1 = t - T_2 \dots \dots \dots \text{Ec.14}$$

Donde:

T_1 = Tiempo de mojado

t = Tiempo de aplicación de agua

$$R = \frac{T_2}{T_1} \dots \dots \dots \text{Ec.15}$$

Donde:

R = Relación entre el tiempo mínimo requerido y el tiempo de mojado.

T_2 = Tiempo mínimo que debe permanecer el agua en el terreno para que se infiltre una lámina deseada (minutos).

T_1 = Tiempo de mojado.

$$\text{Prc} = \frac{(R+1)^{n+1} - R^{n+1}}{(R+1)^{n+1} + R^{n+1}} \times 100 \dots \dots \text{Ec.16}$$

Donde:

Prc = Pérdida por percolación profunda en la parcela (%)

R = Relación entre el tiempo mínimo requerido y el tiempo de mojado.

n = Valor que indica la forma en que la velocidad de infiltración se reduce con el tiempo

$$\text{Pes} = \left(\frac{T_2}{T_1 + T_2} \right) \frac{Q_{sp}}{Q_{ep}} \times 100 \dots \dots \text{Ec.17}$$

Donde:

Pes = Pérdida por escurrimiento superficial en la parcela (%)

T_2 = Tiempo mínimo que debe permanecer el agua en el terreno para que se infiltre la lámina deseada (minutos)

T_1 = Tiempo de mojado (minutos)

Q_{sp} = Caudal de Salida de la parcela lts/seg.

Q_{ep} = Caudal de Entrada de la parcela lts/seg.

4.2.5. ENCUESTA

Se realizó una encuesta a todos los usuarios de la unidad de riego "Catarina" con el fin de recabar información acerca de: el uso y manejo de agua, experiencia que posee, conciencia y conocimientos

adquiridos en materia de riego, también se realizó otra encuesta al grupo completo de canaleros (personal de campo encargado del cuidado, mantenimiento y la entrega o suspensión del servicio de riego) fueron encuestados en su totalidad recabándose información similar (las boletas de encuesta se encuentran adjuntas en el apéndice).

4.2.6 DETERMINACION DE LA FRECUENCIA RELATIVA DE RIEGO PARA LOS PRINCIPALES CULTIVOS EXISTENTES EN LA UNIDAD

Para el cálculo de la frecuencia relativa de riego de los principales cultivos (cacao, plátano y maíz) se calculó primero la evapotranspiración real, modificando el dato obtenido anteriormente de evapotranspiración potencial por Thorthwaite (ver ecuación 9) por un coeficiente K del método de Phellan, con éste se determinó la lámina del primer riego, la lámina de riego auxiliar y el intervalo de riego crítico de la manera siguiente:

4.2.6.1 DETERMINACION DE LA LAMINA DE EL PRIMER RIEGO Y LA DE EL RIEGO DE AUXILIO

Cuando sea el momento de aplicar el primer riego el % de humedad en la tierra habrá descendido hasta el punto de marchitez permanente, entonces la lámina que se determinó fue igual al 100% de la humedad aprovechable o sea la diferencia entre capacidad de campo (%) por densidad aparente y la profundidad radicular, siendo esta la lámina que se aplica en la primera fecha de riego o sea en la fecha de siembra. Para la lámina de riego auxiliar se determinó la misma lámina, o sea aquella que un suelo puede retener solo que afectada por un coeficiente o umbral de riego de valor 0.5, para evitar que la humedad aprovechable descienda hasta el punto de marchitez permanente para que los cultivos no sean afectados.

4.2.6.2 DETERMINACION DE EL INTERVALO DE RIEGO CRITICO

Para este cálculo se hizo un calendario de riego para cada cultivo (cacao, plátano y maíz), el cual es la secuencia cronológica que da la información sobre el número de riegos que se aplican a cada cultivo. El método usado fue el analítico el cual contabiliza las entradas (precipitación) y salidas (evapotranspiración) y a través de la lámina de riego de auxilio y el requerimiento de riego diario se llega a determinar el momento en que se debe regar, el intervalo de riego más pequeño es el crítico y por lo tanto es la

frecuencia relativa que se tomó para el riego.

4.2.7 DETERMINACION DE LA CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO

Esta se hizo al principio (entrada en el canal principal) y al final del mismo (desfogue del canal principal) en el mes de febrero y en el mes de abril de la temporada de riego 84-85, las muestras se llevaron a los laboratorios de la Dirección Técnica de Riego y Avenamiento, el método de clasificación usado fue el de Manual 60 del USDA, el cual toma en cuenta únicamente la relación de absorción de sodio y la conductividad eléctrica. La relación de absorción de sodio (RAS) incluye la determinación de los cationes Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ con los cuales se calculó de la manera siguiente:

$$\text{RAS} = \frac{\text{Na}^+}{\sqrt{\frac{\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}}{2}}} \quad \text{.....Ec. 18}$$

4.2.8 DETERMINACION DEL CONTENIDO DE SOLIDOS EN SUSPENSION

Esta se hizo antes del desarenador y después de éste, en el mes de febrero de la temporada de riego 84-85, las muestras fueron llevadas al laboratorio de la Dirección de Riego y Avenamiento. El método usado fue el de la "Varilla", el cual consistió exactamente en sujetar una botella de un litro a una varilla de hierro, ésta se sumergió en el canal por espacio de 24 horas luego se aforó el canal, para después extraer la botella y calcular en el laboratorio la relación de gr/lt. de sólidos en suspensión.

4.3 ANALISIS DE LA INFORMACION

Los valores obtenidos de la eficiencia de conducción de cada canal, se obtuvo de ellos un promedio global y además se encontró el máximo y el mínimo, estos resultados se compararon con el rango de 80% a 90% de eficiencia de conducción fijado para los canales de revestidos con cemento establecido por Grassi (1978). Los valores obtenidos de la eficiencia de aplicación por parcela,

se obtuvo un promedio global de ellos y luego se encontró el máximo y mínimo, todos estos resultados se interpretaron de acuerdo a un rango razonable obtenido en California por Keller (1962) el cual dice que para las condiciones de topografía plana, textura media y el método de riego por desbordamiento; la eficiencia de aplicación debería estar de un 55% a un 65%.

Los resultados de el porcentaje de percolación profunda y de escurrimiento superficial, se obtuvo un promedio global, éste se interpretó de acuerdo a las diferencias que presentó según el tipo de manejo de cada cultivo, la topografía y la permeabilidad de el terreno.

Los resultados de la encuesta se analizaron así: A cada pregunta se le calculó el porcentaje de usuarios que contestaron negativamente; el análisis consistió en conocer el grado de tecnología utilizado -- por los usuarios para lo cual se interpretó el uso y manejo del agua y la influencia que ha tenido la unidad de riego a través de su relación con el usuario, con los canaleros y la preparación técnica de todos ellos.

En los resultados de la calidad de agua de riego, se interpretó la posible variación de esta en el recorrido por toda la unidad, así como en diferente fecha y hora.

Los resultados de el contenido de sólidos en suspensión, sirvieron para conocer la eficiencia del desarenador, quiere decir que se trató de notar si ocurre una disminución del contenido de sólidos en -- suspensión en el agua de riego a través de su paso por el desarenador, así como en diferente fecha.

Los resultados de las láminas de el primer riego, láminas de riego de auxilio y la frecuencia relativa sirvieron para confrontarlos con los que se llevan actualmente en la unidad, observar si hay semejanza y hacer recomendaciones.

5. RESULTADOS Y DISCUSION:

La eficiencia de la unidad de riego "Catarina" tiene un valor de de 34%, este se considera bajo por no encontrarse dentro de un rango -- razonable estipulado para riego por gravedad de un 50% a un 65%, sin embargo ésta se divide en dos componentes que presentaron los siguientes valores globales:

Eficiencia promedio de conducción 81%

eficiencia promedio de aplicación 42%

La eficiencia promedio de conducción se considera aceptable por estar dentro de un rango razonable fijado para canales revestidos - con cemento de un 80% a 90%.

Los resultados de la eficiencia de conducción por canal presentaron los valores siguientes:

CUADRO NUMERO 3

EFICIENCIAS PROMEDIO DE CONDUCCION POR TIPO DE CANAL				
TIPO DE CANAL	MEDIA	VARIANZA	MINIMO	MAXIMO
Principal	78%	32	68%	82%
Secundarios	74%	108	62%	92%
Terciarios	80%	345	60%	96%

NOTA: En el canal principal se obtuvieron 5 eficiencias en 5 - diferentes secciones.

Como se puede apreciar en el cuadro 3, en los canales terciarios se tiene la eficiencia más alta esto se explica porque estos tienen longitudes cortas, transportan caudales pequeños y también su perímetro mojado es pequeño, además no tienen fugas porque no están deteriorados, por tal motivo las pérdidas que ocurren por evaporación y filtración son menores. En los secundarios se presentó la menor - eficiencia promedio, esto se explica por ser los más largos y más - deteriorados especialmente los canales secundarios 5 y 7 (ver cuadro 4).

El valor de la eficiencia promedio de aplicación por el método - de la capacidad de retención de humedad del suelo fué de 42%, esta se considera relativamente baja si se compara con los valores obtenidos en California por Keller (1962) que para las condiciones de topografía plana, textura media y el método de riego de gravedad varía de - un 55% a 65% (cuadro 5).

CUADRO NUMERO 4

EFICIENCIA DE CONDUCCION POR CANAL Y SECCIONES			
	Caudal de entrada	Caudal de salida m ³ /s	EFICIENCIA %
CANAL DE CONDUCCION	1.66m ³ /s	1.64m ³ /s	95%
CANAL PRINCIPAL (a)	1.64	1.32	81
CANAL PRINCIPAL (b)	1.32	1.02	77
CANAL PRINCIPAL (c)	1.02	0.83	82
CANAL PRINCIPAL (d)	0.83	0.66	80
CANAL PRINCIPAL (e)	0.66	0.45	68
CANAL SECUNDARIO 1	0.46	0.37	82
CANAL SECUNDARIO 2	0.17	0.11	64
CANAL SECUNDARIO 3	0.26	0.20	76
CANAL SECUNDARIO 4	0.25	0.23	92
CANAL SECUNDARIO 5	0.27	0.18	62
CANAL SECUNDARIO 6	0.20	0.15	75
CANAL SECUNDARIO 7	0.29	0.21	70
CANAL TERCIARIO 1	0.25	0.24	96
CANAL TERCIARIO 2	0.22	0.13	60
CANAL TERCIARIO 3	0.22	0.19	86
PROMEDIO			81
VARIANZA			124

EFICIENCIA DEL RIEGO POR SUPERFICIE

Según el Manual de Ames (1962)

TEXTURA DEL SUELO Y TOPOGRAFIA.	SISTEMA DE RIEGO			
	Melgas	Surcos	Melgas en Contor- no	Tazas
1. ARENOSO				
a) Bien nivelado	60	40-50	45	70
b) Nivelación insuficien- te	40-50	35	30	-
c) Quebrado o pendiente	-----	20-30	20	-
2. MEDIO, PROFUNDO				
a) Bien nivelado	<u>70-75</u>	65	<u>55</u>	70
b) Nivelación Insuficien- te	50-60	55	45	-
c) Quebrado o pendiente	-----	35	35	-
3. MEDIO, POCO PROFUNDO				
a) Bien nivelado	60	50	45	60
b) Nivelación Insuf.	40-50	35	35	-
c) Quebrado o pendiente	-----	30	30	-
4. PESADO				
a) Bien nivelado	60	65	50	60
b) Nivelación Insuf.	40-50	55	50	-
c) Quebrado o pendiente	-----	35-45	30	-

Fuente: Tomado del libro "Métodos de Riego" de Carlos Grassi (1978)

* La parte subrayada representa las condiciones donde se encontraría la Unidad de Riego "CATARINA".

Los resultados de la eficiencia de aplicación promedio por cultivo presentaron los valores siguientes:

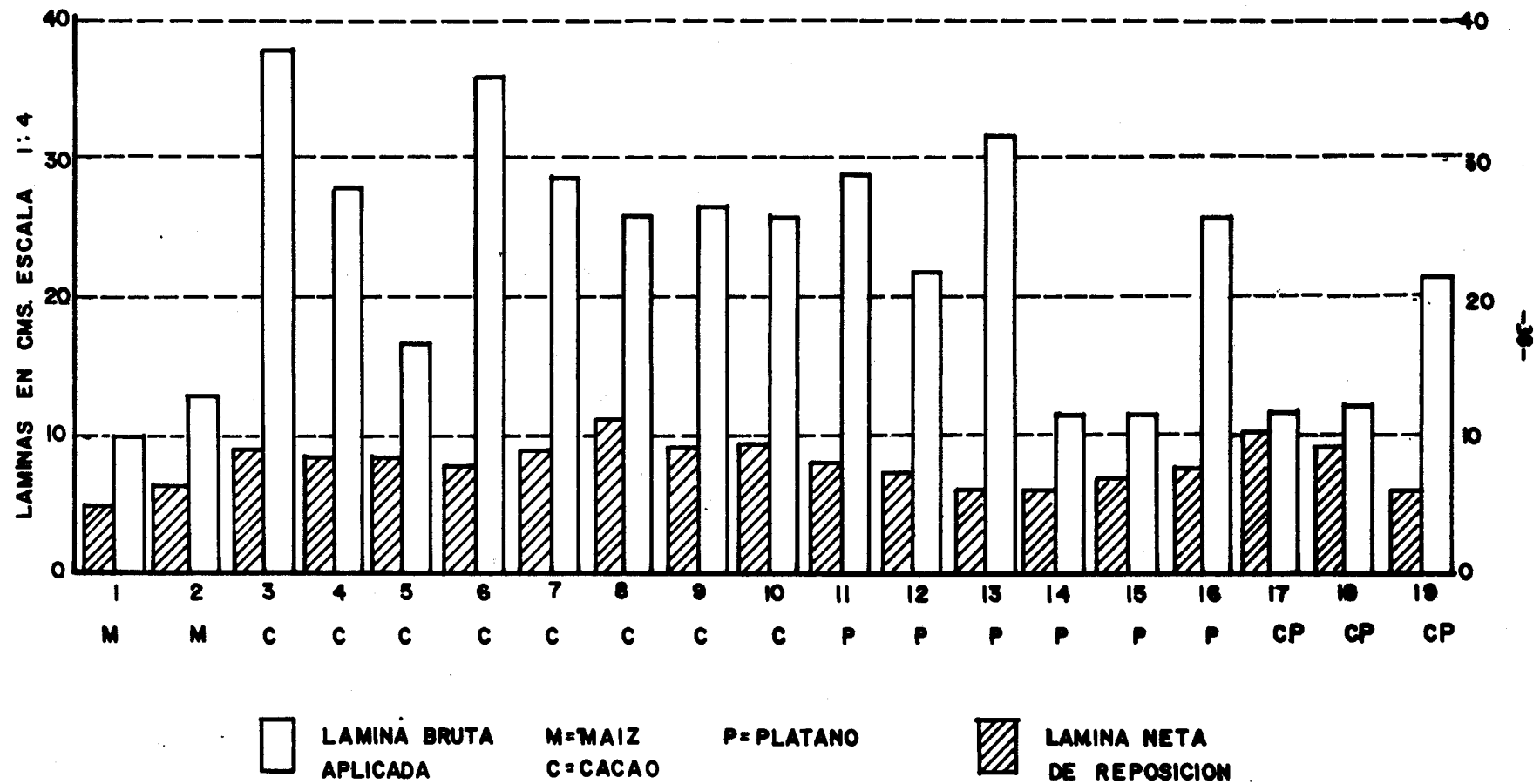
CUADRO NUMERO 6

RESULTADOS DE LA EFICIENCIA DE APLICACION POR CULTIVO				
CULTIVO	MEDIA	VARIANZA	MINIMO	MAXIMO
Maíz	50%	53	46%	53%
Cacao	35%	122	24%	59%
Plátano	36%	314	20%	62%
TOTAL	42%	347	20%	62%

Como se puede apreciar en el cuadro anterior, existe una mayor eficiencia en un cultivo limpio y temporal como el maíz en contraposición a el cacao y plátano que son permanentes; esto es expli-cable porque el maíz es el cultivo que más manejo recibe de los -tres existentes, tales prácticas serían: La preparación del te-rreno antes de la siembra, el porque y el control de malezas en forma manual con machete y azadón; influyen en la mentalidad del usuario de darle una mejor distribución al agua de riego, por -otro lado influyen también en mejorar la topografía del terreno -y darle más soltura a este, los cuales son factores que inciden en el aumento de la eficiencia de aplicación.

La eficiencia de aplicación determinada por el método de ba-lance hidrológico registró los resultados siguientes: En las par-celas donde se cultivó maíz fue de 30%, en cacao 14% y en plátano 17% con un promedio general de 22%, estos valores fueron bajos por que hay decremento en el cálculo de la demanda de agua por pér-di-da por evapotranspiración potencial, comparado con la lámina neta de reposición. Es evidente que el desconocimiento de la eficiencia no provoque una optimización del servicio de agua de riego, como -se puede ver la enorme diferencia entre la lámina bruta aplicada -y la lámina neta de reposición (ver figura 4 y cuadro 7) en la me-dida que aumente esta diferencia, aumenta la disminución de la efi-ciencia; las consecuencias de esto serían: Desperdicio de agua, -desperdicio de mano de obra, erosión del suelo, anegamiento por -inundación, bajo rendimiento de los cultivos y el consecuente cre-cimiento de malezas.

FIGURA 4
CONFRONTACION ENTRE LA LAMINA NETA DE REPOSICION Y LA
LAMINA APLICADA



CUADRO NUMERO 7

EFICIENCIAS DE APLICACION POR PARCELA				
PARCELA	CULTIVO	LAMINA NETA Cm	LAMINA BRUTA Cm	EFA. %
1	Maíz	5.3	10	53
2	Maíz	6.2	13	47
3	Cacao	9.2	38	24
4	Cacao	8.2	28	28
5	Cacao	10.0	17	59
6	Cacao	9.9	36	27
7	Cacao	9.9	29	34
8	Cacao	11.0	26	42
9	Cacao	9.6	27	36
10	Cacao	9.2	25	37
11	Plátano	8.2	29	27
12	Plátano	7.1	22	32
13	Plátano	6.5	32	20
14	Plátano	6.6	12	55
15	Plátano	7.5	12	62
16	Plátano	8.1	26	31
17	Plátano-Cacao	10.4	12	85
18	Plátano-Cacao	10.0	13	76
19	Plátano-Cacao	7.1	22	32
PROMEDIO		8.4	22	42
VARIANZA		2.7	76	328

CUADRO NUMERO 8

PERDIDAS POR PERCOLACION PROFUNDA				
CULTIVO	MEDIA	VARIANZA	MINIMO	MAXIMO
Maíz	65%	25	61%	68%
Cacao	16%	47	9%	25%
Plátano	25%	190	6%	41%

CUADRO NUMERO 9

DESPERDICIO POR ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL				
CULTIVO	MEDIA	VARIANZA	MINIMO	MAXIMO
Maíz	0.4%	18	0.37%	00.40%
Cacao	10.0%	18	0.70%	29.00%
Plátano	7.0%	14	0.20%	26.00%

Como se puede ver en los cuadros 8 y 9 las pérdidas por percolación profunda son mayores en las parcelas donde se cultiva maíz, y menores en parcelas donde se cultiva cacao y plátano, no siendo así en el desperdicio por escurrimiento superficial donde se presenta un aumento de ésta en los cultivos de cacao y plátano y un mínimo porcentaje en el cultivo de maíz. Esto se puede explicar porque siendo el maíz el cultivo que más manejo recibe, dichas prácticas de manejo influyen en darle una mayor velocidad de infiltración y mayor soltura, además este cultivo se siembra en terrenos con un mínimo de pendiente afectando directamente el aumento de la eficiencia, en contraposición a esto está la situación de los cultivos de cacao y plátano donde las prácticas de manejo son mínimas influyendo en el compactamiento de los terrenos, además la pendiente de éstos alcanza niveles significantes, lo que hace que aumenten los desperdicios por escurrimiento superficial, siendo este el factor más importante en estos cultivos de la baja eficiencia.

CUADRO NUMERO 10

RESULTADOS DE LA DETERMINACION DE LA CALIDAD DE AGUA		
Febrero de 1985	PRINCIPIO DEL SISTEMA	C ₁ S ₁
10:00 A.M.	FINAL DEL SISTEMA	C ₁ S ₁
Abril de 1985	PRINCIPIO DEL SISTEMA	C ₁ S ₁
15:00 P.M.	FINAL DEL SISTEMA	C ₁ S ₁

Como se puede apreciar en el cuadro anterior, la calidad de agua en la unidad de riego "Catarina" procedente del río Cabuz es buena tanto al principio del sistema (entrada al canal principal) como al final del sistema (desfogue del canal principal) en los dos muestreos hechos en la mañana y en la tarde, en los meses de febrero y abril, por lo tanto se dice que la alteración de la calidad de agua de riego por el aporte de basura y el jabón que utilizan para lavar ropa en los canales es mínima.

CUADRO NUMERO 11

RESULTADOS DE LA DETERMINACION DEL CONTENIDO DE SOLIDOS EN SUSPENSION.		
ESTACION	ANTES DEL DESARENADOR	DESPUES DEL DESARENADOR
SECA	0.0002 Gr/lit.	0.0001 Gr/Lit.
LLUVIOSA	0.0645 Gr/lit.	0.0516 Gr/lit.

De los resultados anteriores se puede decir que el contenido de sólidos en suspensión en la época de riego es quimérico, o casi - despreciable, el cual no afecta en la operación de la unidad, por otro lado se observa un aumento considerable en los meses lluviosos, el cual proviene de la fuerte deforestación, y pobre conservación del suelo en la parte alta de San Marcos específicamente en las faldas del TAJUMULCO que es donde nace el río Cabuz el cual es la fuente de abastecimiento de la unidad; este aumento no afecta seriamente ya que en la época lluviosa es mínima la actividad de - operación en la unidad de riego.

CUADRO NUMERO 12

RESULTADO DE LA DETERMINACION DE LA FRECUENCIA RELATIVA DE RIEGO				
CULTIVO	EVP/día Promedio	INTERVALO DE RIEGO CRITICO	LAMINA DEL 1° riego	LAMINA DEL riego auxiliar
Maíz	0.4cm/día	11 días	13 cms.	6.50 cms.
Cacao	0.3cm/día	19 días	12.4cms.	6.24 cms.
Plátano	0.3cm/día	18 días	13.05cms.	6.52 cms.

Con estos resultados obtenidos se aprecia que ningún intervalo de riego llevado en la unidad de riego "Catarina" se ajusta a los obtenidos por cultivo, las consecuencias de esto son riego innecesarios que disminuyen la eficiencia de aplicación.

CUADRO NUMERO 13

USO Y MANEJO DEL AGUA POR PARTE DEL USUARIO		
PREGUNTA	SI	NO
Posee experiencia en riego?	12%	88%
Parte de su experiencia se debe a días de campo demostrativos?	28%	72%
Desde que empezó a regar cree que han aumentado sus conocimientos?	92%	8%
Conoce otro método de riego ?	6%	94%
Cree que es rentable el uso del agua?	95%	5%
Le alcanza el agua para regar?	70%	30%
Puede regar el área de todo su terreno?	42%	58%
La forma de regar provoca erosión?	12%	88%
Riega con caudal excesivo?	42%	58%
Tiene problemas con inundaciones?	25%	75%

Con estos resultados se refleja la evidente falta de experiencia y conocimientos de la población de usuarios, no siendo así en el criterio del usuario, quien tiene la creencia que sus conocimientos han aumentado en los 11 años que tiene de regar. —

Además la creencia positiva de que le es útil el agua; en lo que respecta a la forma de regar en el criterio de el usuario está que él riega - sin exceso de agua, sin causar erosión, y sin problemas de inundaciones, lo cual no es cierto porque según las observaciones hechas en el recorrido de la unidad de riego la realidad reflejada es otra.

CUADRO NUMERO 14

INFORMACION GENERAL		
PREGUNTA	SI	NO
El área que riega es más del 50% de su terreno ?	65%	35%
Llevan un intervalo de riego de 10 días?	70%	30%
El método de riego utilizado es el de desbordamiento?	100%	0%

CUADRO NUMERO 15

RELACION UNIDAD - USUARIO		
PREGUNTA	SI	NO
Recibió recomendaciones para el mejor uso del agua?	30%	70%
Está de acuerdo con la cuota de riego?	84%	16%
Su tomagranja está mal ubicada?	38%	62%
Está de acuerdo con el intervalo de riego?	84%	16%
Respeto el calendario de riego?	95%	5%

Con estos resultados se demuestra que la mayoría de usuarios están de acuerdo con las medidas adoptadas por la unidad, en lo que respecta a la distribución del agua, además queda demostrado que la atención - prestada en cada usuario no ha surtido efecto, porque la mayoría arguye no haber recibido ninguna orientación, a esto se le agrega al error existente en la ubicación de las tomagranjas el cual ha estado desde el inicio de su funcionamiento.

En la población de canaleros se presentaron los resultados siguientes:

CUADRO NUMERO 16

PREPARACION TEORICO-PRACTICA DEL CANALERO		
	SI	NO
Posee experiencia en materia de riego?	78%	22%
Tiene conocimientos en conservación de suelos?	56%	44%
Conoce otros métodos de riego?	81%	19%
Ha participado en cursillos y días demostrativos?	70%	30%
El tiempo que tiene de trabajar es el mismo al que tiene la unidad de funcionar?	56%	44%

Como se puede apreciar, la mayoría de canaleros poseen un nivel - aceptable de preparación teórico-práctico en materia de riego, además la mayoría son trabajadores antiguos por tal motivo esto los hace tener la suficiente experiencia.

CUADRO NUMERO 17

RELACION UNIDAD-CANALERO		
PREGUNTAS	SI	NO
El recorrido que hace en su sección es mayor de 4 kms.?	78%	22%
El sistema de mantenimiento y vigilancia de su sección impuesto por Unidad es adecuado?	70%	30%
El problema más importante es el uso ilegal del agua?	70%	30%
El uso ilegal de agua lo controla recorriendo constantemente su sección?	51%	49%
Los problemas que se suscitan, los reporta con el programador?	50%	50%

Estos resultados nos demuestran que el recorrido que tienen que hacer la mayoría de canaleros es bastante largo, luego el sistema que la unidad de riego ordena que ejecuten para la vigilancia, una minoría cree a su criterio no ser el adecuado porque argumentan que les -

es difícil recorrer constantemente la sección a cuidar por ser entretenido el trabajo con cada usuario y por no poder pasar fácilmente - entre los linderos por donde pasa el canal por impedírselo los cercos de alambre; por otra parte la mayoría está de acuerdo que el uso ilegal de agua o riego no contabilizado es el mayor problema que tiene - que enfrentar, por otro lado el mecanismo para reportar los problemas; la mitad de la población de canaleros no sabe cual es el correcto porque unos se abocan con el jefe de canaleros, otros con el jefe de la unidad, y otros con la secretaría, lo que provoca una dualidad de esfuerzo y de mando, lo que de una u otra forma va en detrimento de el funcionamiento correcto de la unidad de riego.

6. CONCLUSIONES

1. La eficiencia de riego de la unidad "Catarina" San Marcos fue baja en la temporada 84-85 siendo esta de un 34%, dividiéndose en dos componentes: La eficiencia de conducción fue de 81%, considerándose aceptable no obstante a que se puede mejorar, la eficiencia de aplicación se considera relativamente baja por estar en un 42%.

2. La baja relativa en la eficiencia de aplicación se debe principalmente por las siguientes causas en orden de prioridad:

- Mala distribución del agua en las parcelas, debido a la falta de conocimientos por parte del usuario y el empirismo que poseen, así como el precario efecto de la asistencia técnica.
- Falta de estructuras hidrométricas a nivel de canales y tomagranjas.
- No se ha realizado investigación básica de riego, como consecuencia se desconocen las necesidades básicas de derivación.
- Hay desconocimiento de la frecuencia relativa de riego esto provoca riegos innecesarios, en los cuales el agricultor lo hace en base al calendario y no en el momento más adecuado cuando la planta lo necesita.

3. La calidad de agua en la unidad de riego "Catarina" (C_1S_1) es de bajo contenido de sales, por lo tanto se puede utilizar para regar cualquier cultivo.

4. El contenido de sólidos en suspensión de 0.0001 gr/lt se considera bajo, por consiguiente no afecta la operación del sistema de riego.

5. los intervalos de riego crítico de 11 días, 19 y 18 días para maíz, cacao y plátano respectivamente, son mayores a la frecuencia llevada actualmente de 10 días, por lo tanto esto provoca más riegos en la temporada causando sobresaturación del suelo por exceso de agua aplicada, lo cual va en detrimento de dichos cultivos.

6. Las láminas de aplicación siendo las del primer riego 13.00, 12.40 y 13.05 cms. y la del riego de auxilio 6.50, 6.24 y 6.50 cms. - para maíz, cacao y plátano respectivamente, son mucho menores a las láminas brutas aplicadas, las cuales están en un promedio de 22 cms, por consiguiente hay aplicación de exceso de agua lo que ocasiona daños - en los cultivos y disminuye la eficiencia de aplicación.

7. De acuerdo a la información obtenida en la boleta de encuesta realizada con los canaleros, se observó que el nivel de conocimientos y experiencia es aceptable, además la mayoría no se dá abasto para evitar las extracciones ilegales de agua o riego no contabilizado.

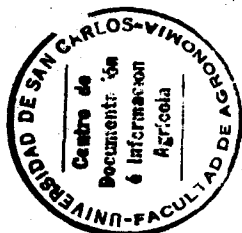
7. RECOMENDACIONES

1. Se debe conseguir que los usuarios apliquen volúmenes pequeños - de agua, aforando la entrega de agua a la parcela, con una enérgi ca técnica de supervisión de riego.
2. Mejorar la destreza de los regadores implementando un plan de tra bajo donde se programe la enseñanza a los usuarios sobre el buen uso y manejo del agua.
3. Mejorar el método de riego existente corrigiendo la distribución del agua con el trazo de regaderas y surcos a desnivel.
4. Establecer programas de investigación básica, donde se determinen: Láminas de riego, frecuencias de riego, análisis de calidad de -- agua y contenido de sólidos en suspensión por lo menos una vez al año.
5. Mejorar la eficiencia de conducción por medio de un correcto man- tenimiento de los canales por lo menos 2 veces al año.
6. Establecer un sistema efectivo para el control de extracciones - ilegales o riego no contabilizado.
7. Mejorar el sistema de distribución de agua ajustándolo a la fre- cuencia de riego de cada cultivo y ésta a un programa de cultivos.
8. Investigar las causas del desface existente entre el área regada

(94 Has.) y el area potencialmente diseñada para riego (1285 Has.) en la unidad de riego "Catarina".

8.- BIBLIOGRAFIA

1. BURGESS, H. Moisture requeriments in agricultura. New York, Mc. Graw-Hill, 1950. 413 p.
2. DOORENBOS, J. y PRUITT, W. Las necesidades de agua de los cultivos. Roma, FAO, 1976. 193 p.
3. ———. et al. Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos. FAO. Estudios de Riego y Drenaje, no. 33. 1979. 212 p.
4. GOLDBERG, S. Técnicas y métodos para el uso eficiente del agua en la agricultura; principios y sistemas de irrigación a presión. México, Centro Regional de Ayuda Técnica, 1975. 14 p.
5. GRASSI, S. Estimación de los usos consuntivos de agua y requerimientos de riego con fines de formulación y diseño de proyectos. Mérida, Venezuela, CIDIAT, 1968. 93 p.
6. ———. Operación y conservación de sistemas de riego. Mérida, Venezuela, CIDIAT, 1977. 230 p.
7. ———. Métodos de riego. Mérida, Venezuela, CIDIAT, 1978. 265 p.
8. GUATEMALA. DIRECCION DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES. Estudio agrológico semidetallado de suelos para riego del proyecto Catarina. Guatemala, 1972. 19 p.
9. ———. DIRECCION TECNICA DE RIEGO Y AVENAMIENTO. Informe general de las unidades de riego en operación. Guatemala, 1982. 15 p.
10. ISRAELSEN, O.N. y HANSEN, V.E. Principios y aplicaciones del riego. Trad. de la 3 ed. en inglés por Alberto García Palacios. 2 ed. Barcelona, Reverté, 1975. 447 p.
11. PALACIOS, E. Cuanto, cuando y como regar. México, Secretaría de Recursos Hidráulicos, 1966. v. 20, 66 p.
12. ———. Manual de operación de distritos de riego. Chapingo, México, Colegio de Postgraduados, Rama de Riego y Drenaje, 1981. 333 p.
13. 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.
14. THORNE, D. y PETERSON, H. Técnicas del riego. Trad. de la 2 ed. en inglés por José Luis Lepe. México, D.F., CECSA, 1964. 481 p.



Garza

9. A P E N D I C E

CUADRO NUMERO

PORCENTAJE DE LA PERDIDA POR PERCOLACION PROFUNDA					
Parcela Cultivo existente N°	Tiempo en mi. requerido (T ₂)	Tiempo de mojado (T ₁)	$R = \frac{T_2}{T_1}$	n + 1	Prc %
1 Maíz	44	480	0.091	0.572	61
2 Maíz	10	480	0.021	0.432	68
3 Cacao	591	120	4.930	0.393	4
4 Cacao	198	120	1.650	0.586	14
5 Cacao	133	180	0.730	0.559	25
6 Cacao	36	60	0.600	0.455	22
7 Cacao	115	120	0.958	0.491	17
8 Cacao	150	120	1.250	0.326	9
9 Cacao	82	120	0.680	0.452	20
10 Cacao	70	60	1.166	0.489	15
11 Plátano	11	300	0.036	0.206	33
12 Plátano	153	360	0.425	0.639	13
13 Plátano	87	120	0.725	0.468	27
14 Plátano	30	150	0.200	0.276	38
15 Plátano	214	120	1.783	0.482	6
16 Plátano	95	480	0.197	0.420	41
17 Cacao-Plátano	17	380	0.047	0.581	15
18 Cacao-Plátano	27	480	0.056	0.581	15
19 Cacao-Plátano	133	180	0.738	0.599	25
PROMEDIO					24 %

CUADRO NUMERO 19

PORCENTAJE DE LA PERDIDA POR ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL						
No. de Parcela	Cultivo Existente	Tiempo (T ₂) requerido ²	Tiempo de Mojado (T ₁)	$\frac{T_2}{T_1+T_2}$	Caudal de salida Caudal de entr.	Pes %
1	Maíz	44	480	0.084	0.06	0.5
2	Maíz	10	480	0.020	0.19	0.38
3	Cacao	591	120	4.900	0.028	14
4	Cacao	198	120	1.620	0.20	20
5	Cacao	133	180	0.420	0.04	2
6	Cacao	36	60	0.380	0.06	3
7	Cacao	115	120	0.480	0.07	4
8	Cacao	150	120	0.550	0.06	3
9	Cacao	82	120	0.410	0.15	6
10	Cacao	70	60	1.650	0.25	29
11	Plátano	11	300	0.035	0.02	0.7
12	Plátano	153	360	0.300	0.20	6
13	Plátano	87	120	0.420	0.14	6
14	Plátano	30	150	0.160	0.06	1
15	Plátano	214	120	1.780	0.15	27
16	Plátano	95	480	0.165	0.034	2
17	Cacao y Plátano	17	360	0.050	0.10	0.47
18	Cacao y Plátano	27	480	0.050	0.06	0.3
19	Cacao y Plátano	133	180	0.432	0.06	2
PROMEDIO =						6.0

CUADRO NUMERO 20

METODO DE THORNTHWAITE MODIFICADO POR PHELAM PARA PLATANO EN LA UNIDAD DE RIEGO "CATARINA"

MES	T°C	i	ETP'	FC	ETP	KT	ETP×KT	KC	EVT' (CM)	EVT (CM)
ENERO	25.6	11.78	11.81	0.97	11.46	1.04	11.9	1.0	11.9	8.56
FEBRERO	25.6	11.85	11.97	0.91	10.89	1.04	11.3	1.0	11.3	8.13
MARZO	26.6	12.56	13.68	1.03	14.09	1.07	15.2	1.0	15.2	10.94
ABRIL	27.1	12.92	14.59	1.04	15.17	1.09	16.6	1.0	16.6	11.95
MAYO	26.7	12.93	13.86	1.11	15.38	1.08	16.6	1.0	16.6	11.95
JUNIO	27.1	11.85	11.97	1.08	12.93	1.04	13.5	1.0	13.5	9.72
JULIO	26.7	11.92	12.14	1.12	13.60	1.05	14.2	1.0	14.2	10.22
AGOSTO	25.6	11.50	11.18	1.08	12.07	1.03	13.5	1.0	13.5	9.72
SEPTIEMBRE	24.7	11.23	10.58	1.02	10.79	0.93	10.03	1.0	10.03	7.22
OCTUBRE	24.9	11.37	10.88	1.01	10.99	1.02	10.09	1.0	10.09	7.26
NOVIEMBRE	25.6	11.86	11.97	0.95	11.37	1.04	11.82	1.0	11.82	8.51
DICIEMBRE	25.6	11.86	11.97	0.97	11.61	1.04	12.07	1.0	12.07	8.69

$$K_g = 0.75$$

$$F = 150.35$$

$$EVT' = 156.81$$

$$K_c = 1.0$$

$$K' = \frac{EVT'}{F} = \frac{156.81}{150.35} = 1.04$$

$$FA = \frac{K_g}{K'} = \frac{0.75}{1.04} = 0.72$$

$$EVT \text{ promedio /día} = 0.3 \text{ cms.}$$

$$INTERVALO \text{ DE RIEGO CRITICO} = 18 \text{ días}$$

CUADRO NUMERO 21

METODO DE THORNTHWAITE MODIFICADO POR PHELAM PARA CACAO EN LA UNIDAD DE RIEGO "CATARINA"

MES	T°C	i	ETP'	Fc	ETP	KT	ETP×KT	KC	ETV' (cm)	EVT (cm)
ENERO	25.6	11.78	11.81	0.97	11.46	1.04	11.9	0.6	7.14	7.9
FEBRERO	25.6	11.85	11.97	0.91	10.89	1.04	11.3	0.6	6.78	7.7
MARZO	26.6	12.56	13.68	1.03	14.09	1.07	15.2	0.6	9.12	10.0
ABRIL	27.1	12.92	14.59	1.04	15.17	1.09	16.6	0.6	9.96	11.4
MAYO	26.7	12.93	13.86	1.11	15.38	1.08	16.6	0.6	9.96	11.0
JUNIO	27.1	11.85	11.97	1.08	12.93	1.04	13.5	0.6	8.10	8.9
JULIO	26.7	11.92	12.14	1.12	13.60	1.05	14.2	0.6	8.52	9.4
AGOSTO	25.6	11.50	11.18	1.08	12.07	1.03	13.5	0.6	8.10	8.9
SEPTIEMBRE	24.7	11.23	10.58	1.02	10.79	0.92	9.99	0.6	5.94	6.5
OCTUBRE	24.9	11.37	10.88	1.01	10.99	1.02	11.22	0.6	6.72	7.4
NOVIEMBRE	25.6	11.86	11.97	0.95	11.37	1.04	11.81	0.6	7.08	7.8
DICIEMBRE	25.6	11.86	11.97	0.97	11.61	1.04	11.20	0.6	7.23	8.0

$$Kg. = 0.75$$

$$F = 150.35$$

$$Evt' = 94.65$$

$$Kc = 0.6$$

$$K' = \frac{Evt'}{F} = \frac{94.65}{150.35} = 0.62$$

$$FA = \frac{Kg}{K'} = \frac{0.75}{0.62} = 1.2$$

$$Evt \text{ Promedio/días} = 0.3 \text{ cms.}$$

$$\text{Intervalo de riego crítico} = 19 \text{ días}$$

CUADRO NUMERO 22

METOTO DE THORNTHWAITE MODIFICADO POR PHELAM PARA MAIZ EN LA UNIDAD DE RIEGO "CATARINA"

MES	T°	i	ETP'	Fc	ETP	KT	ETPxKT	Kc	EVT' (cm)	EVT (cm)
FEBRERO	25.6	11.85	11.97	0.91	10.9	1.04	11.3	0.51	5.76	5.4
MARZO	26.6	12.56	13.68	1.03	14.2	1.07	15.2	0.91	13.83	13.0
ABRIL	27.1	12.92	14.59	1.04	15.2	1.09	16.6	1.02	16.93	15.9
MAYO	26.7	12.93	13.86	1.11	15.4	1.08	16.6	0.85	14.11	13.3

$$Kg. = 0.85$$

$$F = 55.7$$

$$EVT' = 506.37$$

$$K' = \frac{EVT'}{F} = 0.9$$

$$FA = \frac{Kg}{K'} \frac{0.85}{0.9} = 0.94$$

$$EVT \text{ Promedio /día} = 0.4 \text{ cms.}$$

$$\text{Intervalo de riego críticos} = 11 \text{ días}$$

ENCUESTA DIRIGIDA A LOS CANALEROS DE LA UNIDAD DE RIEGO

"CATARINA"

NOMBRE: _____

SECCION QUE LE TOCA CUIDAR _____

TIEMPO QUE TIENE DE TRABAJAR EN LA UNIDAD _____

HA TENIDO ALGUNA ENSEÑANZA EN MATERIA DE RIEGO _____

SI ☐ NO ☐ DONDE _____ COMO _____ CUALES _____

QUE METODOS DE RIEGO CONOCE _____

SABE ALGO DE LA CONSERVACION DE SUELOS SI ☐ NO ☐

CREE QUE LE HACE FALTA APOYO POR PARTE DE LA UNIDAD PARA HACER BIEN SU
TRABAJO _____

CUAL ES EL PROBLEMA MAS COMUN CON QUE SE ENFRENTA _____

AL MOMENTO DE SUSCITARSE EL PROBLEMA CON QUIEN LO REPORTA? _____

CREE QUE EL RECORRIDO QUE LE IMPONEN POR PARTE DE LA UNIDAD ES EL ADE-
CUADO? SI ☐ NO ☐ PORQUE _____

EN SU SECCION HAY QUEJAS POR NO ALCANZARLES EL AGUA? _____

EN SU SECCION HAY TOMAGRANJAS QUE ESTEN DETERIORADAS O MAL UBICADAS _____

COMO HACE PARA EVITAR EL ROBO DE AGUA? _____

#####

ENCUESTA DIRIGIDA A LOS USUARIOS DE LA UNIDAD DE RIEGO "CATARINA"

1. INFORMACION GENERAL
- 1.1 NOMBRE DEL USUARIO _____
- 1.2 LOCALIZACION _____
- 1.3 EXTENSION DE SU TERRENO _____
- 1.4 EXTENSION QUE POSEE BAJO RIEGO _____
2. INFORMACION DE SUS CULTIVOS
- 2.1 FECHA DE SIEMBRA _____ FECHA DE COSECHA _____
- 2.2 INTERVALO DE RIEGO _____ NUMEROS DE RIEGO EN LA TEMPORADA _____
3. INFORMACION DEL RIEGO
- 3.1 HA TENIDO EXPERIENCIA EN RIEGO? SI _____ NO _____
- 3.2 DONDE _____
- 3.3 DE QUE FORMA? CURSILLOS _____ ASESORIA DE PARTE DE LA UNIDAD _____
VISITAS DEMOSTRATIVAS _____ EXPERIENCIA PROPIA _____ OTRAS _____
- 3.4 CREE USTED QUE DESDE QUE EMPEZO A REGAR SUS CONOCIMIENTOS HAN
AUMENTADO SI _____ NO _____
- 3.5 QUE METODO DE RIEGO UTILIZA? INUNDACION _____ SURCOS _____
REGADERAS EN CONTORNO _____
- 3.6 CUALES OTRAS CONOCE? _____
- 3.7 QUIEN SE LAS TRAZO? _____
- 3.8 DESDE CUANDO UTILIZA EL RIEGO? _____
- 3.9 CONSIDERA QUE LE TRAE CUENTA EL USO DEL AGUA? SI _____ NO _____
- 3.10 HA RECIBIDO RECOMENDACION PARA EL USO DEL AGUA? SI _____ NO _____
- 3.11 LE ALCANZA EL AGUA PARA REGAR? SI _____ NO _____
- 3.12 CREE QUE EXISTEN PREFERENCIAS EN LA DISTRIBUCION DEL AGUA? _____
SI _____ NO _____

PORQUE _____

3.13 COMO OBTIENE USTED EL AGUA PARA EL RIEGO? SE LA CALENDARIZAN

_____ LA TOMA CUANDO EL CULTIVO LO NECESITA _____

LA TOMA CUANDO QUIERE _____

3.14 PUEDE REGAR EL AREA DE TODO SUS TERRENOS? SI _____ NO _____

PORQUE _____

3.15 MIDE LA CANTIDAD DE AGUA QUE APLICA A SU PARCELA? SI _____ NO _____

3.16 SE LAVA LA TIERRA DE SU TERRENO? SI _____ NO _____

PORQUE _____

3.17 ESTAN ORGANIZADOS EN COMITES DE USUARIOS? SI _____ NO _____

3.18 HACIA DONDE SE VIERTI EL AGUA DE RIEGO QUE NO SE QUEDA RETENI

DA EN SU TERRENO? _____

3.19 A QUE PROFUNDIDAD ESTA EL AGUA EN SU POZO? _____

3.20 TIENE PROBLEMAS DE BAJIOS O INUNDACIONES EN SU TERRENO? SI _____

NO _____

3.21 DESEARIA CAMBIAR DE LUGAR SU TOMAGRANJA? SI _____ NO _____

3.22 ESTA DE ACUERDO CON EL PAGO DE LA CUOTA DE RIEGO? SI _____ NO _____

3.23 CREE QUE EL PERIODO QUE TARDA SIN REGAR ES EL CORRECTO? _____

3.24 DESEARIA QUE FUERA MAS CORTO? -SI _____ NO _____ DESEARIA QUE FUERA --

MAS LARGO? SI _____ NO _____

#####

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

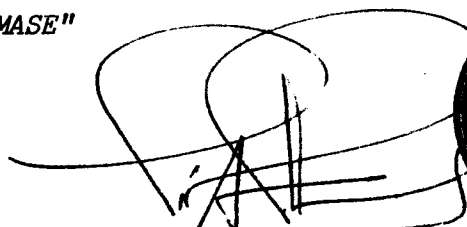
Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1945

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia	
Asunto	
.....	

"IMPRIMASE"



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