

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA



DIAGNOSTICO DE LA EFICIENCIA DE RIEGO DE LA UNIDAD
"ATESCATEMPA",

ATESCATEMPA, JUTIAPA

TESIS

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA DE
LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

GUSTAVO ADOLFO SANCHEZ TOSCANO

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRONOMO
EN EL GRADO ACADEMICO DE
LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

GUATEMALA, ABRIL DE 1989.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Lic. RODERICO SEGURA TRUJILLO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. ANIBAL B. MARTINEZ MUÑOZ
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. GUSTAVO ADOLFO MENDEZ
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. JORGE SANDOVAL ILLESCAS
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. MARIO F. MELGAR M.
VOCAL CUARTO	Br. MARCO ANTONIO HIDALGO
VOCAL QUINTO	P.A. BYRON MILIAN VICENTE
SECRETARIO	Ing. Agr. ROLANDO LARA ALECIO



FACULTAD DE AGRONOMIA

Cludad Universitaria, Zona 12.

Apertado Postal No. 1845

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Guatemala 3 de mayo 1989.

Ingeniero Agrónomo
Anibal Martínez
DECANO
FACULTAD DE AGRONOMIA
USAC.

Distinguido señor Decano:

Cordialmente le informo que he procedido a asesorar y revisar el trabajo de tesis denominado; " DIAGNOSTICO DE LA EFICIENCIA DE RIEGO DE LA UNIDAD ATESCATEMPA , ATESCATEMPA JUTIAPA" que fue realizada por el Perito Agrónomo: Gustavo Adolfo Sanchez Toscano, como requisito previo a optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo en el grado academico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Sobre el particular me permito indicarle que encuentro el trabajo satisfactorio y que llena los requisitos academicos - para ser aprobado como tesis de grado.

Atentamente,

" ID Y ENSEÑAD A TODOS "

Ing. Agr. Victor Cabrera Cruz
Catedrático de Ingeniería Agrícola



VCC/ec.

Guatemala, Abril de 1989.

Honorable Junta Directiva

Facultad de Agronomía

Universidad de San Carlos de Guatemala

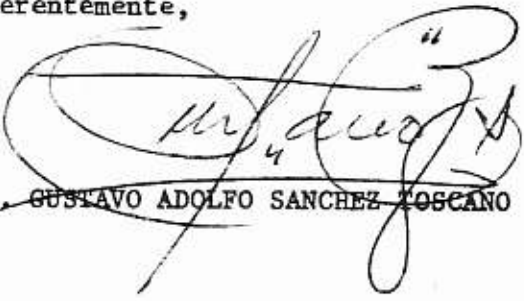
De conformidad con las normas establecidas por la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

DIAGNOSTICO DE LA EFICIENCIA DE RIEGO DE LA UNIDAD

"ATESCATEMPA", ATESCATEMPA, JUTIAPA.

Como requisito previo a optar al título profesional de Ingeniero Agrónomo en el Grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Deferentemente,


P.A. GUSTAVO ADOLFO SANCHEZ TOSCANO

ACTO QUE DEDICO

A DIOS TODOPODEROSO: INFINITOS AGRADECIMIENTOS POR PERMITIRME CUL-
MINAR MI CARRERA

A MIS PADRES: GUSTAVO SANCHEZ C.
 PETRONA TOSCANO N.

 COMO UNA PEQUEÑA RECOMPENSA POR SUS MULTIPLES
 SACRIFICIOS

A MIS HERMANAS: CARMEN
 ELVIRA
 CRISTY

 CON AMOR FRATERNAL Y AGRADECIMIENTOS POR SU A-
 POYO EN TODO MOMENTO

A MI ESPOSA: ISABEL PINEDA DE SANCHEZ

 CON MUCHO AMOR Y AGRADECIMIENTO POR SU APOYO
 CONSTANTE

A MI HIJO: HAROLD GUSTAVO ADOLFO

 CON TODO EL AMOR DEL MUNDO

A MIS SUEGROS: MOISES PINEDA G.
 EVA VICTORIA LOPEZ

A LAS FAMILIAS: ORANTES PINEDA Y GODOY PINEDA,
 SRA. MA. ROJAS (Q.E.P.D.) E HIJOS

A MIS CUÑADOS

A MIS SOBRINOS

A MIS AMIGOS EN GENERAL

TESIS QUE DEDICO

A MI PATRIA: GUATEMALA

A: CUILAPA, SANTA ROSA

AL: INSTITUTO TECNICO DE AGRICULTURA

A LA: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A: LA DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS AGRICOLAS
- DIGESA - REGION IV, JUTIAPA

A: LA UNIDAD DE RIEGO, ATESCATEMPA

AL: PERSONAL TECNICO Y ADMINISTRATIVO
DEL PROYECTO MINIRIEGO DIGESA REGION IV

AGRADECIMIENTOS

AL INGENIERO AGRONOMO MSC. VICTOR CABRERA CRUZ, POR SU VALIOSA COLABORACION EN LA ASESORIA Y REVISION DEL PRESENTE TRABAJO DE TESIS.

AL PERSONAL TECNICO, ADMINISTRATIVO Y DE CAMPO DE LA UNIDAD DE RIEGO "ATESCATEMPA", POR SU INVALORABLE COLABORACION PARA LLEVAR A CABO ESTE TRABAJO.

A MIRIAM JULIETA CELIS SANCHEZ, POR SU COLABORACION EN LA LABOR MECANOGRFICA DE ESTE TRABAJO.

A TODAS LAS PERSONAS QUE DE UNA U OTRA MANERA COLABORARON PARA LA REALIZACION DEL PRESENTE TRABAJO DE INVESTIGACION.

I N D I C E

RESUMEN	PAGINA
1. INTRODUCCION	1
2. JUSTIFICACION	3
3. OBJETIVOS	4
4. REVISION DE LITERATURA	5
4.1 Generalidades sobre el riego superficial	5
4.2 Evaluación de la eficiencia de un sistema de riego superficial	10
4.2.1 Eficiencia del sistema	11
4.2.2 Eficiencia de conducción	13
4.2.3 Eficiencia de aplicación	14
4.2.4 Uniformidad de distribución	14
4.2.5 Eficiencia de aplicación del cuarto inferior	15
4.2.6 Evaluación de la uniformidad de distribución	16
4.2.7 Método de evaluación simple	16
4.2.8 Avance - recesión	17
4.3 Planificación, diseño, operación y mantenimiento de Proyectos de Riego	18
5. Metodología	23

	PAGINA
5.1 Características de la unidad de riego	23
5.2 Muestreo de población	27
5.3 Censo a usuarios y entrevista a Jefe de Unidad	28
5.4 Eficiencia de conducción	28
5.4.1 Cálculo de la eficiencia de conducción	29
5.5 Eficiencia de aplicación	31
5.5.1 Aforo de caudales de entrada y salida en las parcelas	31
5.5.2 Cálculo de evapotranspiración	34
5.5.3 Cálculo de eficiencia de aplicación	38
5.6 Evaluación de la aplicación de agua en las parcelas	38
5.7 Determinación de la eficiencia total del riego	46
5.8 Análisis de la calidad química del agua de riego	46
6. Resultados y discusión	47
7. Conclusiones	66
8. Recomendaciones	68
9. Bibliografía	70
10. Apendice	72

INDICE DE CUADROS

	PAGINA
1. Eficiencia de conducción y longitudes de los canales de la Unidad de Riego. Atescatempa, 1987.	49
2. Eficiencia de aplicación de agua por parcela, por - cultivo. Atescatempa, 1987.	53
3. Datos para obtener el perfil de humedecimiento a profundidades de muestreo hasta 1.20 mts. de 1-2 horas después del riego. Atescatempa, 1987.	55
4. Datos sobre la lámina aprovechable, lámina neta de <u>re</u> posición, lámina de requerimiento de riego, intervalo promedio real y frecuencia usada. Atescatempa, 1987.	58
5. Datos de constantes de humedad, humedad requerida, - contenido de humedad antes y después del Riego. Atescatempa, 1987.	60
6. Datos sobre pérdidas por escorrentía y percolación profunda. Atescatempa, 1987.	63
7. Datos de sobreaplicación de volúmenes de agua por <u>par</u> cela. Atescatempa, 1987.	64

8. Datos sobre constantes de humedad y características físicas de los suelos de las parcelas. Atescatempa, 1987. 73
9. Tabla demostrativa del cálculo de velocidad de infiltración. 76
10. Datos de los parámetros de velocidad de infiltración y tiempo de infiltración de lámina neta a un 50% de capacidad de almacenamiento, profundidad 00-80 cms. Atescatempa, 1987. 77
11. Evapotranspiración y requerimiento de riego para el cultivo de maíz para elote y cultivo de frijol. 78
12. Evapotranspiración y requerimiento de riego para el cultivo de tomate y cultivo de cebolla. 79
13. Datos sobre la calidad química del agua utilizada para riego. Atescatempa, 1987. 80
14. Datos de áreas por parcela y nombre del propietario. Atescatempa, 1987. 81

INDICE DE FIGURAS

PAGINA

1. Mapa de la República de Guatemala y localización geográfica del Departamento de Jutiapa y Municipio de Atescatempa que muestra el lugar donde <u>es</u> <u>tá</u> ubicada la unidad de riego.	24
2. Esquema que indica la posición del molinete, en un canal trapezoidal.	30
3. Esquema que indica la posición del molinete, en un canal rectangular.	30
4. Sección de canales de la red hidráulica.	32
5. Forma y dimensión del aforador Ballofet.	35
6. Croquis de la red hidráulica de la unidad de riego y puntos de aforo.	36
7. Perfil de humedecimiento que muestra la forma de distribución del agua a lo largo del surco de <u>rie</u> <u>go</u> .	54
8. Curvas de avance y recesión.	57

DIAGNOSTICO DE LA EFICIENCIA DE RIEGO DE LA UNIDAD ATESCATEMPA, ATESCATEMPA, JUTIAPA.

DIAGNOSTIC OF EFFICIENCY AT ATESCATEMPA IRRIGATION UNIT, ATESCATEMPA, JUTIAPA.

R E S U M E N

La presente investigación se realizó en la Unidad de Riego Atescatempa, con el objetivo de establecer la eficiencia del sistema de riego y proporcionar las recomendaciones adecuadas a fin de mejorar el uso del recurso agua.

La metodología empleada fué la siguiente: Se efectuó un censo a los usuarios, determinándose que todos desconocen las prácticas correctas del uso del riego y que ellos necesitan mayor apoyo técnico de la Unidad y que ésta a su vez requiere mayor apoyo técnico-administrativo de su institución.

Del número total de usuarios se obtuvo una muestra estadística para determinar la eficiencia de aplicación del agua, siendo este de 28, en las cuales se realizaron trabajos de medidas de caudales entregados en la tomagranja, caudales escurridos, volumen perdido por percolación profunda, evapotranspiración y medición del área neta de riego; relacionando los resultados de evapotranspiración con la lámina bruta aplicada se obtuvo la eficiencia de aplicación por parcela y por cultivo.

Se realizó una evaluación del comportamiento de agua aplicada a las parcelas en el cuarto inferior, uniformidad de distribución, muestreo de suelo - para determinar cantidad de agua en el suelo antes y después del riego, constantes de humedad, curvas de avance-recesión y velocidad de infiltración.

La eficiencia de conducción se obtuvo mediante aforo de caudales de entrada y salida de los canales.

La eficiencia total del sistema de riego se obtuvo del producto del promedio de la eficiencia de conducción por el promedio de la eficiencia de aplicación.

Se concluyó que la eficiencia del sistema es de 29 por ciento, siendo sus componentes: eficiencia de conducción 72 por ciento y eficiencia de aplicación de 40 por ciento. La deficiente aplicación se debe principalmente al exceso de aplicación de agua en las parcelas por cada riego y de riego por inundación, las pérdidas de agua por conducción se deben a grietas en plantillas y pizarras de los canales y a compuertas mal cerradas.

Se recomienda principalmente que se debe revisar y reparar constantemente los canales y organizar a los usuarios de la Unidad a fin de adiestrarlos en las prácticas de riego.

Este trabajo de investigación se realizó durante la temporada de riego 86-87.

1. INTRODUCCION

En Guatemala actualmente se encuentran en operación cinco distritos de riego, agrupando dentro de los mismos veinticuatro Unidades de Riego con los cuales se pretende cubrir un área potencial de 14,398 hectáreas, todas susceptibles a ser regadas por sistemas de riego por gravedad o bombeo-gravedad, observándose que a la fecha en ninguna Unidad se ha logrado cubrir el área estimada.

El problema anterior es originado por muchos factores, los cuales pueden encontrarse desde la planificación hasta la entrega de servicios del proyecto de riego.

Estos problemas son característicos de la totalidad de las diferentes Unidades de Riego del País, haciéndose evidente un mal aprovechamiento de recursos agua-suelo-planta, así como un desconocimiento del beneficio potencial de riego. Chupina (1979).

Según el boletín estadístico No. 11 del año 1982-83 de la Dirección Técnica de Riego y Avenamiento, el Distrito de Riego VI, dentro del cual se encuentra ubicada la Unidad de Riego de Atescatempa, posee 1927 hectáreas potenciales de riego, prestando servicio únicamente a 1060 hectáreas en forma instantánea máxima mensual, que corresponde a un 55%, lo cual evidencia que se encuentra operando por debajo de las metas establecidas. Continuando con el mismo boletín estadístico se observa que en la Unidad de Riego Atescatempa se invirtió un tercio de millón de quetzales para su construcción y que actualmente se gasta como presupuesto de funcionamiento anual aproximadamente Q30,000.00, pero sin embargo se constató --

que de las 256 hectáreas potenciales de riego que posee el proyecto únicamente se le dió servicio de riego a 98 hectáreas en forma instantánea máxima mensual durante el año en mención lo que equivale a un 38% de lo estimado.

No obstante lo anterior, en la Unidad de Riego Atescatempa durante la temporada de referencia benefició a 61 familias de usuarios, las cuales generaron por concepto de valor de producción con la utilización del riego Q341,346.50 lo que pone de manifiesto la importancia del proyecto para el - desarrollo agrícola, económico y social de la Región.

Todo lo anterior demuestra claramente que existen deficiencias operacionales en el sistema de riego y algunos de los factores que inciden en la baja cobertura del área a regar son las pérdidas de agua que se observan en - la conducción, distribución y aplicación del agua de riego, por lo que el presente trabajo pretende investigar las eficiencias de estas actividades, a fin de proponer algunas soluciones al problema y contribuir a hacer un uso racional del agua.

La eficiencia de riego de un sistema se determina mediante la cuantificación de las eficiencias de conducción y aplicación del agua de riego, el producto de ambas eficiencias expresado en porcentaje reflejará el grado de aprovechamiento del agua y permitirá plantear recomendaciones y algunas - soluciones para mejorar el uso de este vital recurso natural.

2. JUSTIFICACION

En la actualidad se hace aún más necesario aprovechar al máximo los recursos naturales existentes, pues el crecimiento continuo de la población demanda de la misma manera alimentos para su desarrollo, siendo el riego una excelente solución para el incremento de la producción, entonces es absolutamente necesario hacer un uso racional de la cantidad de agua que se conduce - desde la fuente a la tomagranja y aplicarla a las parcelas en cantidades medidas de acuerdo a la necesidad de cultivo y características físicas del suelo, pues evitando las pérdidas de agua que ocurren en los canales de conducción, las que ocurren por escorrentía y percolación profunda en la aplicación a nivel de campo cultivado se logrará incrementar el área de riego, elevando la producción agrícola y beneficiando a un mayor número de familias rurales.

2. J U S T I F I C A C I O N

En la actualidad se hace aún más necesario aprovechar al máximo los recursos naturales existentes, pues el crecimiento continuo de la población demanda de la misma manera alimentos para su desarrollo, siendo el riego una excelente solución para el incremento de la producción, entonces es absolutamente necesario hacer un uso racional de la cantidad de agua que se conduce - desde la fuente a la tomagranja y aplicarla a las parcelas en cantidades medidas de acuerdo a la necesidad de cultivo y características físicas del suelo, pues evitando las pérdidas de agua que ocurren en los canales de conducción, las que ocurren por escorrentía y percolación profunda en la aplicación a nivel de campo cultivado se logrará incrementar el área de riego, elevando la producción agrícola y beneficiando a un mayor número de familias rurales.

3. O B J E T I V O S

3.1 GENERALES:

Conocer el funcionamiento de la Unidad de Riego Atescatempa respecto a la conservación, manejo y uso del agua.

3.2 ESPECÍFICOS:

3.2.1 Determinar la eficiencia de conducción en el sistema de distribución de agua.

3.2.2 Cuantificar la eficiencia de aplicación de agua a nivel parcelario.

3.2.3 Formular posibles soluciones para el buen funcionamiento del sistema de riego Atescatempa.

4. REVISION DE LITERATURA

4.1 GENERALIDADES SOBRE EL RIEGO SUPERFICIAL:

Riego es definido por Israelsen y Hansen (1979), como la aplicación artificial de agua al suelo con el fin de suplir la humedad necesaria a las plantas para su desarrollo.

El sistema de riego superficial es el más difundido y utilizado en todas partes donde se practican sistemas de regadío y data de miles de años antes de Jesucristo, encontrándose que en la actualidad ha habido muy poca variación en su uso.

La utilización del riego superficial consiste en conducir el agua desde la fuente hacia los campos de riego y dejarla que fluya por gravedad en los mismos.

Cuando se realiza el riego superficial el agua se infiltra lentamente en el suelo hasta llegar a una capacidad de retención cuya profundidad será determinada por el tiempo de riego, caudal, condiciones físicas y topografía del suelo. Golberg (1975).

El riego superficial posee los sistemas que mayores pérdidas de agua ocasiona su uso. El escurrimiento y la percolación hacia la formación acuífera constituyen sus pérdidas principales en los regadíos, pero estas pérdidas pueden disminuirse por medio de un sistema diseñado en forma adecuada, pudiendo utilizarse irrigación en bombeo de flujo de retorno o la nivelación exacta del terreno lo cual elimina prácticamente el escurrimiento así como la selección adecuada de la "Relación del cause y longitud de curso" - puede reducir un buen número de pérdidas por percolación. Bishop (1974).

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. Juárez (1985).

Tanto en el riego superficial como en cualquier otra forma de aplicación del agua, y con el fin de obtener un máximo aprovechamiento de la irrigación, es necesario plantearse y resolver en forma adecuada las interrogantes siguientes: Cisneros (1986).

Cuanto, cuándo y cómo regar.

Explicándose de una forma más amplia de la siguiente manera:

Cuánto: Es la cantidad de agua que se debe aplicar expresado como una lámina de riego (cm., mm., pulgada).

Cuándo: Se refiere con que intervalo de tiempo habrá de aplicar determinada lámina.

Cómo: Que se refiere a la forma de como ha de aplicarse el riego según las condiciones del área.

El riego superficial es el de mayor uso en el país debido a que su costo de inversión es relativamente bajo, a que las fuentes de agua disponibles son adecuadas, los sistemas y exigencias de mercado, los sistemas de siembras tradicionales de los cultivos y las costumbres de la gente. Gundersen (1979).

El riego superficial es clasificado de la siguiente manera, 1/

1. Inundación total

- 1.1 Bordos (melgas)
- 1.2 Rectangular o cuadros (tasas, cheques)
- 1.3 Bordos siguiendo curvas
- 1.4 Canales (regaderas) que siguen curvas a nivel

2. Inundación parcial

- 2.1 Surcos
- 2.2 Corrugaciones

4.1.1 DISTRIBUCION DEL AGUA EN SISTEMAS DE RIEGO SUPERFICIAL

La distribución del agua es una actividad que comprende dos fases.

- a) Entrega de agua a nivel de unidad, zona y sección.
- b) Entrega de agua propiamente al usuario.

1/ SANDOVAL, J. 1982. Riegos y drenajes I. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. (Apuntes del curso) s.p.

La primera constituye la distribución del agua dentro de la infra estructura de riego y que se refiere a los gastos de agua por unidad de tiem po que se necesita diariamente en determinado lugar, es requerido por perso-
nal encargado de las entregas de agua. La segunda fase corresponde a la
descarga de agua servido a nivel parcelario.

Motta (1977), indica que para la planificación de la distribución del agua debe poseerse un amplio conjunto de conocimientos que deben conju-
garse armónicamente con todos los elementos que se dan en un distrito de rie-
go. La importancia de planificar la distribución del agua de riego implica
la necesidad de conservar el recurso y adquiere mayor relieve donde constitu-
ye un factor limitante, por lo que hay que considerar muy concienzudamente,
en que medida, forma, tiempo y donde utilizarse el agua para proporcionarle
en forma equitativa de acuerdo a las necesidades de los cultivos y usuarios.

En la programación de la distribución del agua, se debe contemplar
la formulación de planes de cultivo y riego y en función de estos la elabora-
ción de planes de distribución, para la formulación de éstos dos últimos pla-
nes se debe poseer una sólida preparación técnica y en conocimiento cabal de
las constantes de la Unidad de Riego, tales como: Volúmenes medios mensua-
les, precipitación media anual, coeficiente de riego, requerimiento de agua
de los diferentes cultivos, época de riego, número de riego, etc.; y tam-
bién la forma en que debe operarse la Unidad de riego.

4.1.2 METODOS DE DISTRIBUCION DEL AGUA DE RIEGO

Según Gundersen (1979), en la actualidad se reconocen tres mé
todos generales de distribución y entrega de agua, y un cuarto método que es

una combinación de los tres primeros.

1. METODO DE FLUJO CONTINUO

Consiste en que un volumen fijo fluye constantemente durante la temporada de riego. Es un método que no requiere personal especializado para su aplicación, pero por el contrario se utilizan grandes descargas de agua ocasionando grandes desperdicios y bajas eficiencias de aplicación.

2. METODO ROTATIVO

Implica el riego por turnos, siguiendo un calendario fijo preparado con anticipación a la época de riego, en base a la frecuencia exigida por los cultivos, el clima y los suelos.

3. METODO POR DEMANDA O SOLICITUD

La entrega de agua se hace por requerimiento del usuario, quien recibe la lámina de agua que necesita su cultivo, estos requerimientos se pueden entregar en forma parcial o total pero una vez completado su pedido ya no tendrá derecho a más agua.

A los tres métodos anteriores, se objeta que en vista de que el propósito que se persigue al diseñar los sistemas de riego es obtener eficiente capacidad en los canales, que permita el riego efectivo de los cultivos la experiencia no permite recomendar ninguno de estos tres métodos para la distribución y entrega del agua, por lo que se propone un cuarto método, - siendo el siguiente:

4. METODO DE ROTACION MODIFICADA

Es un método que resulta de la combinación de los anteriores, el cual se usa con muy buenos resultados, en la actualidad en los Estados Unidos de Norteamérica, pues permite maximizar la eficiencia en el riego de los cultivos. La descripción detallada de éste método es expuesto por William Gundersen en riego y manejo de agua, (1978).

4.1.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL RIEGO SUPERFICIAL

VENTAJAS

1. Inversión inicial es relativamente baja, comparada con otros sistemas de riego.
2. Costo de aplicación bajo, si se poseen grandes caudales.
3. Es adaptable a cultivos inundados.

DESVENTAJAS

1. Requiere grandes volúmenes de agua.
2. Pérdidas de agua por conducción.
3. Altas pérdidas de agua en aplicación parcelaria debido a escorrentía y percolación profunda.
4. Bajas uniformidades de distribución a Nivel de parcela.
5. Aplicable a terrenos planos o con leve pendiente.

4.2 EVALUACION DE LA EFICIENCIA DE UN SISTEMA DE RIEGO SUPERFICIAL

El movimiento del agua desde la fuente de abastecimiento hasta llegar al cultivo, a lo largo de un sistema de riego, se identifica como tres operaciones por separado: Conducción, Distribución y Aplicación de Campo.

Bishop (1974).

Conducción: Es el movimiento del agua a través del canal principal y canales o tuberías laterales o secundarios hasta las tomas o compuertas de los terciarios.

Distribución: Es el movimiento del agua a través de los canales o tuberías terciarias y cuaternarios hasta la compuerta o toma de campo.

Aplicación de campo: Es el movimiento del agua desde la compuerta o toma de campo al cultivo.

Para evaluar las pérdidas de agua en un sistema de riego, según Israelsen y Hansen (1979). El primer concepto utilizado fue el de eficiencia - de conducción y aplicación, expresado por estos autores como rendimiento de transporte y suministro de agua.

4.2.1. EFICIENCIA DEL SISTEMA (ES):

La eficiencia de un sistema de riego es el producto de la eficiencia de conducción por la eficiencia de aplicación. Juárez (1985).

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

E_s = Eficiencia del sistema (%)

E_c = Eficiencia de conducción (%)

E_a = Eficiencia de aplicación (%)

Refiriendose a la eficiencia que presenta el riego superficial, Golberg (1975), señala que en proyectos que se supone han sido planificados, diseña -

dos y operados apropiadamente, la eficiencia ha oscilado entre 34 y 70%, con un promedio aproximado del 48%. En países subdesarrollados, las eficiencias del riego alcanzan aproximadamente del 20 al 30%.

Merrian y Keller (1979), propone tomar en consideración los siguientes criterios para evaluación simple de riego por surcos.

1. Si está el suelo suficientemente seco para comenzar el riego, la demora o retención en la entrega del agua 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 ésta a su vez podría generar ambientes ideales para la propagación de plagas y enfermedades.

2. Si está el suelo lo suficiente húmedo para cortar el riego. En otras palabras, si ha infiltrado la adecuada pero no excesiva lámina de agua sobre el terreno. Si se ha distribuido lateralmente la humedad del suelo con la suficiente amplitud.

3. Si ha sido el agua uniformemente distribuido a lo largo del surco, generalmente se logra una excelente descarga si la misma al aplicarse alcanza la parte final del surco, sin introducir erosión, en un tiempo correspondiente a un cuarto ó a un tercio del tiempo de riego. La mitad del tiempo de riego es frecuentemente económico.

4. Si existe demasiada escorrentía al final (de cola), una pequeña cantidad de agua que se estanque o que se escurra por el extremo final del surco es muy común en las operaciones practicadas. El agua de escorrentía de cola puede rescatarse usando un sistema de reutilización por recirculación.

5. Si es el abastecimiento de agua y el sistema capaz de una entrega de agua para el uso eficiente y conveniente de tanto agua como labor. El abas

tecimiento debería ser lo suficientemente grande y flexible tanto en la descarga como en la duración. Los gastos en los surcos deberían ser adecuada-- mente grandes para obtener un avance rápido y además controlado de tal forma que se puede regular, ya sea reduciendolos o cortándolos completamente cuando es comunmente como es el caso cuando el déficit de humedad en el suelo (DHS), quedo satisfecho. La descarga en el surco debe ser adecuada para que el rega dor pueda manejar el abastecimiento, debería ser lo suficientemente grande -- también como para mantenerlo ocupado y lograr una labor económica.

4.2.2. EFICIENCIA DE CONDUCCION

La eficiencia de conducción se define por la relación que existe entre el agua entregada al final del canal y el agua derivada al inicio.

$$Ec = \frac{Q_2}{Q_1} \times 100 \text{ ec. 2}$$

DONDE:

Ec = Eficiencia de conducción en %

Q_1 = Caudal derivado al inicio del canal en m³/seg

Q_2 = Caudal entregado en el final del canal m³/seg

En los canales de cualquier proyecto ocurren pérdidas de agua por evaporación directa (cantidad mínima) y por filtración a través de los canales de riego. El volumen que se pierde por filtración de los canales de pende de las características hidráulicas de los mismos. Gundersen (1979).

4.2.3 EFICIENCIA DE APLICACION

Eficiencia de aplicación es la relación que existe entre el agua almacenada en la zona radicular y el agua aplicada a la parcela durante el riego. Se expresa por la fórmula siguiente:

$$Ea = \frac{Ln}{Lb} \times 100 \dots\dots \text{ec. 3}$$

DONDE:

Ea = Eficiencia de aplicación (%)

Ln = Lámina neta requerida por el cultivo en cms.

Lb = Lámina bruta aplicada a la parcela, en cms.

Espinoza (1972), señala que la aplicación del agua en forma deficiente ocasiona desperdicios, además de que si se aplica muy anticipadamente causará perjuicios al suelo y a la planta, de igual manera que se aplica con retraso cuando el contenido de humedad del suelo ha descendido del punto en que la planta no puede extraer agua suficiente para abastecer sus necesidades.

4.2.4 UNIFORMIDAD DE DISTRIBUCION

Uniformidad de distribución es un concepto para evaluar la habilidad de un sistema de riego en aplicar el agua uniformemente en las parcelas, es definida como la relación entre la lámina de riego promedio infiltrada del cuarto inferior y la lámina de riego promedio infiltrada. La lámina promedio infiltrada del cuarto inferior es el valor promedio estimado del cuarto más bajo escogido entre los valores los cuales presentan un área

igual de campo. Bishop (1979).

$$UD = \frac{LPICI}{LPI} \dots\dots \text{ec. 4}$$

UD = Uniformidad de distribución

LPICI = Lámina promedio de agua infiltrada del cuarto inferior.

LPI = Lámina promedio de agua infiltrada.

La uniformidad de distribución es un útil indicador de los problemas de distribución. Un valor bajo de UD indica que ocurrirá excesivas pérdidas por percolación profunda si se abastece del riego adecuado en toda el área.

4.2.5 EFICIENCIA DE APLICACION DEL CUARTO INFERIOR (EaCi)

Es la relación entre la altura de la lámina promedio de agua infiltrada y almacenada en la zona de raíces del cuarto inferior y la altura de lámina promedio de agua aplicada. La altura de la lámina promedio infiltrada en el cuarto inferior es el valor promedio o estimado del cuarto más bajo escogido entre los valores de cada uno de los caules representan un área igual de campo. Bishop (1979).

$$EaCi = \frac{LPICi}{LPA} = \frac{DfH}{LPA} \dots\dots \text{ec. 5}$$

La eficiencia de aplicación del cuarto inferior es una positiva varian

te a la eficiencia de aplicación en razón a que incluye concepto de uniformidad y apropiado riego. Cuando se requiere lavaje, la lámina de infiltración deseada en el cuarto inferior será el déficit de humedad del suelo más el requerimiento de lavaje. Cuando se desea un máximo retorno por unidad de área, la lámina infiltrada deseada en el cuarto inferior puede ser menor que la deficiencia de humedad en el suelo $(D_H)_f$

Es de tomar en consideración que las eficiencias de un 100% no siempre son las más conveniente, ya que las plantas suelen obtener las mayores cantidades de agua de la parte superior de la zona radicular que de la inferior, además de que alcanzar eficiencia de distribución y aplicación de un 100% es muy difícil y muy cara por lo que esas eficiencias no siempre darán los mejores resultados. Israelsen y Hansen (1979).

4.2.6 EVALUACION DE LA UNIFORMIDAD DE DISTRIBUCION

EVALUACION SIMPLE

Las técnicas de evaluación simple proporcionan una información muy útil para identificación y corrección de problemas de operación.

Merriam y Keller (1979). Propone el siguiente método para realizar la evaluación simple en la aplicación y distribución de agua por el método de surcos.

4.2.7 METODO DE EVALUACION SIMPLE

Equipo necesario:

1. Un barreno

2. Una sonda de suelos

Procedimiento de Campo:

Mediante la utilización de un barrenos se muestra el suelo previo a la aplicación del riego para conocer el déficit de humedad del suelo (DFH) agua necesaria para llevar el suelo a capacidad de campo o sea la diferencia entre el contenido del agua del suelo y capacidad de campo.

Dicho muestreo se hace por estratos de cada cuarto en que se divide la longitud de los surcos pudiendo ser de 30 cms. (o lo que corresponda según la profundidad radicular del cultivo). Se conoce la profundidad radicular del cultivo para la época de crecimiento y se calcula el déficit permitido de manejo (Dpm), es el déficit deseado de contenido de humedad en el suelo al momento del riego, en base a un 60%.

Lo apropiado del riego se determina en el campo con exactitud bastante aceptable usando una sonda metálica (varilla) durante el riego, la sonda debe ser usada en la parte superior y el parte final de varios surcos para determinar el frente de humedecimiento, la sonda penetrará muy fácilmente en donde el suelo esté casi saturado y con cierto grado de resistencia cuando se hace penetrar en el frente de humedecimiento. El chequeo con la sonda debe hacerse durante el riego y verificarse en forma frecuente hasta el final para determinar cuando cortar el riego y esto se hará cuando el suelo esté suficientemente húmedo.

4.2.8 AVANCE - RECESION

A la vez que se obtiene la uniformidad de infiltración en el suelo se puede obtener la relación de avance, Aragón (1979). La relación de a vance indica la buena o deficiente uniformidad de infiltración de agua en el

suelo, dicha relación viene dada por el tiempo de avance, t_{av} . necesario -- para que el agua alcance el final del surco y el tiempo de duración del riego, T_r . necesario para que la lámina de agua deseada se infiltre en cualquier punto. Si esta relación es aproximadamente de 1:4, se puede obtener una excelente uniformidad. Bishop (1979).

Formula a utilizar.

$$Ra = \frac{T_{av}}{T_r} \dots\dots \text{ec. 6}$$

Ra = Relación de avance

T_{av} = Tiempo de avance del riego hasta el final del surco

T_r = Tiempo de riego

RECESION

Es el tiempo que tarda el agua en desaparecer a lo largo del surco luego que se ha cortado el suministro en la entrada del mismo.

4.3. PLANIFICACION, DISEÑO, OPERACION Y MANTENIMIENTO DE PROYECTO DE RIEGO

4.3.1 PLANIFICACION DE PROYECTO DE RIEGO

Para la planificación de un sistema de riego debe conocerse los factores que afectan el diseño en la superficie que va a regarse. Deben estudiarse esos factores, tales como los suelos, la topografía, los --- cultivos específicos, el agua disponible, las instalaciones con que se cuenta y los equipos de construcción y labranza que están disponibles. Una vez

conocidos los factores anteriores se podrá crear un diseño adecuado en toda la extensión de riego en el área en las debidas proporciones, sin causar daños a los suelos y evitar el desperdicio excesivo del agua. Departamento - de Agricultura (1972).

Con el riego superficial se observan eficiencias muy bajas, influyendo también factores de tipo social tales como, que se planifica, diseña y se pone en operación un proyecto de riego sin un análisis profundo de las necesidades de los futuros usuarios, así como también se deja de lado su nivel - de conocimiento de riego de ahí que al no existir un proceso educacional antes y después de puesto en operación el sistema el agricultor continúa con sus prácticas tradicionales que inciden en bajas eficiencias de riego, bajas producciones, pérdida de suelo por erosión y sub-utilización general de la infraestructura de la red hidráulica y de la potencialidad del riego.

Martinez (1985), expone que la división de Recursos Hidráulicos ha llevado a cabo la investigación de proyectos en una forma un tanto desordenada y apresurada, sin la colaboración o consulta de otras instituciones afines, ni coordinación interna que asegura la participación de los varios departamentos que conforman la misma; además que esta forma de operar se debe a la falta de planes de trabajo en las etapas de planificación, construcción, operación, mantenimiento y desarrollo del área de riego. Debido a éstas circunstancias han resultado las unidades de riego que tienen que ser operadas con muchos problemas, heredados de estudios insuficientes, en los cuales no se tuvieron en cuenta las alternativas de operación del proyecto, aquí se reconoce el efecto multiplicador de un factor no tomado en cuenta al inicio de la investigación del proyecto, que puede causar más tar

de un daño en la operación y mantenimiento del mismo proyecto.

4.3.2. DISEÑO Y OPERACION DE PROYECTOS DE RIEGO

Grassi (1975), estima que los factores fundamentales del diseño y operación de las obras de riego y que a la vez determinan la cantidad de agua necesaria se pueden agrupar en: 1. Climáticos, 2. Edáficos, 3. De diseño, construcción y reparación de obras, 4. Agroeconómicos, 5. Legales, Institucionales y Humanos.

La operación de un proyecto de riego no debe conceptuarse como un manejo del agua como una técnica unilateral, sino como un conjunto de las tecnicas de cultivo, y que por lo tanto se requiere una concordancia entre la infraestructura física para el mejoramiento agrícola, la aplicación de técnicas de cultivo y conjuntamente con estas la aplicación del manejo de agua. Takamiya (1974), citado por Martínez (1985).

Masaya (1976), analiza las deficiencias operacionales de los sistemas de riego en Guatemala y expone, que estos son atribuidos a una inadecuada -- planificación de los proyectos, puesto que no se consideren en su debida forma, aspectos importantes tales como: Institucionales, legales, de diseño, técnicas de riego, técnicas agrícolas de mercado y experiencia del usuario, factores que en el futuro del proyecto causaran consecuencias que pudieran causar conflictos de grandes proporciones.

Para hacer un buen aprovechamiento del agua de riego es necesario diseñar bajo los criterios siguientes: Ramírez (1986).

- Almacenar el agua en la zona radicular.
- Lograr una aplicación relativamente uniforme de agua, logrando

- que esta permanezca un tiempo establecido en todos los puntos.
- Minimizar la erosión, haciendo variar los caudales.
 - Minimizar la ecorentía, o usar recidaje del agua.
 - Minimizar la percolación profunda.
 - Disminuir la superficie del terreno no utilizable para riego.
 - Utilizar la menor cantidad de mano de obra posible.
 - Adaptar la geometría y dimensiones del terreno lo mejor posible.
 - Acomodar el sistema de riego de acuerdo a suelos, topografía y cultivos.
 - Facilitar el uso de maquinaria agrícola.

4.3.3 MANTENIMIENTO DE PROYECTOS DE RIEGO

La actividad operacional de un proyecto de riego, controla la obtención del agua y su entrega al Usuario. Gundersen (1979), para que ésta actividad se realice en forma satisfactoria es imprescindible darle un adecuado mantenimiento a la infraestructura de riego a fin de minimizar las pérdidas de agua tanto en la conducción como en la distribución de la misma.

La conservación o mantenimiento de un sistema de riego se define como el conjunto de operaciones tendientes a mantener en condiciones óptimas de servicio y conforme a sus características de diseño, las obras, equipos e instalaciones que constituyen el distrito de riego (o Unidad de Riego).

La conservación de un distrito de riego tiene por objetivo mantener - las obras de un estado tal que funcionan efizcamente siempre que se requiere.

Para lograr esa situación es necesario seguir el proceso siguiente:

1. Localizar deterioros.

- Determinar sus causas.
- Evaluar la reparación.
- Evaluar la obra.
- Efectuar la reparación.

5. METODOLOGIA

5.1 CARACTERISTICAS GENERALES DE LA UNIDAD DE RIEGO

5.1.1 UBICACION

La unidad de Riego se encuentra ubicada en el Municipio de Atescatempa, Departamento de Jutiapa, a 174 Kms. de la Ciudad Capital a 9 Kms. de San Cristobal Frontera con El Salvador, la carretera se encuentra asfaltada hasta este lugar, de aquí a Atescatempa la carretera es de terracería transitable todo el año. El municipio se encuentra definido por la intersección de las coordenadas geográficas 14° 12' Latitud Norte y 89° 24' Longitud Oeste del meridiano de Greenwich siendo su altura el nivel del mar de 720 Mts. Ver Figura No.1.

5.1.1 ECOLOGIA

- a) Clima: Según Thornwhite (1984), le corresponde a un clima cálido sin estación fría bien definida, húmeda con vegetación predominante de bosque y con invierno seco (A' a' Bi).
- b) Precipitación media anual registrada durante los años 1983 a 1985, es de 1,374.00 mm.
- c) La temperatura media anual es de 24.98°C.
- d) Vegetación: La vegetación predominante de pastos naturales, leguminosos arbustivos y arboreas; siendo los cultivos principales por área ocupada para la temporada 86-87, Frijol: -

FIGURA No. 1

MAPA DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA Y LOCALIZACION GEOGRAFICA DEL DEPARTAMENTO DE JUTIAPA Y MUNICIPIO DE ATESCATEMPA QUE MUESTRA EL LUGAR EN DONDE - ESTA UBICADA LA UNIDAD DE RIEGO.



49.15 Has., Cebolla 37.50 Has., Maíz para Elote 9.13 Has.,
y pasto 3 Has.

- e) Agua: La Unidad de Riego posee como fuente principal de abastecimiento el río Atescatempa del cual se puede derivar un caudal mayor de 150 Lts./Seg. en el mes de noviembre, bajando durante la época de estiaje (abril a 85 Lts./Seg.) Posee cinco pozos como fuente subterránea con caudal total de 135 Lts./Seg. Monterroso (1975). En la actualidad son utilizados en forma muy eventual, por lo que la única fuente con la que se riega es el río Atescatempa.
- f) Suelos: Los suelos de acuerdo a la clasificación a nivel de reconocimientos pertenecen a la serie Suchitán en un 95% y 5% Mongoy, Simons y Tarano (1979). A nivel de clasificación semi detallada es la siguiente, Dirección de Recursos Naturales y Renovables (1972).

	I.	Clase agrológica I
I	L.	Suelos sin riego

L	II	1. Suelos alta productividad
		1. Bajo costo para hacerlos productivos

5.1.3 GENERALIDADES SOBRE LA OPERACION DE LA UNIDAD

La Unidad de Riego cuenta con dos zonas de riego: 1. Zona de Bombeo, con cuatro Bombas marca goulds motores Allis Chalmer y con capacidad de descarga de 135 Lts./Seg., pero debido a que su operación y mantenimiento resulta demasiado cara y a que los gastos corren por cuenta de los usuarios,

58

este sistema se encuentra fuera de funcionamiento. Su área potencial se estima en 150 Has. 2. Zona de gravedad, abastecida por el río Atescatempa y en períodos críticos por una bomba auxiliar ubicada a la par del canal principal, esta bomba se usa muy poco pues su operación y mantenimiento es oneroso y el usuario interesado en usarla debe cubrir los gastos, su aporte al caudal total es de 24 Lts./Seg. Para el presente trabajo se considera solo el aporte de -- caudal del río Atescatempa. El área potencial de esta zona es de 150 Has., para la presente temporada se cubrió con área instantánea máxima mensual de 98. 78 Has.

En la Unidad de Riego el agua es entregada a nivel de parcelas por cuatro canaleros, quienes trabajan en parejas con turnos de veinticuatro por veinticuatro horas, estos se encargan de entregar el agua al Usuario desde la fuente hasta la tomagranja de la parcela de acuerdo a un turno preestablecido por el programador en forma empírica sirviéndole al usuario un caudal promedio de 21 Lts./Seg., durante cuatro horas por manzana, con una frecuencia de riego de ocho días para Maíz, Frijol y Tomate, para la Cebolla de 5 días. Al usuario a quien no le alcanza el tiempo para regar su parcela o que no pudo regar el día que le corresponde, se le proporcionará en horas disponibles al final de la jornada diaria de riego.

La Unidad no cuenta con ninguna red hidrométrica de caudales derivados y entregados por lo que el canalero entrega el agua al cálculo según la experiencia que posee, aunque es de mencionarse que Merck (1984), realizó es calas para el canal principal, algunos secundarios así como tomagranjas pero no se han instalado en la actualidad.

Lo anterior hace evidente que en la práctica se entregan volúmenes

demasiado grandes a cada parcela originando como consecuencia pérdidas de agua por escorrentía y percolación profunda así como erosión en los terrenos, tal - como se puede observar en los datos proporcionados por los cuadros Nos. 6 y 7 de este trabajo.

Según datos proporcionados por el Jefe de Unidad, en Abril de 1987 se aforó el canal principal derivando todo el río Atescatempa, lo cual dió un caudal de 75 Lts./Seg., lo que comparándolo con el área potencial estimado por la Dirección de Riego y Avenamiento en Abril de 1984 de 110 Hectáreas asumiendo -- teoricamente 1 Lts./Seg./Ha./24Hrs., dicho caudal resulta insuficiente.

Por último cabe mencionar que el sistema de riego para aplicación del agua es por inundación, aún cuando los cultivos son sembrados y orientados en surco pero al momento de distribuir el agua en la parcela esta rebalsa los bordes de los surcos inundando todo el terreno hasta que el agua se infiltra o -- drena de los campos.

5.2. MUESTREO DE POBLACION

Para evaluar la eficiencia total del sistema de riego, es necesario determinar la eficiencia de conducción y de aplicación de agua a nivel parcelario, el producto de ambas proporciona la eficiencia del sistema.

El número de Usuarios para la presente temporada es de setenta y -- nueve por lo que para evaluar la eficiencia de aplicación en cada parcela se seleccionó una muestra sin disminuir la precisión del trabajo.

Para la determinación del tamaño de la muestra se empleó la ecuación siguiente:

$$M = \frac{N}{Nd^2 + 1} \dots\dots\dots \text{ec. 7}$$

3P

Donde: M: Muestra a estudiar

N: Tamaño total de la Población

d: Grado de precisión permisible (0.15)

El grado de precisión varía en un rango de 0.05 a 0.15, los cuales son estadísticamente aceptables, para valores menores que 0.05 es mejor hacer un censo de población y para valores mayores que 0.15, proporciona una muestra de poca significancia.

5.3 CENSO A USUARIOS Y ENTREVISTA A JEFE DE UNIDAD

Este censo se realizó con la finalidad de determinar los conocimientos que los usuarios tienen respecto al uso y manejo del agua de riego, esta boleta se puede observar en el apéndice. La boleta para el Jefe de Unidad se realizó con el propósito de conocer aspectos generales de tipo técnico como administrativo, véase boleta y resultados en el apéndice.

5.4 EFICIENCIA DE CONDUCCION

El cálculo de esta eficiencia permite conocer el porcentaje del volumen de agua entregada a la tomagranja respecto a el derivado en la fuente.

Para su determinación se aforó el agua que circulaba en los canales al inicio y al final de los mismos, tanto en el canal principal como en los secundarios, para esta medición se seleccionó un punto donde el tirante de agua fuera constante y el flujo sin turbulencia, debido a que la profundidad de los canales no excede de un metro, se utilizó el método que para estos casos se recomienda, que es el de oforo a 6/10 de profundidad. El trabajo

jo se efectuó mediante un molinete que proporciona la velocidad del agua mediante la aplicación de su respectiva fórmula, se coloca en el canal de tal manera que sus aspas queden perpendicular al recorrido del agua, ver figuras Nos. 2 y 3.

Para el cálculo de los caudales conducidos se utilizó la siguiente ecuación:

$$Q = A \times V \dots\dots\dots \text{ec. 8}$$

Donde:

Q: Caudal en metros cúbicos por segundo.

A: Area de la sección del canal en el punto de aforo en metros cuadrados.

V: Velocidad del agua en metros por segundo, obtenida con el molinete.

5.4.1 CALCULO DE EFICIENCIA DE CONDUCCION

Para el cálculo de la eficiencia de conducción se utilizó la ecuación No. 2 de este trabajo. Este cálculo se realizó para cada canal de la unidad siendo en total once canales.

Para obtener el promedio de la eficiencia de conducción de los canales de la unidad se obtuvo a través de una media ponderada, debido a que las pérdidas de agua que ocurren en cada uno se ven influenciadas por la longitud de cada canal, utilizándose para el caso la fórmula que a continuación se describe:

FIGURA 2. ESQUEMA QUE INDICA LA POSICION DEL MOLINETE, EN UN CANAL TRAPEZOIDAL

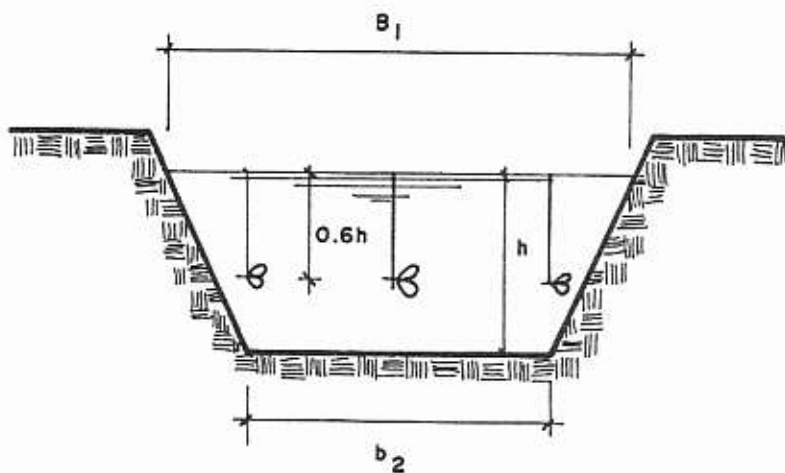
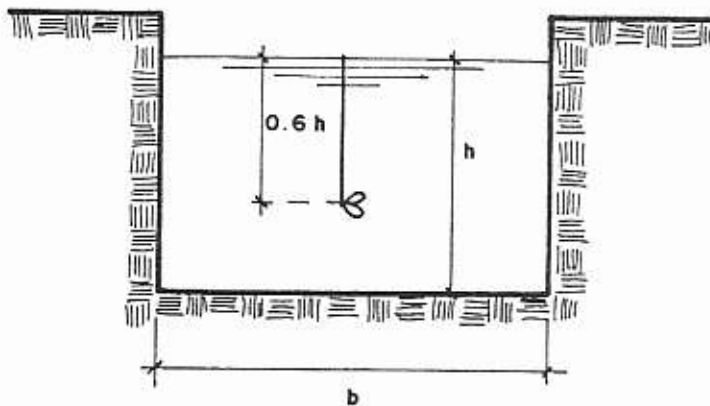


FIGURA 3. ESQUEMA QUE INDICA LA POSICION DEL MOLINETE, EN UN CANAL RECTANGULAR



$$\bar{X}_p = \frac{\sum_{i=1}^n X_i W_i}{\sum_{i=1}^n W_i} \dots\dots\dots \text{ec. No. 9}$$

Donde:

$\bar{X}_p$: Promedio ponderado

X_i : Valor de la variable expresada en % (% de conducción)

W_i : Peso asignado a cada variable (Longitud de cada canal)

La forma de la sección de los canales y su capacidad según aforo se muestra en la figura No. 4 y la distribución de canales en puntos de aforo se muestra en la figura No. 6.

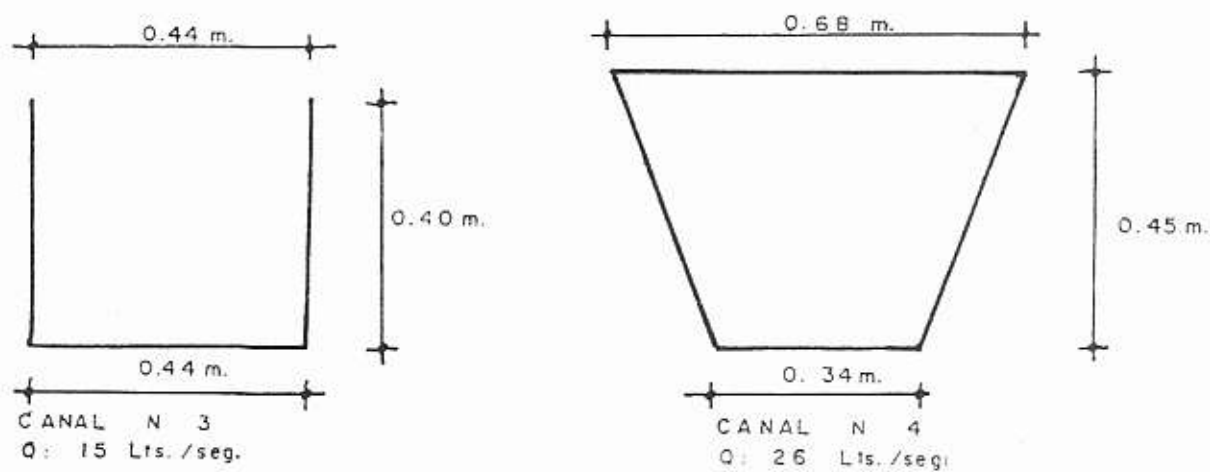
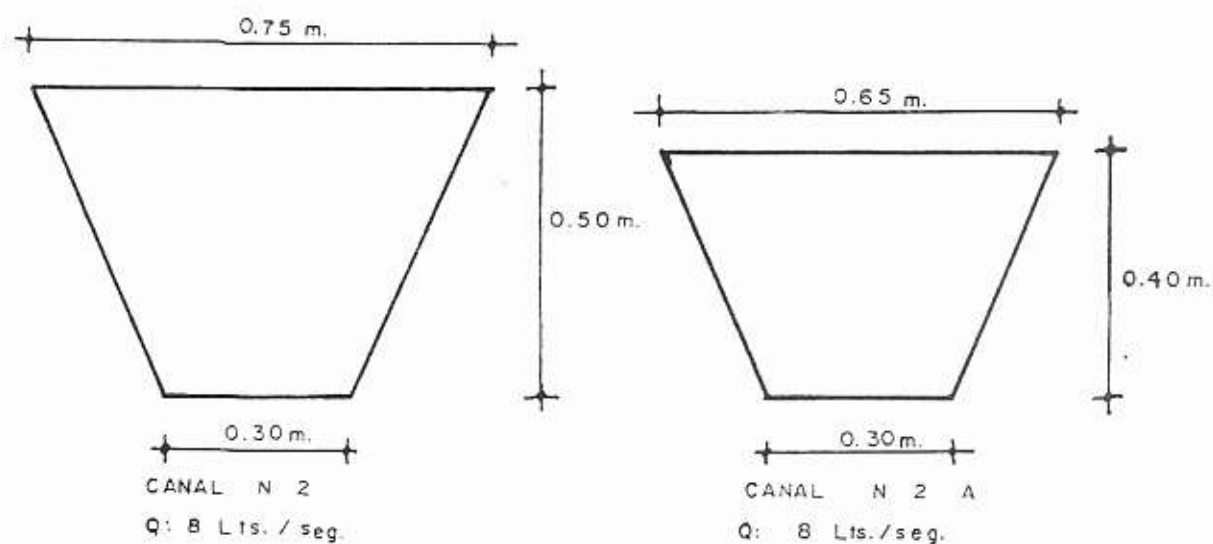
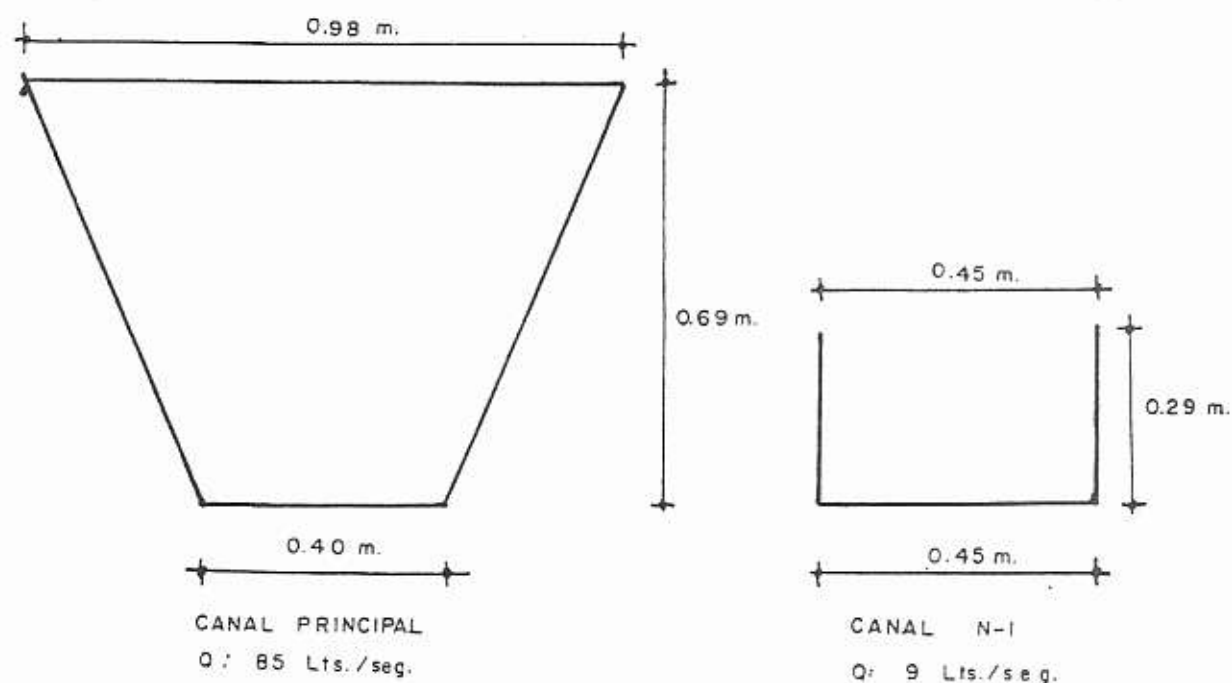
5.5 EFICIENCIA DE APLICACION

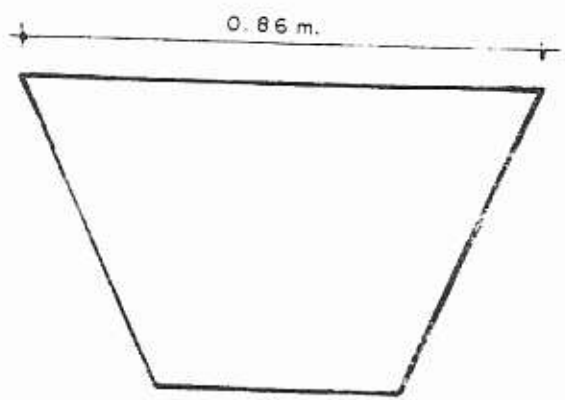
Proporciona el porcentaje de agua que se logra almacenar en la zona radicular del cultivo respecto a el total aplicado a la parcela durante el riego.

Esta eficiencia se calculó en las parcelas obtenidas del muestreo - estadístico, siendo veintiocho a los cuales se les hicieron las siguientes determinaciones:

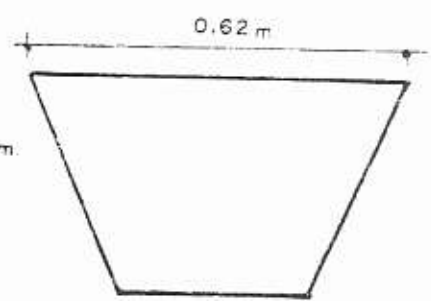
5.5.1 AFORO DE CAUDALES DE ENTRADA Y SALIDA EN LAS PARCELAS

FIGURA No. 4 SECCION DE CANALES DE LA RED HIDRAULICA



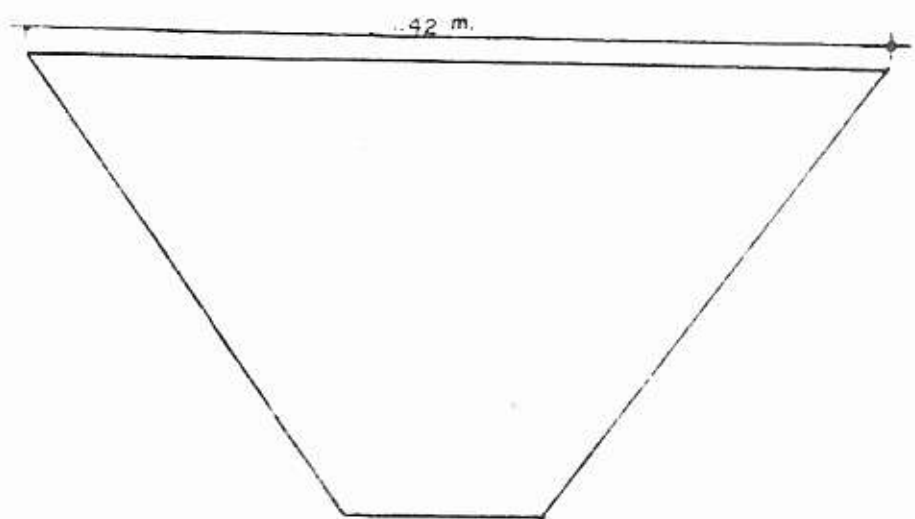


CANAL N - 5
Q: 0 Lts / seg

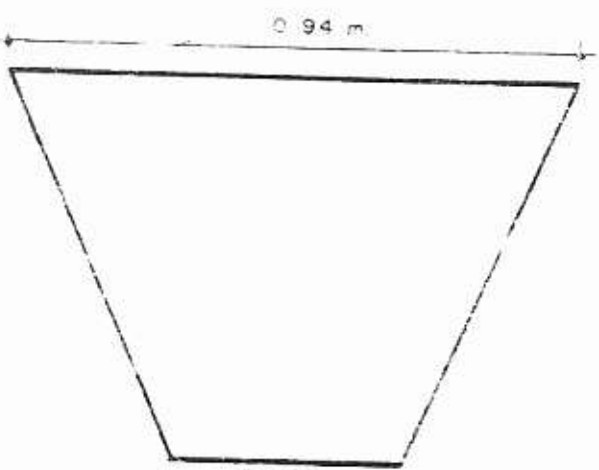


CANAL N - 5 - A
Q: 8 Lts / seg

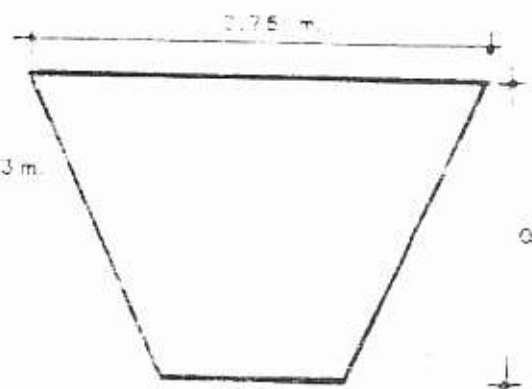
0.36 m



CANAL S - 1
Q: 58 Lts / seg



CANAL S - 1 - A
Q: 43 Lts / seg



CANAL S - 1 - A - 1
Q: 8 Lts / seg

0.50 m

Los caudales de entrada (Láminas brutas aplicadas) se midieron por medio de un aforador ballofet, previamente calibrado, éste se colocó en la entrada de la parcela en el canal regadera. La medición de los caudales que se pierden por escorrentía se efectuó mediante la utilización de un aforador tipo Parshall, haciendo converger las aguas en un solo desagüe, cuando habían dos salidas se usaron dos aforadores. Las características del aforador Parshall se muestran en el manual de medición de agua de riego, del Departamento de Agricultura, E.E.U.U. (1972).

La ecuación que se define a el aforador Ballofet, se expresa de la siguiente manera: Pino Pérez (1978).

$$Q = 1.230 \ B \ H^{3/4} \ \dots\dots \text{ec. 10}$$

Donde:

Q: Caudal en m³/seg.

B: Ancho del aforador en metros

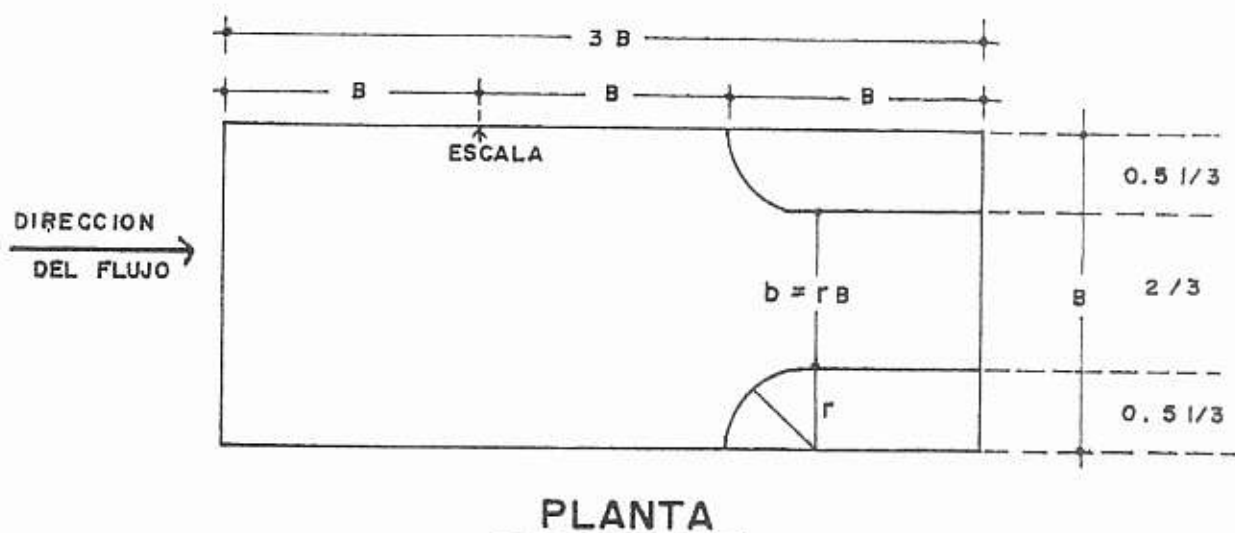
H: Altura del agua en la escala de la pared del aforador en metros.

El Ballofet es una estructura fuerte que se adapta muy bien a las condiciones de campo, fácil de construir y de utilizar, su forma y dimensión se muestra en la figura No. 5.

5.5.2 CALCULO DE EVAPOTRANSPIRACION

FIGURA No. 5

FORMA Y DIMENSION DEL AFORADOR BALLOFET.



$3B$ = LONGITUD EN cms., 90 cms.

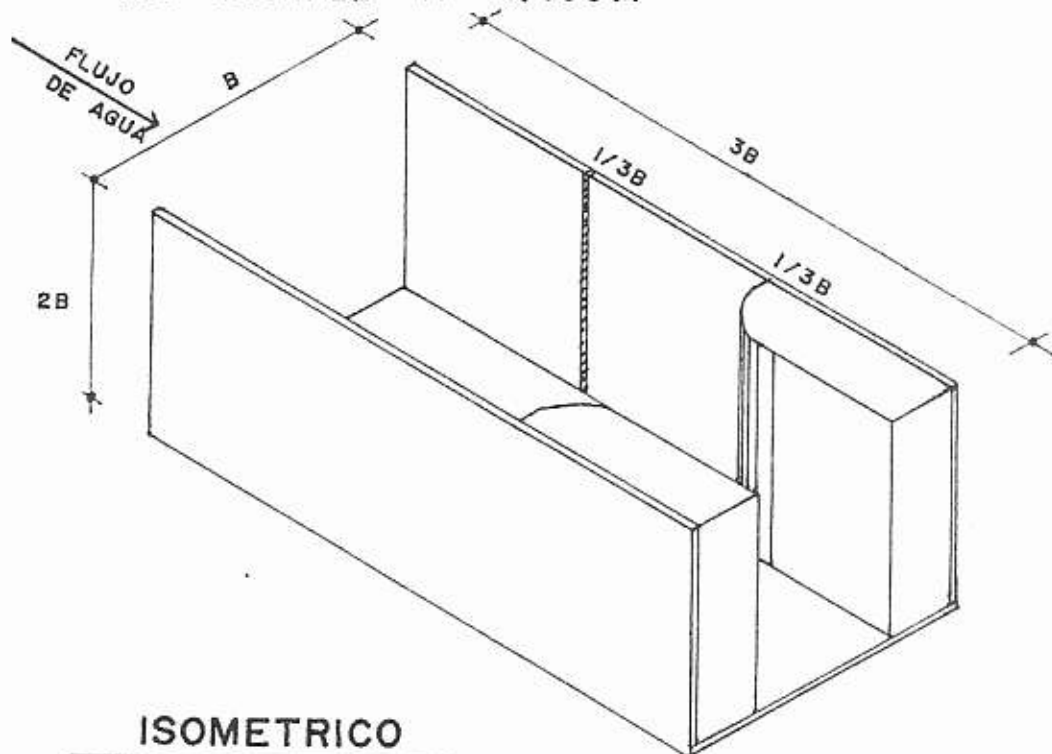
B = ANCHO SECCION DE ACCESO EN cms. 30 cms.

b = GARGANTA (rB) 20 cms.

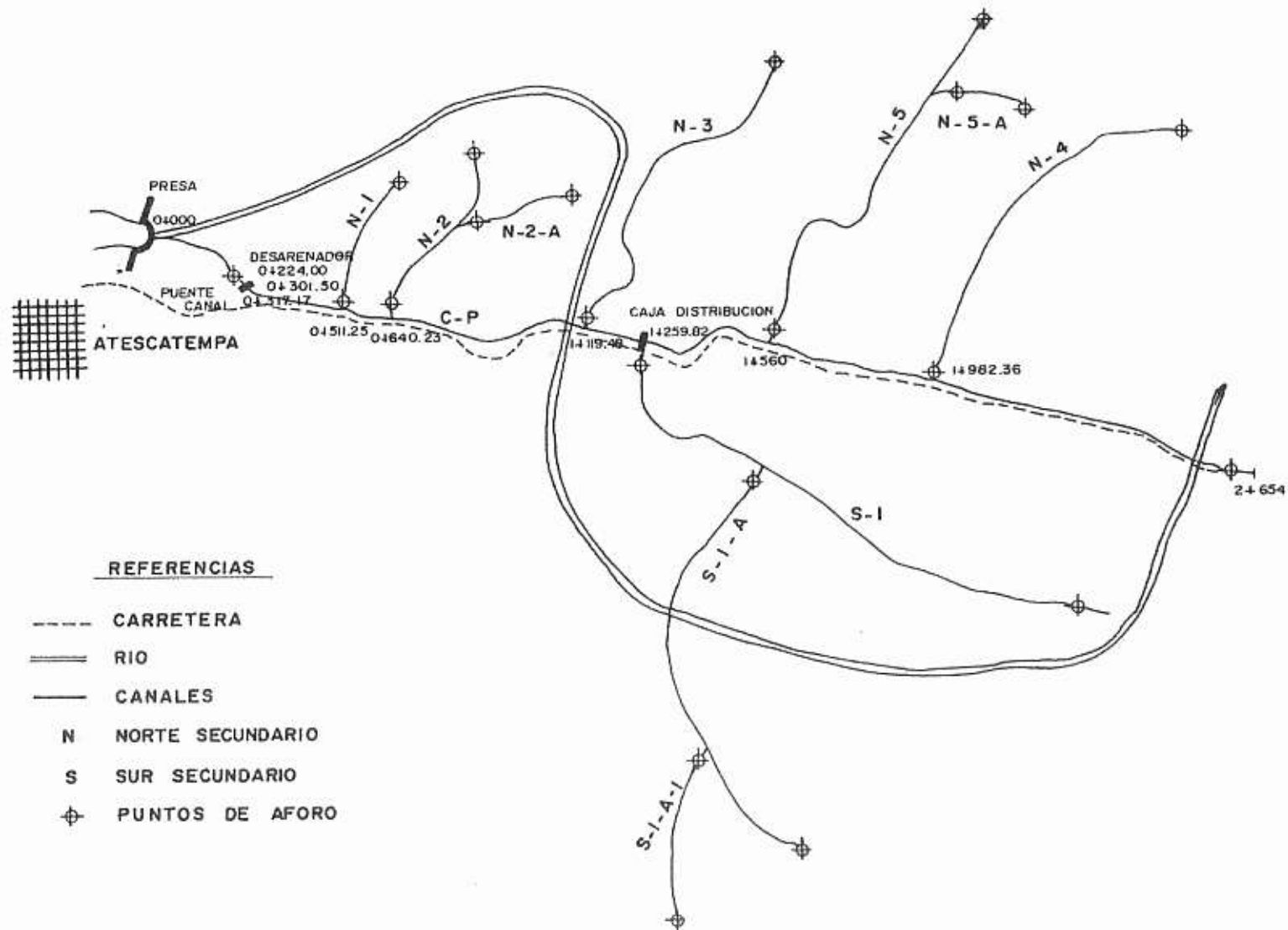
r = RELACION DE CONTRACCION $\frac{b}{B}$, 0.666

$2B$ = ALTURA MAXIMA, 40 cms.

$\frac{1-r}{2} B$ = ANCHO DE ABULTAMIENTO Y RADIO DE CURVATURA, 5 cms.
QUE EQUIVALE A 0.1667.



CROQUIS DE LA RED HIDRAULICA DE LA UNIDAD DE RIEGO Y PUNTOS DE AFORO



La evapotranspiración fue calculada por el método de Blaney y Criddle modificado por Phelan, requiriendo de datos tales como temperatura media mensual, promedio mensual del porcentaje de radiación solar, respecto al total anual, utilizándose la ecuación siguientes:

$$Et = KF \dots\dots\dots \text{ec. 11}$$

DONDE:

Et: Evapotranspiración en milímetros

K : Coeficiente emírico de Et. del cultivo, por ciclo,

$$K = Kc \cdot Kt$$

Kc: Coeficiente del período de crecimiento del cultivo.

Kt: coeficiente climático relacionado con la temperatura media del aire, $Kt = (0.2397 + 0.312 \text{ } t^{\circ}\text{C.})$

F: Factor mensual de evapotranspiración del cultivo

$$F = (0.457T^{\circ}\text{C} + 8.13) \text{ } p$$

Donde:

$t^{\circ}\text{C}$ = Temperatura media mensual en grados centígrados.

p = Promedio mensual del porcentaje de radiación solar con respecto al total anual.

Con estos datos se obtuvo el requerimiento del cultivo por ciclo y

requerimiento promedio por día, multiplicando la frecuencia de riego del cultivo por el requerimiento de riego promedio por día se calculó la lámina neta de reposición. Los cuadros Nos. 11 y 12 del apéndice muestran el cálculo de evapotranspiración para los cultivos sembrados en la Unidad de Riego.

5.5.3 CALCULO DE LA EFICIENCIA DE APLICACION

La eficiencia de aplicación se calculó usando la ecuación No. 3. Constituyendo la lámina neta requerida el producto del requerimiento de evapotranspiración por día por la frecuencia de riego de cada cultivo, esta lámina neta se dividió entre la lámina bruta aplicada a la parcela (caudal de entrada), obteniéndose así la eficiencia de aplicación.

5.6 EVALUACION DE LA APLICACION DE AGUA EN LAS PARCELAS

De la cantidad total de agua aplicada en las parcelas (Lb), solamente una parte es aprovechada por las plantas y esto aún cuando no a todas les llega la misma cantidad de agua si el riego no fue lo suficientemente eficiente como para mojar bien hasta el final del surco, otra parte del agua se pierde por acción de la gravedad percolándose hacia la capa freática y una tercera parte se pierde al final de los surcos escurriéndose del terreno.

Con los estudios siguientes se muestra y cuantifica el comportamiento del agua aplicada en las parcelas.

5.6.1 UNIFORMIDAD DE DISTRIBUCION

Para evaluar la uniformidad de distribución del agua a lo largo del surco, se efectuó en forma similar al método de evaluación simple, con la variante de que en lugar de determinar la lámina a reponer mediante el pre-muestreo de suelo, se utilizó como lámina de reposición la lámina neta que equivale a un 50% del total de la humedad aprovechable en el suelo, para verificar la profundidad a que llegó la humedad en el suelo después del riego se utilizó una sonda metálica de 1.20 metros de largo, la cual se hizo penetrar en los cuatro cuartos en los que se dividió la longitud del surco, y determinar si el riego fue lo suficiente bueno para alcanzar una buena uniformidad de distribución.

5.6.2 EFICIENCIA DE APLICACION EN EL CUARTO INFERIOR (EaCi)

Esta eficiencia se determinó a través de la medición de la profundidad de humedecimiento en el cuarto inferior después de efectuado el riego y conociendo la lámina promedio aplicada que equivale al 50% del total de la humedad aprovechable, se aplica la ecuación No. 5 obteniéndose el valor en porcentaje, para determinar la profundidad de humedecimiento se usó una sonda metálica de 1.20 metros de profundidad.

5.6.3 MEDICION DEL AVANCE Y RECESION DEL AGUA APLICADA

AVANCE: El avance del frente del agua en la parcela fue determinado mediante la colocación de estaciones a lo largo del surco, midiendo el tiempo que tardó en llegar el agua a cada estación, desde el inicio hasta el final del mismo.

RECESION: El tiempo de recesión se obtuvo utilizando las mismas estaciones y consiste en medir el tiempo que tarda la cola del agua en infiltrarse en el suelo en cada punto observando después de que se ha cortado el suministro del caudal en la entrada de la tomagranja parcelaria. Con estos datos se obtiene las curvas de avance y recesión que indican la forma en que se comporta el agua durante su recorrido en el surco y el tiempo de oportunidad de infiltración así como la relación del avance que indica el valor de uniformidad de distribución.

5.6.4 MUESTREO DE SUELOS

Se realizó con un barreno de tipo helicoidal o de tornillo de 1.20 metros de longitud, con los siguientes fines:

- a) Muestreo con fines de riego para conocer las características físicas y constantes de humedad del suelo, se realizó por estratos de 0.40 hasta 1.20 metros, lo cual permite conocer la lámina capaz de almacenar el suelo y que puede ser disponible para las plantas (humedad aprovechable) y a la vez la lámina reposición con un umbral de riego del 50%.

El presente muestreo, se realizó a las profundidades indicadas pues, Gundersen (1979) estima que el aumento de la profundidad radicular varía entre 30 - 40 cms., por mes de crecimiento activo de las plantas, por lo que la profundidad radicular alcanzada en la mayoría de cultivos es de 0.50 a 1.50 metros de profundidad total, además de que en el 50% del tamaño de longitud de crecimiento de las raíces se encuentra el 70% de desarrollo

de las mismas.

La lámina capaz de almacenamiento del suelo se determinó mediante la ecuación que a continuación se describe:

$$La = \frac{(cc - pmp)}{100} \cdot Da \cdot Pr \dots\dots\dots \text{ec. 12}$$

Donde:

La = Lámina capaz de almacenar el suelo, en cms.

cc = Capacidad de campo en porcentaje

pmp= Punto de marchites permanente, en porcentaje

Da = Densidad aparente, en grs/cms³

Pr = Profundidad radicular, en cms.

En el primer riego cuando el suelo se encuentra seco se aplica la lámina total que el suelo puede almacenar, pero una vez establecida la plantación a partir del segundo riego para evitar que la planta tenga que realizar esfuerzos grandes para obtener suministro de agua, se aplicará una lámina de reposición cuando se halla consumido un 50% de la humedad almacenada en el suelo disponible para las plantas, siendo este porcentaje conocido como umbral de riego, quedando la ecuación No. 12 de la forma siguiente:

$$Lnr = Ur \frac{(cc - pmp)}{100} \cdot Da \cdot Pr \dots\dots \text{ec.13}$$

Donde:

Lnr: Lámina neta de reposición, en cms.

Ur: Umbral de riego en porcentaje (%)

La determinación de las constantes de humedad y constantes físicas del suelo fueron realizadas en el laboratorio de suelos de la Dirección Técnica de Riego y Avenamiento (DIRYA), en la ciudad capital.

b) MUESTREO DE SUELOS PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD ANTES Y DESPUES DEL RIEGO.

Cuando se hace evaluación de eficiencia de aplicación se requiere además de medidas de entrega y salidad de agua en el campo, también de medidas de control de humedad en el suelo antes de cada riego, que permite verificar si es oportuno regar y si el riego fue tan bueno como para proveer al cultivo de la lámina requerida.

Para conocer el contenido de humedad en el suelo se usó el método gravimétrico, que requiere de balanza analítica, horno y cajas de aluminio, la determinación se efectuó de la siguiente manera:

$$PS = \frac{Psh - Pss}{Pss} \cdot 100 \dots\dots\dots \text{ec. 14}$$

Donde:

Ps: Contenido de humedad en el suelo, en porcentaje

Psh: Peso del suelo húmedo, en grs.

Pss: Peso del suelo seco, en grs.

El muestreo se efectuó a profundidades de 00 a 80 cms. antes y a 36

horas después del riego.

5.6.5 VELOCIDAD DE INFILTRACION

Permite hacer las siguientes evaluaciones:

- a) Conocer la velocidad de infiltración de una lámina de agua relacionada con el tiempo, siendo la velocidad de infiltración decreciente respecto al tiempo.
- b) Infiltración acumulada.
- c) Tiempo de infiltración de determinada lámina y viceversa.
- d) Lámina de percolación profunda.

La velocidad de infiltración en cada parcela fué determinada mediante el método de entradas y salidas, se graduó la tomagranja para dejar entrar un caudal constante, se tomaron para la prueba tres surcos, a los que se les aplicó caudales iguales, en el surco de enmedio de la entrada se colocó un aforador tipo Parshall (Wsc) y luego a 30 metros de longitud sobre el surco se colocó un segundo aforador Wsc., se tomaron datos en el primer aforador para saber el caudal de entrada y en el segundo para conocer el caudal de salida, así como el tiempo de recorrido. Se finalizó la prueba cuando el caudal de entrada y el de salida poseían muy poca diferencia entre sí, lo cual se debe a que el comportamiento de la infiltración es decreciente respecto al tiempo y la lámina infiltrada tiende a ser constante.

Los parámetros de la ecuación de infiltración calculadas por el modelo de Kastyakow Lewis, que se define así.

$$I = Kt^n \dots\dots\dots \text{ec. 15}$$

Donde:

I = Velocidad de infiltración expresada en cm/hora.

K = Parámetro que representa la cantidad de infiltración durante el intervalo inicial.

n = Parámetro que indica el comportamiento de la infiltración respecto al tiempo.

t = Tiempo en minutos.

Para el cálculo de los parámetros K y n, se cambia la ecuación anterior mediante procedimientos matemáticos de forma exponencial a lineal, por medio de una función logarítmica, quedando la ecuación de la manera siguiente:

$$\text{Log } I = \text{Log } K + n \text{ Log } t \dots\dots\dots \text{ec. 16}$$

Mediante el empleo de ecuaciones simultáneas, se calculan los parámetros mencionados.

El procedimiento de cálculo de la velocidad de infiltración se ejemplifica en el apéndice, cuadro No. 9.

Los parámetros K y n también pueden ser calculados por el método -- gráfico en papel logarítmico, lo cual resulta muy práctico y de mayor facilidad, los parámetros calculados se observan en el apéndice, cuadro No. 10.

5.6.6 DETERMINACION DE LAS PERDIDAS POR PERCOLACION PROFUNDA.

El agua perdida por percolación profunda es aquella que por acción de la gravedad se infiltra por debajo de el agua retenida, por la zona radicular del cultivo, y pasa a formar parte de los acuíferos terrestres, éstas ocurren cuando se aplica una cantidad mayor que la lámina neta requerida por el cultivo según su período de crecimiento radicular. Se determinan de la siguiente manera:

$$P_p = L_b - (L_n + L_e) \dots\dots\dots \text{ec. 17}$$

Donde:

P_p : Lámina perdida por percolación profunda, en cms.

L_b : Lámina bruta aplicada a la parcela, en cms.

L_n : Lámina de reposición, según el requerimiento de riego del cultivo (eut)

L_e : Lámina escurrida del terreno en cms.

5.6.7 ANALISIS POR INTERVALO DE CONFIANZA

Este análisis se efectuó con el propósito de obtener un parámetro estadístico que permita definir un rango que agrupe los valores de eficiencia de aplicación y conducción y conocer cuanto es la diferencia aceptable hacia el lado superior e inferior de la media con un nivel de significancia del 95%, para tal efecto se utilizó la fórmula siguiente:

$$IC_{1-\alpha} = \bar{X} \pm t_{\alpha/2} \sqrt{\frac{S^2}{N}} \dots\dots \text{ec. 18}$$

Donde:

$IC_{1-\alpha}$: Intervalo de confianza a 95% de significancia

$\bar{X}$: Media aritmética

t : Valor tabular de "t" ($t_{\alpha/2}$)

N : Número de elementos de la muestra

S : Desviación standar

Para la eficiencia de conducción se usó media ponderada en lugar de media aritmética.

5.7 DETERMINACION DE LA EFICIENCIA TOTAL DE RIEGO

La eficiencia total de riego del sistema se efectúa mediante la aplicación de la ecuación No. 1 de este trabajo.

5.8 ANALISIS DE LA CALIDAD QUIMICA DEL AGUA

Para conocer la calidad química del agua se tomaron dos muestras de agua de un litro cada una. La primera se tomó en la fuente de derivación - del río Atescatempa y la segunda en el canal de conducción a 2,000 Mts., de la fuente en época de verano.

El análisis fue efectuado en el laboratorio de agua y suelo de la Dirección de Riego y Avenamiento, determinándosele el porcentaje de sodio soluble y la relación de absorción de sodio (RAS).

Finalmente en el apéndice cuadro No. 14 se presenta el listado de propietarios por parcela y su ubicación en el área de riego, para que pueda ser de utilidad para futuras investigaciones.

6. RESULTADO Y DISCUSION

Mediante el presente trabajo de investigación se llegó a determinar la eficiencia total del Sistema de riego de la Unidad Atescatempa, la cual es de -- 29%.

La eficiencia total se divide así:

- Eficiencia de Conducción 72%
- Eficiencia de Aplicación 40%

La eficiencia media de conducción se encuentra en un nivel bajo, pues 3/10 de agua se pierden entre el caudal derivado en la fuente y el caudal servido en la tomagranja. Variando los valores de cada canal entre 65 y 98%, se observa que solo cuatro canales poseen eficiencias abajo de 79%.

Los Canales que poseen las eficiencias mas bajas, son: Central Principal (CP) que conduce la mayor cantidad de agua, mayor longitud, tomagranjas mal ubicadas y sin compuerta, y que intencionalmente en la entrada del Canal N-1 hay un usuario que mantiene mal cerrada su compuerta para regar pasto.

El S-1 y S-1-A, que son los canales secundarios más importantes, conducen el agua a velocidad muy lenta permitiendo la permanencia de mayor tiempo de flujo en un mismo punto, no poseen compuertas en sus tomagranjas y el S-1-A se mantiene con un buen tramo con agua estancada todo el tiempo debido a error de diseño.

N-3, posee velocidad muy lenta en su conducción y tomagranja sin compuerta.

Todas las pérdidas por conducción en los demás canales se ven afecta



dos por tomagranja sin compuerta, rajaduras en las pizarras y plantilla

Se observó que el canal S-1-A se encuentra en una parte de su longitud enterrado lo que impide regar su área correspondiente reduciendo el área regable de la unidad.

Los datos de eficiencia de conducción se observan en el cuadro No.

1.

CENSO A USUARIOS Y ENTREVISTA AL JEFE DE LA UNIDAD

El censo se realizó a los 79 usuarios de la unidad, con el objeto de recabar información de los conocimientos que poseen sobre el riego y la asistencia técnica que reciben, siendo sus resultados los siguientes:

La extensión que riega cada usuario se encuentra entre 0.35 y 1.4 -- Has., que corresponde al 97% y 3 Has., de pasto que hacen un 3.03% respecto al total. Mediante el uso de riego el 80% respondió que obtienen 3 cosechas por año mientras que el 20% que obtienen 4 cosechas por año, el 100% manifestó que antes de que se introdujera el riego obtenían solo 2 cosechas al año, por lo que claramente se ve una mejora en el incremento de la producción del área.

Cuando se les preguntó que instituciones del Sector Público Agrícola les brinda asistencia técnica manifestaron que, el 21% los asiste BANDESA mediante el crédito, el 5% recibe asesoría de DIGESA y ninguna otra institución les brinda otro servicio técnico. Ninguno posee problemas de comercialización debido a que se encuentra muy cerca El Salvador y comerciantes de allí vienen a comprarles sus productos, aún cuando los precios son fluctuantes por razones de oferta y demanda.

C U A D R O No. 1

EFICIENCIA DE CONDUCCION Y LONGITUD DE LOS CANALES DE UNIDAD DE RIEGO DE ATESCATEMPA, AFORADO EN JUNIO DE 1987.

C A N A L	EFICIENCIA DE CONDUCCION EN %	LONGITUD DE CADA CANAL EN MTS.
CP	70	2654
N-1	82	258
N-2	79	214
N-2-A	91	134
N-3	65	877
N-4	79	663
N-5	97	88
N-5-A	98	92
S-1	68	1285
S-1-A	72	1611
S-1-A-1	89	85
MEDIA PONDERADA DE LA EFICIENCIA DE CONDUCCION 72%		

CP: Central Principal

N: Norte

S: SUR

El 79% no usa Crédito Agrícola, el 100% no hace conservación de Suelos pero se evidencia la necesidad, pues los terrenos no están nivelados para el riego. Los problemas más comunes de sus cultivos los constituyen las Plagas y Enfermedades diversas.

El método de riego que utiliza es el Inundado en el 100% de los casos, aún cuando los cultivos son sembrados en Hileras, el método lo han aprendido con sus antecesores y amigos. El agua les es proporcionada por turno y el 100% manifiestan tener experiencia en riego, poseyendo un 65% más de diez años de trabajar con regadíos.

El 100% dice que no les dan asesoría en riegos, el 4% responde que se han instalado parcelas demostrativas, pero su efecto multiplicador no es visible, el 100% considera que el método de riego que se usa es el mejor por ser más fácil, rápido y práctico, el 100% considera rentable el uso del riego, el mismo porcentaje expone que no les enseñan a usar el agua.

El 76% manifiesta que les proporcionan el agua necesaria, así como el tiempo de riego.

Considera el 100% que no tiene preferencias en la Unidad en cuanto a dar el servicio de riego, El tiempo que les proporcionan es de 4 horas por manzana y que la cantidad de agua que les proporcionan es la misma no importando el cultivo, la frecuencia para todos los cultivos es de ocho días y solo para la cebolla es de cinco días, pero no porque la Unidad lo determine como una técnica sino que por experiencia, los usuarios así lo consideran.

El agua aplicada es al cálculo por el canalero, pues nadie mide el agua al aplicarla, únicamente por la experiencia que posee el canalero empleado de la Unidad y por señas que tienen en algunos canales y tomagranjas, sin embargo según aforos efectuados en las tomagranjas de las parcelas elegidas

por la muestra estadística del presente estudio, se obtuvo un promedio de 21 litros/segundo por manzana por 4 horas o proporcional a el área de riego.

El 90% considera que no se les erosiona el terreno con el riego, pero durante la aplicación del agua se hace con caudales grandes y se observan muchas pérdidas por escorrentía, así como pendiente inadecuada de los surcos lo que pone de manifiesto que ocurre erosión en el Suelo.

Responde el 100% que el mantenimiento a los canales es adecuado, el 100% manifiesta que existe Comité de Usuarios y que pertenecen a él, pero que no funciona bien pues se encuentra mal organizado.

Indican los usuarios en un 100% que el Jefe de la Unidad realiza reuniones con ellos con muy poca frecuencia y sólo se efectúan para tratar problemas sobre cuotas de riego y otros relacionados con la Unidad, manifiesta el 96% que su parcela posee desague (escorrentía de cola) en el 100% que no poseen problemas de encharcamiento y que no se le inunda la parcela en invierno.

Piensa el 100% que el pago de la cuota de riego es cara, aún cuando unicamente pagan Q36.00/año/manzana por el uso del agua, proporcionando la Unidad personal administrativo, de mantenimiento y materiales para el funcionamiento adecuado de la infraestructura de riego.

Se entrevistó al Jefe de la Unidad para conocer diferentes aspectos técnico-administrativo del manejo de la Unidad. Los resultados se presentan en la boleta en el apéndice.

De acuerdo a las respuestas obtenidas se hace evidente la necesidad de que se le brinde suficiente apoyo técnico-administrativo a la Unidad para que pueda resolver adecuadamente la problemática que se presenta y a la vez prestar un mejor y eficiente servicio a el usuario.

CALCULO DE LA EFICIENCIA DE APLICACION

Se calculó con los datos de lámina de reposición según el requerimiento de riego y lámina bruta, para el cultivo del frijol el promedio de eficiencia de aplicación es del 42% variando sus valores entre 30% como mínimo y 76% máximo.

Para el cultivo de la cebolla, se obtuvo el promedio de eficiencia de aplicación de 40%, siendo su valor más alto de 76% y su valor más bajo de 26%.

Cultivo de maíz, su eficiencia de aplicación promedio es de 34% variando entre 63% y 21% máximo y mínimo respectivamente.

En el cultivo del tomate se observó una eficiencia de aplicación promedio de 44%, como máximo 56% y como valor mínimo de 16%.

El promedio total de eficiencia de aplicación a la Unidad de riego es de 40% y en todo los casos se observa que las bajas eficiencias se deben a sobre aplicación de agua, se esta aplicando una lámina mayor que la requerida. Los datos obtenidos se pueden ver en el cuadro No. 2.

EVALUACION DE LA EFICIENCIA DE APLICACION

- Uniformidad de Distribución: Con la medición de la profundidad de la humedad que penetró en el suelo después del riego se comprobó la distribución de la humedad a lo largo del surco, permitiendo elaborar el perfil de humedecimiento que se muestra en la figura No. 7, ver cuadro No. 3, según se puede observar se pierde mucha agua por percolación profunda, por lo que el riego debe cortarse mucho antes de lo efectuado, siendo el valor de la uniformidad de distribución obtenido mediante la ecuación No. 4, de 70.21%,-

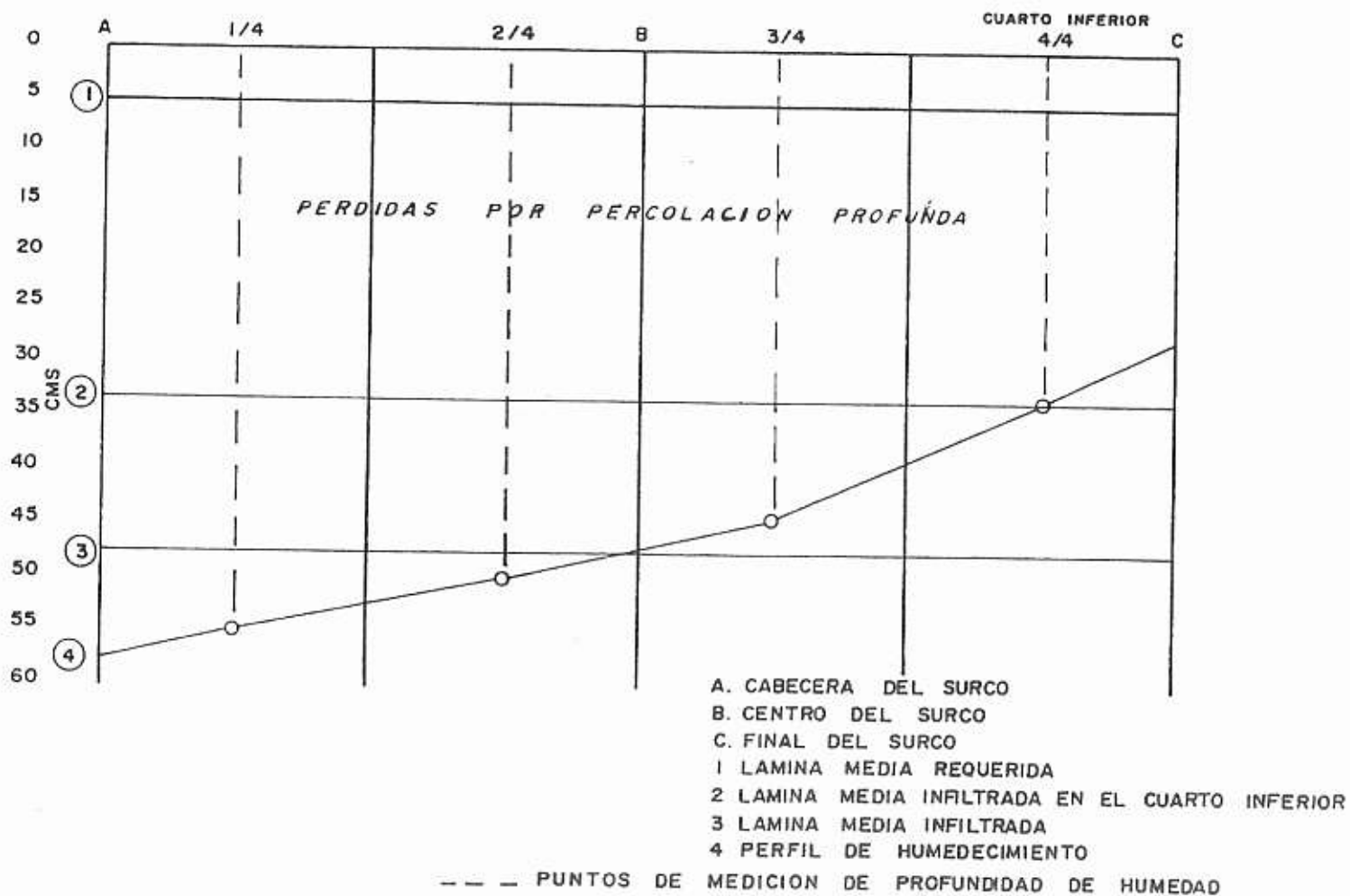
EFICIENCIA DE APLICACION DE AGUA POR PARCELA Y POR CULTIVO, ATESCATEMPA, 1987.

PARCELA	LAMINA DE REPOSICION(LN) SEGUN EL REQUER. RIEGO(EUT) CMS	LAMINA BRUTA APLICADA (LB) EN CMS.	EFICIENCIA DE APLICACION EN %	CULTIVO	EFICIENCIA DE APLICACION PROMEDIO POR CULTIVO EN %
1	2.53	6.98	36	frijol	42
2	2.53	3.43	76	"	
3	2.53	5.40	46	"	
4	2.53	5.43	47	"	
5	2.53	6.00	42	"	
6	2.53	7.40	34	"	
7	2.53	7.66	33	"	
8	2.53	5.90	43	"	
9	2.53	6.55	38	"	
10	2.53	8.30	30	"	
11	2.53	7.28	35	"	40
12	2.18	6.10	36	Cebolla	
13	2.18	7.97	31	"	
14	2.18	7.46	29	"	
15	2.18	4.24	51	"	
16	2.18	8.50	26	"	
17	2.18	7.65	28	"	
18	2.18	4.90	45	"	
19	2.18	2.86	76	"	
20	2.90	9.08	31	Maíz	34
21	2.90	4.64	63	"	
22	2.90	8.78	33	"	
23	2.90	14.86	20	"	
24	2.90	13.65	21	"	44
25	2.95	18.53	16	Tomate	
26	2.95	5.68	52	"	
27	2.95	5.75	51	"	
28	2.95	5.31	56	"	
PROMEDIO			40		

TODOS LOS DATOS CORRESPONDEN A PROFUNDIDAD DE 00 - 80 CMS.

FIGURA No. 7

PERFIL DE HUMEDECIMIENTO QUE MUESTRA LA UNIFORMIDAD DE DISTRIBUCION DEL AGUA A LO LARGO DEL SURCO.



DATOS PARA OBTENER EL PERFIL DE HUMEDECIMIENTO A PROFUNDIDADES DE MUESTREO HASTA 1.20 MTS. Y DE 1-2 HORAS DESPUES DEL RIEGO. ATESCATEMPA 1987.

PARCELA	PROFUNDIDAD DE HUMEDAD 1/4 EN CMS.	PROFUNDIDAD DE HUMEDAD 2/4 EN CMS.	PROFUNDIDAD DE HUMEDAD 3/4 EN CMS.	PROFUNDIDAD DE HUMEDAD 4/4 EN CMS.
1	65	58	52	40
2	70	63	44	35
3	42	39	34	22
4	66	59	43	33
5	71	64	56	40
6	66	59	55	43
7	58	51	47	34
8	59	52	46	31
9	50	46	41	31
10	61	55	51	40
11	71	67	55	41
12	66	60	54	38
13	41	38	34	21
14	45	43	36	27
15	38	35	30	22
16	50	47	43	35
17	56	50	45	30
18	64	58	52	47
19	59	53	47	40
20	60	52	43	35
21	40	37	33	23
22	54	50	45	32
23	62	57	51	46
24	41	34	30	23
25	43	40	36	24
26	47	42	37	25
27	52	49	41	32
28	55	50	45	40
PROMEDIOS	55	50	44	44

que resulta ser un valor bastante bajo debido a las pérdidas indicadas.

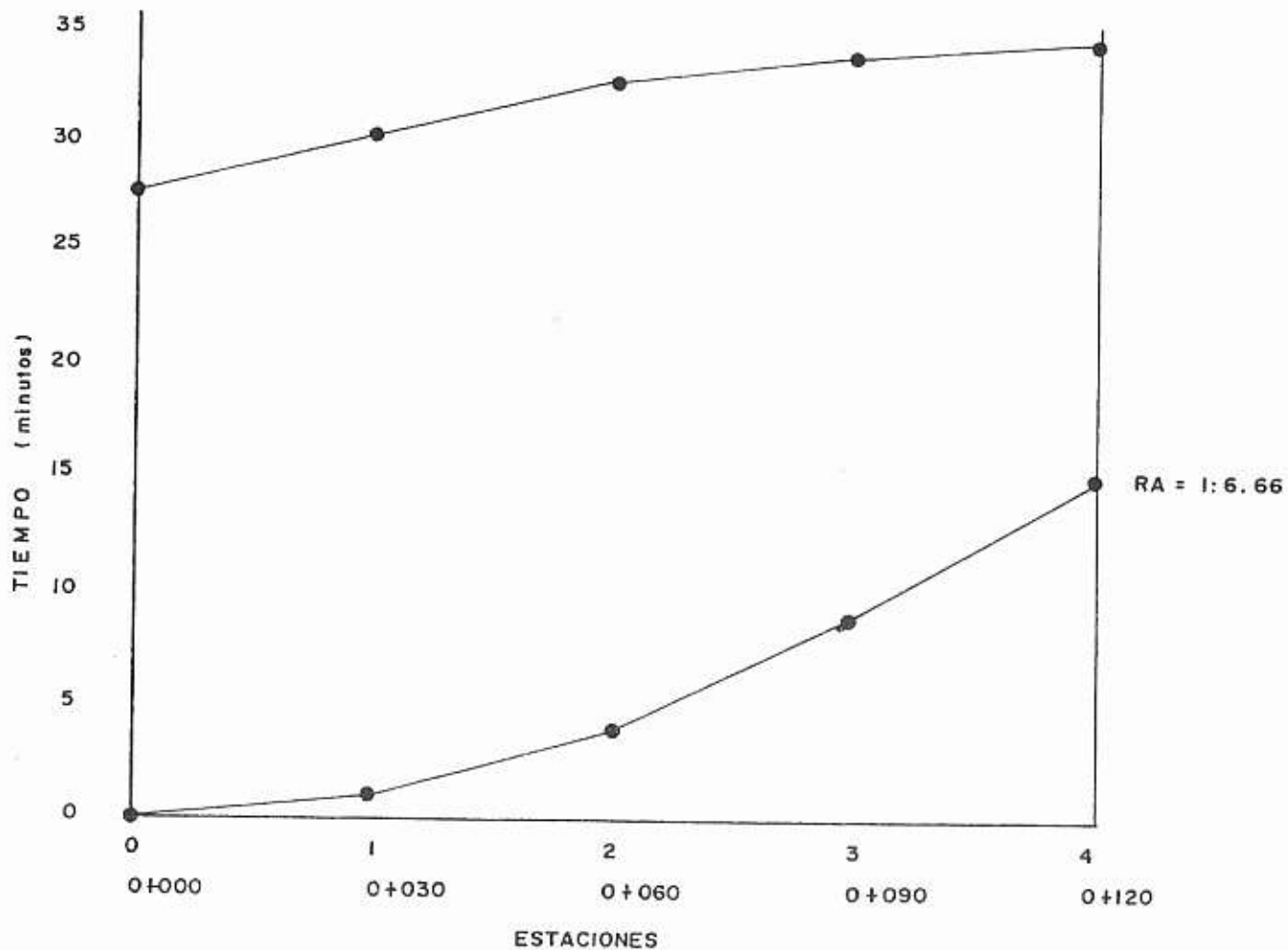
- La eficiencia de aplicación en el cuarto inferior (E_{aci}) que constituye el cuarto más importante a evaluar en el riego superficial, proporciona un valor de 18.21%, siendo demasiado bajo, lo que se debe al exceso de aplicación de agua perdiéndose demasiado volumen por percolación profunda.

- Avance-Recesión, mediante la medición del frente de avance y recesión se obtuvo sus respectivas curvas las cuales se muestran en la figura No. 8, que muestra el tiempo de oportunidad de infiltración de la humedad durante su permanencia en la superficie del surco. Mediante la medición del tiempo de avance y usando la ecuación No. 6 se obtuvo la relación de avance siendo ésta de 1:6.6, lo que indica que es un valor alto y que por lo tanto se está perdiendo agua por escorrentía y percolación profunda, lo adecuado sería obtener valores de 1:4 ó 1:3 para lograr una buena distribución de la humedad a lo largo del surco. El tiempo de avance fue de veintisiete minutos y el tiempo de riego fue de ciento ochenta minutos.

- Muestreo de suelos, con fines de riego, para conocer las constantes de humedad del suelo y sus características se realizó en estratos a profundidades de 0 hasta 1.20 mts., datos que fueron de utilidad para el cálculo de láminas aprovechables en el suelo, el cuadro No. 8 del apéndice muestra las constantes de humedad y el cuadro No. 4 muestra las láminas calculadas, el mismo cuadro permite demostrar el intervalo de riego real que debe de utilizarse y hace una comparación con la frecuencia de riego usada en la Unidad, observándose que en el 96.4% de los casos (27 del total de 28) se está aplicando el agua antes de que el cultivo lo requiera evidenciando pérdida de agua, se

FIGURA No. 8

CURVAS DE AVANCE Y RECESION



CUADRO No. 4

DATOS SOBRE LA LAMINA APROVECHABLE, LAMINA NETA DE REPOSICION, LAMINA DE REQUERIMIENTO DE RIEGO, INTERVALO PROMEDIO REAL Y FRECUENCIA USADA. ATES CATEMPA, 1987.

PARCELA	LAMINA APROVECHABLE PROFUNDIDAD 0-80 cm.	LAMINA NETA DE REPOSICION EN cm. UR=50%	LAMINA DE REQUERIMIENTO DE RIEGO PROM/DIA/CULTIVO en cm.	INTERVALO DE RIEGO REAL (días)	FRECUENCIA USADA EN DIAS
1	9.05	4.53	0.316	14	8
2	8.40	4.20	0.316	13	8
3	12.03	6.02	0.316	19	8
4	13.60	6.80	0.316	22	8
5	11.89	5.95	0.316	19	8
6	14.76	7.38	0.316	23	8
7	14.68	7.34	0.316	23	8
8	5.35	2.68	0.316	8	8
9	14.60	7.30	0.316	23	8
10	14.04	7.02	0.316	22	8
11	9.40	4.70	0.316	15	8
12	11.80	5.90	0.436	13	5
13	11.81	5.91	0.436	13	5
14	12.25	6.13	0.436	14	5
15	16.30	8.15	0.436	18	5
16	13.11	6.55	0.436	15	5
17	13.28	6.64	0.436	15	5
18	9.50	4.75	0.436	11	5
19	6.66	3.33	0.436	8	5
20	14.41	7.20	0.436	20	8
21	14.61	7.31	0.363	20	8
22	14.00	7.00	0.363	19	8
23	11.90	5.95	0.363	16	8
24	13.93	6.97	0.363	19	8
25	10.72	5.36	0.369	15	8
26	13.33	6.67	0.369	18	8
27	14.00	7.00	0.369	18	8
28	12.26	6.18	0.369	16	8

SEGUN EVT = rr/día MAIZ ELOTE 3.63 mm FRECUENCIA DE RIEGO USADA
 rr/día FRIJOL 3.16 mm MAIZ 8 días
 rr/día TOMATE 3.69 mm FRIJOL 8 días
 rr/día CEBOLLA 4.36 mm TOMATE 8 días
 CEBOLLA 5 días

mantiene el suelo demasiado húmedo creando un ambiente favorable a microorganismos patógenos de los cultivos y causando daños fisiológicos por exceso de humedad, solo en un caso el intervalo de riego fue igual que la frecuencia, - pero aún así demuestra aplicación anticipada de agua, pues debe regarse un día después de terminado el intervalo de riego.

- Muestreo de Suelos para determinar el contenido de humedad, en el cuadro No. 5 se presentan los resultados de las determinaciones del contenido de humedad en el suelo antes y después del riego, se puede ver que de las 28 parcelas en 17, que equivale al 60.7%, poseían mayor contenido de humedad antes de regar que lo requerido por el umbral de riego, en 16 parcelas que equivale al 57.1% poseían después del riego mayor humedad que la capacidad de almacenamiento, lo que indica que el agua quedó estancada en la superficie del suelo provocando encharcamiento, debido a que se esta aplicando la lámina de agua antes de que se agote la que se repuso con el riego anterior; únicamente 7 parcelas se encuentran dentro de un rango mayor o menor de una unidad porcentual del valor de capacidad de campo, por lo que se considera que en estas parcelas se posee el contenido de humedad deseado después del riego equivalentiendo a un 25% respecto al total; en cinco parcelas se observó que no se llegó a la capacidad de campo con la lámina aplicada lo cual se debe a pérdidas por escorrentía debido a la pendiente del terreno lo cual evita la adecuada infiltración del agua.

- Se calcularon los parámetros de velocidad de infiltración de cada parcela, datos que se utilizaron para calcular el tiempo de infiltración de las láminas netas de reposición a un 50% de capacidad de almacenamiento del suelo, lo cual se comparó con el tiempo que utiliza el usuario que es de cua

DATOS DE CONSTANTES DE HUMEDAD, HUMEDAD REQUERIDA, CONTENIDO DE HUMEDAD ANTES Y DESPUES DEL RIEGO. ATESCATEMPA 1987.

PARCELA	C C an %	PMP en %	% HUMEDAD REQUERIDA	% HUMEDAD ANTES DEL RIEGO	% HUMEDAD DESPUES DEL RIEGO
1	26.44	16.21	31.33	33.50	38.90
2	27.38	16.55	43.93	26.12	35.15
3	37.31	25.66	31.49	24.38	28.15
4	35.12	18.93	27.03	20.17	37.04
5	35.15	18.13	26.64	29.18	32.60
6	41.98	25.37	33.68	35.70	41.50
7	27.40	18.00	22.70	23.40	28.10
8	24.38	14.70	19.54	21.60	28.20
9	36.19	29.69	32.94	30.21	37.15
10	34.56	21.29	27.93	24.12	34.41
11	26.51	16.19	21.35	26.40	29.00
12	33.56	19.77	26.67	28.43	35.14
13	16.17	8.04	12.11	29.30	32.22
14	35.15	21.24	28.20	19.04	29.03
15	45.51	29.32	37.42	36.05	39.86
16	33.53	20.66	27.10	22.41	30.72
17	24.19	12.10	18.15	27.36	35.56
18	26.40	16.15	21.28	21.51	27.94
19	31.07	16.82	23.95	32.78	38.94
20	35.35	23.03	29.19	26.39	40.22
21	33.87	18.61	26.24	23.10	44.61
22	35.07	21.06	28.07	33.20	37.05
23	35.51	16.93	26.22	28.49	40.00
24	34.26	18.42	26.34	31.58	37.04
25	28.30	17.95	23.13	27.17	30.36
26	36.88	22.53	29.71	30.26	36.68
27	40.57	28.19	34.58	27.98	39.28
28	37.42	19.20	28.31	19.00	36.45

% DE HUMEDAD REQUERIDA: REPRESENTA EL 50% DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL SUELO Y ES LO QUE SE DEBE REPONER EN CADA RIEGO.

DATOS A PROFUNDIDADES DE 00 A 80 CMS.

tro horas promedio por manzana, constatándose que en solo seis parcelas el tiempo de infiltración requerido es mayor que el utilizado para regar lo cual representa un 21.42% del total, en el resto de parcelas según este resultado se esta aplicando el agua por mayor tiempo que el requerido para que se infiltre la lámina de reposición. Siendo los valores promedios de $K = 17.213$, $n = -0.393$, Lámina = 6.09 cms., $t = 68.28$ min., para toda la unidad de riego, quedando la función promedio así: $I = 17.213 t - 0.393$. Ver cuadro No. 10 del apéndice.

- Se determinaron las pérdidas por percolación profunda mediante la ecuación No. 17 y las pérdidas por escorrentía por aforo en las salidas de las parcelas, los resultados obtenidos se presentan en el cuadro No. 6, siendo mayores las pérdidas por percolación profunda que las de escorrentía.

Para la percolación profunda varían sus valores entre 46.08 m^3 hasta 491.50 m^3 ; debido a que el suelo se mantiene todo el tiempo con demasiada humedad, pues se riega muy frecuentemente y el suelo no tiene la capacidad suficiente de retención de humedad, el agua se pierde en lo profundo del mismo.

- Las pérdidas por escorrentía ocurren en 26 parcelas que hacen el 92.85% del total, solamente en dos no se observan, las causas de estas excesivas pérdidas son debido a que se riega con abundante agua y sin ningún control y con el método de riego inadecuado además de que muchas veces los terrenos poseen pendientes mayores que las recomendadas, debido a falta de nivelación de los mismos u orientación adecuada de los surcos.

Para finalizar se hicieron comparaciones entre el volumen requerido por el cultivo, volumen aplicado y volúmenes perdidos por escorrentía y

percolación profunda se obtuvieron los datos que se presentan en los cuadros No. 6 y 7. Se puede apreciar que se pierde hasta un volúmen de 562.20 metros cúbicos por parcela, por cada riego, lo cual resulta demasiado excesivo si se toma en consideración que en la zona en donde se encuentra ubicada la Unidad es muy seca y de inviernos irregulares, la parcela que menor pérdida presenta es de 46.08 metros cúbicos, siendo sus causas principales el exceso de agua a plicada durante el riego y el método inadecuado que utilizan, pues riega en forma inundada cultivos sembrados en hileras que deberían ser regadas por surcos a excepción del cultivo de la Cebolla que se riegan por melgas angostas - lo que permite aprovechar mejor el agua. El cuadro No. 7 representa los datos del cuadro No. 6, pero en forma porcentual para dar una mejor idea de como ocurren las pérdidas parcelarias variando este porcentaje entre 26.95% hasta - 540.78%.

- Análisis por intervalo de confianza, mediante este procedimiento , se analizó estadísticamente la dispersión superior e inferior de los valores obtenidos de eficiencia de aplicación, determinándose los rangos o límites en tre 37.61% y 42.39%, lo que indica que con un nivel de significancia de 95% los valores de la eficiencia deben de encontrarse entre esos dos extremos y por lo tanto deben considerarse como datos confiables para trabajos relaciona dos con eficiencia de aplicación en esta unidad de Riego.

- Eficiencia total de riego, se determinó mediante la aplicación de la ecuación No. 1 de este trabajo, obteniéndose un valor de 29%, la cual es muy baja, pues para cuando en la Unidad los canales son revestidos con concreto y la aplicación de agua medida debe estar la eficiencia, según revisión de literatura en un 63%.

CUADRO No. 6

DATOS SOBRE LAS PERDIDAS POR ESCORRENTIA Y PERCOLACION PROFUNDA POR PARCELA, ATESCATEMPA, 1987.

PARCELA	PERDIDAS POR ESCORRENTIA m 3/RIEGO	PERDIDAS POR PERCOLACION PROFUNDA EN m #/RIEGO	VOLUMEN TOTAL PERDIDO EN m 3/RIEGO
1	43.20	268.62	311.82
2	-----	49.29	49.29
3	6.82	194.08	200.90
4	12.85	190.93	203.18
5	4.28	113.42	117.17
6	6.28	164.07	170.35
7	8.28	171.27	179.55
8	10.21	138.49	148.70
9	70.70	491.50	562.20
10	6.88	397.20	404.08
11	32.25	300.90	333.15
12	2.66	136.19	138.85
13	30.00	310.50	340.50
14	5.28	152.44	157.72
15	1.71	140.49	142.20
16	3.20	436.97	440.17
17	0.50	382.20	382.70
18	31.28	251.67	282.95
19	-----	46.08	46.08
20	19.91	172.71	192.62
21	7.32	67.07	74.39
22	0.41	181.68	182.09
23	1.22	383.30	384.52
24	1.44	174.76	176.62
25	17.15	262.00	279.15
26	5.18	185.08	190.26
27	10.87	87.15	98.02
28	1.22	81.38	82.60

DATOS DE SOBREALPLICACION DE VOLUMENES DE AGUA POR PARCELA, ATESCATEMPA 1987.

PARCELA	VOLUMEN BRUTO APLICADO EN MT.3/RIEGO	VOLUMEN NETO REQUERIDO SEGUN EVT DE CADA CUL- TIVO POR FRECUENCIA U- SADA EN MT.3	SOBREALPLICACION	
			Mt. ³	%
1	488.92	177.10	311.82	176.07
2	232.12	182.83	49.29	26.96
3	378.00	177.10	200.90	113.44
4	380.28	177.10	203.18	114.73
5	205.72	88.55	117.17	132.32
6	396.81	206.55	170.35	82.47
7	268.10	88.55	179.55	202.77
8	260.27	111.57	148.70	133.28
9	916.40	354.20	562.20	158.72
10	581.18	177.10	404.08	228.16
11	510.25	177.10	333.15	188.11
12	215.15	76.30	138.85	181.98
13	493.10	152.60	340.50	223.13
14	234.02	76.30	157.72	206.71
15	294.60	152.60	142.20	93.18
16	592.87	152.60	440.17	288.45
17	611.60	228.90	382.70	167.19
18	435.55	152.60	282.95	185.42
19	198.68	152.60	46.08	30.20
20	294.12	101.50	192.62	189.77
21	277.39	203.00	74.39	36.64
22	283.59	101.50	182.09	179.40
23	486.02	101.50	384.52	378.84
24	226.95	50.75	176.20	347.19
25	330.77	51.62	279.15	540.78
26	396.81	206.55	190.25	92.11
27	201.27	103.25	98.02	94.93
28	185.55	103.25	82.60	80.00
PROMEDIO				159.19

NOTA: MAIZ, FRIJOL, TOMATE:
CEBOLLA:

FRECUENCIA 8 DIAS
FRECUENCIA 5 DIAS

- Los resultados del análisis de calidad química del agua utilizada para riego en la Unidad indican que se clasifican como C_2S_1 en el río Atescatempa y como C_1S_1 en el canal central principal de conducción, por lo que el agua es apta para riego en toda clase de cultivos sin ninguna restricción, los datos se representan en el cuadro No. 13 del apéndice.

7. CONCLUSIONES

1. La eficiencia total del sistema de riego, Atescatempa es de 29%, sus componentes son Eficiencia de Conducción 72% y Eficiencia de Aplicación 40%, siendo las causas de las pérdidas por conducción: Rajaduras en las pizarras y plantillas de los canales, falta de compuertas de tomagranjas y compuertas de caja de distribución y de entrada de canales secundarios mal ajustados. Las principales causas de la baja eficiencia de aplicación son: desconocimiento del usuario de las prácticas correctas de la aplicación del agua, falta de nivelación de terrenos, uso de las mismas frecuencias - para diferentes cultivos, exceso de aplicación de agua por parce la.
2. Falta de estudios que les permita a los usuarios saber cuales son las longitudes adecuadas de surcos y caudales máximos no erosivos a aplicar.
3. El método de riego que el usuario utiliza para los cultivos de maíz elotero, frijol y tomate no es el adecuado, riegan inundando.
4. Falta de apoyo institucional técnico-administrativo a la unidad de riego.

5. Falta de tecnificación del riego.

8. RECOMENDACIONES

1. Reparar y revisar constantemente el revestimiento del canal principal y secundarios para evitar pérdidas de agua por conducción.
2. Establecer estaciones hidrómetricas en los canales de riego para evaluar constantemente la eficiencia de conducción.
3. Reglamentar el establecimiento de compuertas en las tomagranjas y realizar su respectiva calibración.
4. Organizar a los usuarios y asesorarlos en técnicas de uso y manejo del agua de riego, de tal manera que se concienticen en los beneficios de eficiente uso de la irrigación, a fin de que usen el mejor método de riego para sus cultivos.
5. Prestar asesoría técnica a los usuarios en el control fitosanitario y de cultivos.
6. Coordinar con otras instituciones del Sector Público Agrícola para que se les de toda la asistencia técnica necesaria a los usuarios de la Unidad.
7. Realizar estudios sobre frecuencias de riego en los cultivos que se trabajan en la Unidad que permitan establecer intervalos de riego correctos para hacer eficiente el servicio de riego y lograr un rendimiento mayor de los cultivos.
8. Realizar estudios sobre adecuada pendiente y longitudes de surco a utilizar en la parcela para que el usuario haga un mejor uso del agua.

9. Realizar estudios sobre caudales máximos no erosivos a aplicar.
10. Instalación de parcelas demostrativas de riego, para que el agricultor aprenda mediante la práctica.
11. Establecer una estación meteorológica en la Unidad que permita obtener información climática que contribuya a la investigación y estudio del riego.
12. Establecer un pequeño laboratorio de suelos en la Unidad que proporcione información básica de utilidad en el estudio del riego.
13. Realizar nivelación de terrenos para mejorar la eficiencia de aplicación, siempre y cuando esto sea financiado por parte del Gobierno, pues de lo contrario no resultaría económico al Usuario.
14. Que se realicen estudios posteriores sobre la operación de la Unidad para complementar el presente y que a la vez contribuya a mejorar el servicio de riego.

9. BIBLIOGRAFIA

01. ARAGON RIVAS, M. R. 1984. Diagnóstico sobre la aplicación del agua en la Unidad El Rancho - Jícaro. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 71 p.
02. BISHOP, A.A. 1974. Manejo de agua a nivel de finca. Logan, E.E.U.U., Universidad del Estado de Utah, Departamento de Agricultura y Riego. 17 p.
03. CHUPINA MONROY, O.E. 1979. Alternativa de desarrollo agrícola para la Unidad de Riego Nica. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de -- Guatemala, Facultad de Agronomía. 121 p.
04. CISNEROS, C. 1986. Principios de riego; cuanto regar. Guatemala, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. v.1, 32 p.
05. ESPINOSA, V. 1972. Los distritos de riego. México, CECSA. 623 p.
06. ESTADOS UNIDOS. DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA. 1972. Medición del agua de riego. Trad. por Emilio Avila de la Torre. México, Diana. 86 p.
07. -----, 1972. Planeamiento de sistemas de riego para granjas. Trad. por Emilio Avila de la Torre. México, Diana. 126 p.
08. GOLBERG. S.D. 1975. 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. 14 p.
09. GRASSI, C.J. 1975. Estimación de los usos consuntivos y requerimiento de riego con fines de formulación y diseño de proyectos; criterios y procedimientos. Venezuela, CIDIAT. 87 p.
10. GUATEMALA. DIRECCION DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES. DIVISION RIEGO. 1972. Programa nacional de pequeño riego, proyecto Atescatempa. Guatemala. 62 p.
11. -----, DIRECCION TECNICA DE RIEGO Y AVENAMIENTO. 1982. Informe general de riego. Boletín Estadístico (Guatemala.) no.11:1-6.
12. GUNDERSEN LOPEZ, W. 1983. Riego y manejo del agua. 2 ed. Guatemala, Impresos Guatemala. 353 p.
13. ISRAELSEN, O.W.; HANSEN, V.E. 1979. Principios y aplicaciones de riego. Trad. por Alberto García Palacios. 2 ed. Barcelona, España, Reverte. 396 p.
14. JUAREZ CALDERON, M.A. 1985. Diagnóstico sobre la eficiencia de la Unidad de -- Riego La Blanca. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 60 p.

15. MARTINEZ MORAN, E.R. 1984. Diagnóstico sobre el funcionamiento de las Unidades de Riego: La Fragua, Llano de Piedra, El Guayabo, Cabañas, Oxaca y La Palma del Distrito no. 7, Zacapa. Tesis Ing Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 128 p.
16. MASAYA, A.R. 1976. Deficiencias de la operación de las unidades de riego de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 108 p.
17. MERCK, E.F. 1984. Trabajo de hidrometría y distribución de agua, Unidad de riego Atescatempa, Distrito VI, Jutiapa. Guatemala, Dirección Técnica de Riego y Avenamiento. 20 p.
18. MERRIAN, J.L.; KELLER, J. 1979. Farm irrigation system evaluation: a guide for management. Logan, EE.UU., Utah State University, Department of Agricultural and Irrigation. 213 p.
19. MONTERROSO FLORES, D.A. 1976. Actividad desarrollada por la unidad de riego 1-2, Atescatempa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 50 p.
20. MOTTA, C.R. 1979. Algunos criterios sobre la operación de la unidad de riego Laguna del Hoyo. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 88 p.
21. PINO PEREZ, S.J. 1978. Aforador ballofet. Guatemala, Departamento de Operación de Distritos de Riego. 24 p.
22. RAMIREZ MORALES, G.A. 1986. Diagnóstico de la eficiencia de funcionamiento de la unidad de riego Nica, Malacatán, San Marcos. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 79 p.
23. REYES, C.A. 1982. Conservación de unidades de riego; Curso sobre administración, operación y mantenimiento de unidades de riego. Guatemala, Dirección Técnica de Riego y Avenamiento. 26 p.
24. SIMMONS, Ch.S.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Traducido al Español por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1000 p.
25. THORTHWAITE, W. Sistemas de clasificación de climas Thorthwaite. s.p.
Sin publicar.



10. APENDICE

DATOS SOBRE CONSTANTES DE HUMEDAD Y CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS SUELOS DE LAS PARCELAS. ATESCATEMPA, 1987.

PARCELA	PROFUNDIDAD EN CMS.	TEXTURA	C C %	PMP %	D. ap. gr/cc
1	00 - 40	F Ar	27.01	18.42	1.1215
	40 - 80	F Ar	26.44	16.21	1.2704
	80 -120	F Ar	23.89	14.47	1.3151
2	00 - 40	F Ar	21.86	15.05	1.1846
	40 - 80	F A Ar	27.38	16.55	1.1901
	80 -120	F Ar	24.13	14.93	1.2261
3	00 - 40	F A	41.59	27.11	1.1312
	40 - 80	F A	37.31	25.66	1.1764
	80 -120	F A	39.00	24.26	1.1685
4	00 - 40	F	33.25	18.92	1.1747
	40 - 80	F	35.12	18.93	1.0609
	80 -120	F	36.00	20.29	1.1772
5	00 - 40	F Ar	25.30	13.84	1.2508
	40 - 80	F A	35.15	18.13	1.0609
	80 -120	F A Ar	28.65	15.03	1.2642
6	00 - 40	F A	40.58	23.86	1.0763
	40 - 80	F A	41.98	25.37	1.1377
	80 -120	F A	38.26	22.49	1.1917
7	00 - 40	F A	25.89	15.18	1.1461
	40 - 80	F A	27.40	18.00	1.0825
	80 -120	F A Ar	23.72	14.63	1.2552
8	00 - 40	F A	28.11	17.08	0.6735
	40 - 80	F Ar	24.38	14.70	0.6166
	80 -120	F Ar	25.88	14.54	1.2974
9	00 - 40	F A	42.54	26.25	1.1652
	40 - 80	F A	36.19	29.69	1.1302
	80 -120	F A	31.66	19.13	1.1874
10	00 - 40	F	37.49	22.68	1.2222
	40 - 80	F A Ar	34.56	21.29	1.2819
	80 -120	F Ar	25.03	15.56	1.2856

11	00 - 40	F Ar	26.95	18.45	1.1214
	40 - 80	F Ar	26.51	16.19	1.2710
	80 -120	F Ar	23.95	14.50	1.3158
12	00 - 40	F A	47.32	34.32	1.0052
	40 - 80	F A	33.56	19.77	1.1947
	80 -120	F	30.41	17.77	1.2559
13	00 - 40	F A Ar	31.27	15.65	1.2479
	40 - 80	F Ar	16.17	8.04	1.2345
	80 -120	F Ar	23.23	11.12	1.3044
14	00 - 40	F A	41.05	26.15	0.9452
	40 - 80	F A	35.15	21.24	1.1889
	80 -120	F Ar	32.49	18.44	1.2576
15	00 - 40	F A	43.00	24.47	1.1893
	40 - 80	F A	45.51	29.32	1.1484
	80 -120	F A Ar	36.05	22.63	1.1898
16	00 - 40	F A	38.13	23.86	1.1543
	40 - 80	F A	33.53	20.66	1.2294
	80 -120	F A	34.26	20.75	1.2066
17	00 - 40	F Ar	29.63	16.67	1.2938
	40 - 80	F Ar	24.19	12.10	1.3621
	80 -120	F Ar	29.77	16.10	1.3031
18	00 - 40	F Ar	27.00	18.40	1.1216
	40 - 80	F Ar	26.40	16.15	1.2657
	80 -120	F Ar	23.85	14.45	1.3099
19	00 - 40	F T F A Ar	29.83	17.43	1.1646
	40 - 80	F	31.07	16.82	1.3054
	80 -120	F	35.89	20.68	1.2409
20	00 - 40	F	37.54	19.41	1.1762
	40 - 80	F	35.35	23.03	1.1927
	80 -120	F	35.55	22.60	1.2611
21	00 - 40	F A	43.45	27.53	1.1438
	40 - 80	F A Ar	33.87	18.61	1.2009
	80 -120	F A Ar	30.74	16.70	1.2574
22	00 - 40	F	38.89	22.41	1.1156
	40 - 80	F A	35.07	21.06	1.1893
	80 -120	F A Ar	32.72	20.96	1.1714
23	00 - 40	F Ar	25.70	13.16	0.7706
	40 - 80	F	35.51	16.93	1.0821
	80 -120	F	35.36	16.92	0.6844

24	00 - 40	F	31.11	17.27	1.1461
	40 - 80	F	34.26	18.42	1.0825
	80 -120	F	31.95	17.47	1.2552
25	00 - 40	F Ar	28.31	16.92	1.3493
	40 - 80	F Ar	28.30	17.95	1.1054
	80 -120	F A	36.45	23.19	1.2946
26	00 - 40	F A	40.58	25.68	1.1003
	40 - 80	F A	36.88	22.53	1.1806
	80 -120	A	43.65	28.50	1.1261
27	00 - 40	F A	45.49	28.34	1.0594
	40 - 80	F A	40.57	28.19	1.1721
	80 -120	F A	38.52	21.99	1.1772
28	00 - 40	F A Ar	32.46	19.16	1.0884
	40 - 80	F T F A	37.42	19.20	1.1421
	80 -120	F A	42.40	22.84	1.1494

NOTA: A: Arcilloso
 F: Franco
 F A: Franco Arcilloso
 F Ar: Franco Arenoso
 F A Ar: Franco Arcillo-Arenoso
 F T F A: Franco tendencia Franco Arcilloso
 F T F A Ar: Franco tendencia Franco Arcillo Arenoso

TABLA DEMOSTRATIVA DEL CALCULO DE LA VELOCIDAD DE INFILTRACION.

TIEMPO	ESTACIONES 0+000 0+030		PROMEDIO TIEMPO ACUM.	Q1 ENTRADA	Q2 SALIDA	Inf. cm/Hrs.	LOG. T	LOG. I	Σ LOG. T	Σ LOG. I
8.00	INICIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.03	3	0	-	-	-	-	-	-	-	-
8.04	4	1	2.5	1.7361	0.7361	30	0.3979	1.4771	-	-
8.05	5	2	3.5	1.7361	1.1361	18	0.5440	1.2553	-	-
8.06	6	3	4.5	1.7361	1.3028	12.99	0.6532	1.1136	-	-
8.09	9	6	7.5	1.7361	1.3361	12.00	0.8750	1.0792	-	-
8.12	12	9	10.5	1.7361	1.3528	11.50	1.0211	1.0607	-	-
8.15	15	12	13.5	1.7361	1.4028	10.00	1.1303	1.0000	-	-
8.20	20	17	18.5	1.7361	1.4695	8.00	1.2671	0.9031	-	-
8.25	25	22	23.5	1.7361	1.4528	8.50	1.3710	0.9294	7.2596	8.8184
8.30	30	27	28.5	1.7361	1.4961	7.20	1.4548	0.8573	-	-
8.45	45	42	43.5	1.7361	1.5195	6.50	1.6384	0.8129	-	-
9.00	60	57	58.5	1.7361	1.5628	5.20	1.7671	0.7160	-	-
9.15	75	72	73.5	1.7361	1.5761	4.80	1.8662	0.6812	-	-
9.45	105	102	103.5	1.7361	1.5861	4.50	2.0249	0.6532	-	-
10.15	135	132	133.5	1.7361	1.5928	4.30	2.1254	0.6335	-	-
11.15	195	192	193.5	1.7361	1.6028	4.00	2.1866	0.6021	-	-
12.15	255	252	253.5	1.7361	1.6328	3.10	2.4039	0.4914	15.4573	5.4476

LONGITUD DE SURCO:

30 METROS

ANCHO DEL SURCO:

0.40 METROS

DATOS DE CAMPO

MEDIANTE LOS VALORES DE LA TABLA SE OBTIENEN DOS ECUACIONES

QUE SON: $8.8184 = 8 \log K + n (7.2596)$ $(-1) * 5.4476 = 8 \log K + n (15.4573)$

Mediante la resolución por ecuaciones simultáneas se obtienen los parámetros de la velocidad de infiltración, quedando así:

 $K = 29.871$ $n = -0.411$

$$I = \frac{Q1 - Q2}{\text{Area}} \rightarrow \begin{matrix} \text{-----} \rightarrow \text{m}^3/\text{Hrs.} \\ \text{-----} \rightarrow \text{Ha.} \end{matrix}$$

DATOS DE LOS PARAMETROS DE VELOCIDAD DE INFILTRACION Y TIEMPO DE INFILTRACION DE LAMINA NETA A UN 50% DE CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO, PROFUNDIDAD 00-80 CMS. ATESCATEMPA, 1987.

PARCELA	K	N	LAMINA NETA A UN 50% DE CAP. DE ALMACENAJE (00-80 CMS)	TIEMPO DE RIEGO USADO (MINS)	TIEMPO DE INFILTRAC. (MINUTOS)
1	11.968	- 0.456	4.53	280	101.63
2	26.000	- 0.101	4.20	118	11.11
3	18.391	- 0.401	6.80	248	80.26
4	18.391	- 0.401	6.80	240	75.09
5	11.913	- 0.455	5.95	121	168.18
6	35.409	- 0.404	7.38	112	29.08
7	23.161	- 0.238	7.34	120	33.39
8	24.622	- 0.157	2.68	140	7.56
9	22.480	- 0.359	7.30	360	51.36
10	15.280	- 0.388	7.02	310	101.18
11	27.240	- 0.690	4.70	276	43.00
12	21.560	- 0.714	5.90	120	223.19
13	27.960	- 0.409	5.91	260	26.67
14	7.500	- 0.321	6.13	120	174.64
15	14.109	- 0.472	8.15	210	18.30
16	22.822	- 0.664	6.55	210	186.62
17	23.202	- 0.714	6.64	348	261.00
18	25.042	- 0.681	4.75	280	56.94
19	4.857	- 0.259	3.33	130	100.64
20	10.823	- 0.401	7.20	120	200.19
21	9.580	- 0.440	7.31	270	242.05
22	13.864	- 0.241	7.00	115	62.22
23	7.792	- 0.355	5.95	110	190.53
24	16.716	- 0.221	6.97	62	45.26
25	13.670	- 0.239	5.36	58	44.30
26	6.189	- 0.263	6.67	268	189.22
27	13.864	- 0.241	7.00	115	62.22
28	7.564	- 0.324	6.18	120	177.42

$\bar{X} =$ 17.213 -0.393 6.09 68.28

FUNCION PROMEDIO

$$I = Kt^n$$

$$I = 17.213 t^{-0.393}$$

EVAPOTRANSPIRACION Y REQUERIMIENTO DE RIEGO PARA EL CULTIVO DE MAIZ PARA ELOTE Y CULTIVO DE FRIJOL.

CULTIVO: MAIZ PARA ELOTE

MES	DURAC. CICLO	$T^{\circ}C$ $\bar{x}$ MEN.	$(0.457 t^{\circ} + 8.13)$	P	F	KT	FKT	KC	ET	FA	ET AJ	ET ACUM.
ENE	0.5	24.65	9.70	7.86	76.24	0.51	38.38	0.40	15.55	0.82	12.75	12.75
FEB	1	24.68	19.41	7.32	142.08	1.01	143.50	0.77	110.50	0.82	90.61	103.36
MAR	1	26.78	20.37	8.43	171.72	1.06	182.02	1.12	203.86	0.82	167.17	270.53
					390.04				329.91			

REQUERIMIENTO DE RIEGO $\bar{x}$ /DIA
FRECUENCIA USADA 8 DIAS

$$= 3.63 \text{ mm.}$$

$$8 \times 3.63 = 2.90 \text{ cms. de reposición}$$

CULTIVO: FRIJOL

MES	DURAC. CICLO	$T^{\circ}C$ $\bar{x}$ Men.	$(0.457 t^{\circ} + 8.13)$	P	F	KT	FKT	KC	ET	FA	Et aj	Et Acum.
NOV	1	24.48	19.32	7.69	148.55	1.00	148.55	0.35	51.99	1.16	60.31	60.31
DIC	1	23.08	18.68	7.80	145.70	0.96	139.87	1.12	156.65	1.16	81.71	242.02
ENE	1	24.68	19.41	7.86	152.56	1.01	154.08	0.27	41.60	1.16	48.26	290.28
					448.81				250.24			

REQUERIMIENTO DE RIEGO $\bar{x}$ /DIA
FRECUENCIA USADA 8 DIAS

$$= 3.16 \text{ m.}$$

$$8 \times 3.16 = 2.53 \text{ cms. de reposición}$$

EVAPOTRANSPIRACION Y REQUERIMIENTO DE RIEGO PARA EL CULTIVO DE TOMATE Y CULTIVO DE CEBOLLA

CULTIVO : TOMATE													
MES	DURACION DEL CICLO	T° C X̄ MEN	(0.457 T° C+8.13)	P	F	KT	Fkt	KC	Et	FA	Et Aj	Et Acum.	
ENE	1	24.68	19.41	7.86	152.55	1.01	154.07	0.45	69.33	0.86	59.62	59.62	
FEB	1	24.68	19.41	7.32	142.08	1.01	143.50	0.75	107.63	0.86	92.56	152.18	
MAR	1	26.78	20.37	8.43	171.71	1.07	183.73	1.00	183.73	0.86	158.01	310.19	
ABR	1	26.78	20.09	8.48	170.40	1.06	180.62	0.85	153.53	0.86	132.04	442.23	

REQUERIMIENTO DE RIEGO $\bar{x}$ /día = 3.69 mm.

FRECUENCIA USADA 8 DIAS

$$3.69 \times 8 = 2.95 \text{ cms. de reposición}$$

CULTIVO: CEBOLLA

MES	DURACION DEL CICLO	T ⁰ C X̄ MEN	(0.457 T ⁰ C+8.13)	P	F	KT	Fkt	KC	Et	FA	Et Aj	Et Acum.
ENE	1	24.68	19.41	7.32	142.07	1.01	143.49	0.60	86.09	0.91	78.43	78.34
FEB	1	24.78	19.45	8.43	164.00	1.01	165.64	1.00	165.64	0.91	150.46	228.80
MAR	1	26.18	20.09	8.48	170.36	1.06	180.58	1.00	180.58	0.91	164.33	393.12

REQUERIMIENTO DE RIEGO $X/\text{día} = 4.36 \text{ mm.}$

FRECUENCIA USADA 5 DIAS

$$4.36 \times 5 = 2.18 \text{ cms. de reposición}$$

PROCEDENCIA			RIO ATESCATEMPA	CANAL PRINCIPAL						
IDENTIFICACION			87 - 450	87 - 451						
PH			7.82	7.86						
CE.X 10 ⁻⁶ a 25 C°			2.55	2.49						
SOLIDOS EN SOLUCION P. P. M.			220	220						
SUMA DE CATIONES Meq/litro			2.75	2.75						
SUMA DE ANTONES Meq/litro			3.02	3.14						
MILIEQUIVALENTES POR LITRO	CATIONES	Ca	1.07	1.07						
		Mg	0.89	0.89						
		Na	0.67	0.67						
		K ⁺	0.12	0.12						
	ANIONES	HCO ₃ ⁻	2.37	2.33						
		CL ⁻	0.19	0.22						
		NO ₃ ⁻	- -	- -						
		SO ₄ ⁼	0.00	0.03						
		CO ₃ ⁼	0.46	0.56						
	% SODIO SOLUBLE			24.36	24.36					
RAS			0.67	0.67						
Na ₂ CO ₃ RES			0.87	0.93						
CLASE			C ₂ S ₁	C ₁ S ₁						

DATOS DE AREA POR PARCELA Y NOMBRE DEL PROPIETARIO, ATESCATEMPA 1987.

No.	NOMBRE DEL PROPIETARIO	AREA HECTAREAS	CANAL
1.	ROGER VALLADARES	0.70	N-4
2.	JULIO SOLIS CEBALLOS	0.35	N-1
3.	WILLIAM CONTRERAS	0.70	S-1
4.	ANGELICA VDA. DE SOLIS	0.70	N-1
5.	OLGA HERRERA	0.35	N-2-A
6.	CARLOS MAYORGA (NERY SALAZAR)	0.35	N-2-A
7.	ARMIDES REGALADO	0.35	PRINCIPAL
8.	BENIGNO CASTILLO	0.44	N-4
9.	NERY SALAZAR	1.40	N-3
10.	MAXIMO ASCENSIO	0.70	S-1
11.	ANDRES VALLADARES	0.70	N-4
12.	FIDELINO DUQUE	0.35	N-3
13.	PLINIO GONZALEZ	0.70	PRINCIPAL
14.	MARCO TULIO ASENCIO	8.35	PRINCIPAL
15.	AUGUSTO VANEGAS (PEDRO ORTIZ)	0.70	N-3
16.	BELTER CONTRERAS	0.70	S-1
17.	HUMBERTO VALLADARES	0.70	N-4
18.	JULIO SOLIS CARDONA	0.70	S-1-A
19.	ENECON SAMAYOA	0.35	S-1
20.	RAUL RIOS	0.70	FINAL PR.
21.	PEDRO ORTIZ	0.35	N-3
22.	MAGDIEL CARDONA	0.35	N-2
23.	ROSA SAMAYOA	0.17	N-2
24.	ARNOLDO GUDIEL	0.17	S-1-A
25.	BLADYS CONTRERAS	0.70	S-1
26.	EDGAR GUDIEL	0.35	N-3
27.	EDGAR CONTRERAS	0.35	S-1

BOLETA DE CENSO A USUARIOS PARA DIAGNOSTICAR ASPECTOS
SOBRE RIEGO EN LA UNIDAD VI-2
ATISCATEMPA, JUTIAPA

PARA USUARIOS DE LA UNIDAD:

FECHA: _____

1. EXTENSION QUE RIEGA? _____
2. CULTIVOS QUE SIEMBRA DURANTE LA TEMPORADA? _____
3. QUE EXTENSION SIEMBRA CON CADA CULTIVO? _____
4. CUANTAS COSECHAS OBTIENE AL AÑO HACIENDO USO DEL RIEGO? _____
5. CUANTAS COSECHAS OBTENIA ANTES DE QUE INTRODIERA EL RIEGO? _____
6. RECIBE ASISTENCIA TECNICA DE:
 - DIGESA: _____
 - INAFOR: _____
 - ICTA: _____
 - BANDESA: _____
 - DIGESEPE: _____
 - INDECA: _____
7. TIENE PROBLEMAS DE COMERCIALIZACION? _____
8. USA CREDITO AGRICOLA? SI _____ NO _____
9. HACE CONSERVACION DE SUELOS? SI _____ NO _____

23. CUANTO DE TIEMPO LE PROPORCIONAN DE RIEGO POR MANZANA? _____
24. LE PROPORCIONAN IGUAL CANTIDAD DE AGUA NO IMPORTANDO EL CULTIVO? _____
25. CADA CUANTO RIEGA? _____
26. MIDE USTED O LE MIDEN LA CANTIDAD DE AGUA QUE ENTRE A SU PARCELA?
SI _____ NO _____ SI LA MIDEN COMO: _____
27. SE EROSIONA (O SE LAYA) EL SUELO DE SU PARCELA CON EL RIEGO? _____
28. ES ADECUADO EL MANTENIMIENTO DE LOS CANALES? SI _____ NO _____
29. HAY COMITE DE USUARIOS EN LA UNIDAD DE RIEGO? SI _____ NO _____
30. PERTENECE USTED AL COMITE? SI _____ NO _____
31. FUNCIONA BIEN Y EN BENEFICIO DE LOS USUARIOS EL COMITE? SI _____
NO _____ SI RESPONDE NO INDIQUE PORQUE? _____
32. REALIZA REUNIONES CON LOS USUARIOS EL JEFE DE LA UNIDAD? SI _____
NO _____ CON QUE MOTIVO? _____
33. POSEE DESAGUE SU PARCELA? SI _____ NO _____
34. TIENE PROBLEMAS CON EL ENCHARCAMIENTO DEL AGUA? SI _____ NO _____
35. SE INUNDA SU PARCELA EN EL INVIERNO? SI _____ NO _____
36. QUE PIENSA DE LA CUOTA DE RIEGO? _____
37. OBSERVACIONES: _____

10. QUE PROBLEMAS TIENE CON SUS CULTIVOS? _____
11. QUE METODO DE RIEGO UTILIZA? SURCOS _____
SURCOS CON CURVAS A NIVEL: _____
12. QUIEN LE ENSEÑO ESTE METODO? _____
13. COMO LE PROPORCIONAN EL AGUA DE RIEGO? POR TURNOS _____
CUANDO LA SOLICITA: _____ CUANDO LA NECESITA: _____
CUANDO LO DISPONE LA UNIDAD: _____
14. TIENE EXPERIENCIA EN RIEGO? SI _____ NO _____
CUANTOS AÑOS: _____
15. RECIBE ASESORIA EN RIEGOS? SI _____ NO _____
SI RESPONDE POSITIVAMENTE COMO LO ASESORARON: _____
16. HAN INSTALADO PARCELAS DEMOSTRATIVAS O EXPERIMENTALES DE RIEGO EN ESTA
UNIDAD, SI _____ NO _____ QUE LE HAN ENSEÑADO? _____
17. CREE QUE EL METODO QUE USA ES EL MEJOR PARA USTED? SI: _____
NO: _____ PORQUE: _____
18. CONSIDERA RENTABLE EL USO DEL RIEGO? SI _____ NO _____
19. LE ENSEÑAN COMO USAR EL AGUA DE RIEGO? SI _____ NO _____
20. PROPORCIONAN EL AGUA QUE USTED NECESITA? SI _____ NO _____
21. ES SUFICIENTE EL TIEMPO DE RIEGO QUE LE PROPORCIONAN? SI _____
NO _____ SI RESPONDE NO PORQUE? _____
22. TIENEN PREFERENCIA EN LA UNIDAD PARA LOS USUARIOS CON HORARIOS DE PRO-
PORCIONAR EL RIEGO? SI _____ NO _____

ENCUESTA PARA DIAGNOSTICAR
LA SITUACION ACTUAL DE LA UNIDAD DE RIEGO
ATESCATEMPA

PARA JEFE DE UNIDAD

I. ASPECTOS AGRONOMICOS GENERALES

1. AREA ACTUAL REGADA:

BOMBEO: ---
GRAVEDAD: 90.78 HAS.

2. AREAS POTENCIALES:

BOMBEO: 128 HAS
GRAVEDAD: 128 HAS

3. AREA DISEÑADA:

BOMBEO: 150 HAS
GRAVEDAD: 150 HAS

4. CUBRE ACTUALMENTE EL AREA POTENCIAL? NO SI ES NEGATIVO EXPLICAR PORQUE:

GRAVEDAD: HA BAJADO AL CAUDAL EN LA FUENTE Y HAY MUCHAS PERDIDAS DURANTE LA APLICACION DEL AGUA.
BOMBEO: NO SE USA ESTE SISTEMA PUES RESULTA MUY CARO AL USUARIO SU FUNCIONAMIENTO

5. EXISTEN DEFICIENCIAS EN EL DISEÑO, EXPLIQUE: SI TOMAGRANJAS MAL UBICADAS Y CANALES CON PENDIENTES DEMASIADO SUAVES.

6. TENENCIA DE TIERRA QUE SE ENCUENTRA CON MAYOR FRECUENCIA EN LOS USUARIOS Y SU %.

PROPIO: 33% ARRENDADO 19% MEDIANERO: 40%

OTRO: ---

7. MENCIONE LOS MERCADOS DE LOS PRODUCTOS DE LA UNIDAD: 1) EN LA LOCALIDAD; PARA EL SALVADOR Y CIUDAD CAPITAL

8. PAGAN LA CUOTA DE RIEGO LOS USUARIOS: SI

9. QUE CAUDAL DISPONE EN LA EPOCA DE RIEGO: MINIMO: 75 LPS
MAXIMO: 100 LPS ES SUFICIENTE: NO

10. INDIQUE EL AREA Y RENTABILIDAD PARA CADA UNO DE LOS CULTIVOS DE LA UNIDAD:

FRIJOL: 49.15 HAS R: 45%
CEBOLLA: 37.50 HAS R: 100%
MAIZ ELOTERO: 9.13 HAS R: 100%
PASTO: 3.00 HAS -----

II. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

RESPONDA SI O NO

1. ES MANEJADO EL PRESUPUESTO POR LA UNIDAD? SI
 2. CUENTA LA UNIDAD DE RIEGO CON UN PLAN DE TRABAJO DEFINIDO? NO
 3. SE CUMPLE EL PLAN DE TRABAJO? NO SI LA RESPUESTA ES NEGATIVA INDIQUE PORQUE: NO EXISTE UN PLAN DEFINIDO, NI UN PRESUPUESTO QUE SE MANEJE EN LA UNIDAD
 4. EXISTE SUPERVISION Y EVALUACION DE LOS TRABAJOS QUE SE REALIZAN EN LA UNIDAD: SOLO SUPERVISION NO HAY EVALUACION
 5. EXISTE COORDINACION ENTRE DIRECCION REGIONAL, DISTRITO DE RIEGO Y UNIDAD DE RIEGO? SI
 6. RECIBE APOYO DE LA DIRECCION REGIONAL? SI
 7. ADMINISTRATIVAMENTE DE QUIEN DEPENDE? DIGESA
 8. LE PROPORCIONA DIERA, ASISTENCIA TECNICA? NO
 9. LE PROPORCIONA DIGESA, REGIONAL, ASISTENCIA TECNICA EN RIEGOS? NO.
- OBSERVACIONES: PERO ES NECESARIO QUE SE ESTABLEZCA UN PLAN DE ASISTENCIA TECNICA DEFINIDA Y QUE ESTE CUENTE CON APOYO LOGISTICO, PARA QUE SEA DE BENEFICIO AL USUARIO.

III. ASPECTOS RELACIONADOS CON LA CAPTACION:

1. HAY PROBLEMAS EN LA OBRA DE CAPTACION: NO
2. EXCESO DE MATERIAL DE ARRASTRE, EN SUSPENSION Y/O FLOTANTE: SI
3. DISMINUCION DEL CAUDAL EN LA FUENTE ABASTECIMIENTO: SI
4. EQUIPOS CON MUCHOS PROBLEMAS DE FUNCIONAMIENTO: SI LAS BOMBAS
5. FALTA DE ESTRUCTURAS DE PROTECCION: NO

IV. ASPECTOS RELACIONADOS CON LA DISTRIBUCION:

RESPONDA SI O NO

1. CANALES ENTERRADOS: SI
2. CANALES CON ESCASO TIRANTE HIDRAULICO: NO
3. TOMAGRANJA MAL UBICADAS: SI
4. FALTA DE DISPOSITIVOS PARA LA REGULACION DE CAUDALES EN CANALES: SI
5. AUSENCIA DE ESTRUCTURAS DE MEDICION A NIVEL DE CANALES Y PREDIOS: SI
6. PERDIDAS EN CANALES, DEBIDAS A CAIDAS SIN JUSTIFICACION LOGICA: SI
7. FALTA DE CALENDARIOS Y TURNOS DE RIEGO TECNICAMENTE ELABORADOS: SI
8. FALTA DE COLABORACION DE PARTE DE LOS AGRICULTORES-USUARIOS DEL MISMO: SI

9. FALTA DE PREPARACION DEL PERSONAL ENCARGADO DE LA DISTRIBUCION: SI

10. FALTA DE CONDICIONES ADECUADAS EN EL PREDIO, PARA LA PRACTICA DE RIEGO POR GRAVEDAD (HABILITACION Y/O NIVELACION: SI

V. ASPECTOS RELACIONADOS CON LA CONDUCCION:

1. CANALES NO REVESTIDOS: NO
2. CANALES CON PENDIENTES CRITICAS: SI
3. EXCESO DE AZOLVE: SI
4. GRIETAS Y RAJADURAS: SI
5. LEVANTAMIENTO DE PIZARRAS: SI
6. CANALES Y OBRAS DE PASO DE SECCIONES, INSUFICIENTES: NO
7. OTROS: --

VI. FACTORES INSTITUCIONALES:

1. FALTA DE CENTROS DE INVESTIGACION AGRICOLA: SI
2. FALTA DE APOYO INSTITUCIONAL RA LA COMERCIALIZACION DE LOS PRODUCTOS: SI
3. FALTA DE UN SISTEMA CREDITICIO ADECUADO A LAS NECESIDADES DEL AGRICULTOR: SI
4. FALTA DE APOYO, ORGANIZACIONAL Y/O FINANCIERO PARA PROVEER EQUIPO NECESARIO PARA SISTEMAS DE RIEGO: SI

5. FALTA DE APOYO FINANCIERO PARA ESTABLECER PROGRAMAS DE TECNIFICACION EFICIENTE: SI
6. FALTA DE PROGRAMA DE ADIESTRAMIENTO DE PERSONAL ENCARGADO DE LA OPERACION: SI
7. FALTA DE APOYO INSTITUCIONAL PARA PPLICAR REGLAMENTO: SI
8. MANEJAN EN CADA UNIDAD EL PRESUPUESTO ANUAL: NO

VII. ASPECTOS RELACIONADOS CON LA PLANIFICACION:

1. FALTA DE PROGRAMAR LA COMERCIALIZACION: SI
2. FALTA DE PROGRAMACION DE CREDITOS AGRICOLAS: SI
3. FALTA DE PROGRAMACION DE LA ORGANIZACION DE LOS PRODUCTOS: SI
4. FALTA DE PROGRAMACION DE ASISTENCIA TECNICA: SI
5. FALTA DE ESTACIONES METEOROLOGICAS: SI
6. FALTA DE REALIZAR ESTUDIOS ANEXOS CON EL RIEGO: SI
7. FALTA DE PROGRAMACION DE LOS ESQUEMAS DE OPERACION Y MANTENIMIENTO: SI
8. PLANIFICACION DE PROYECTOS CON PROGRAMAS, CON CULTIVOS NO ACORDES A MERCADOS Y EXPERIENCIAS DEL AGRICULTOR. SI
9. FALTA DE ESTABLECER ADECUADOS REGLAMENTOS DE RIEGO: SI
10. HECTAREAJE PLANIFICADO NO POSIBLE DE CUBRIR: SI
11. FALTA DE LEGALIZAR LOS DERECHOS DE ACCESO DE CAPTACION, CANALES, ASI COMO LOS DERECHOS DE VIAS EN LA RED DE CANALES: NO

4. RECLAMOS INJUSTIFICADOS POR PARTE DE AGRICULTORES: SI
 5. AMENAZAS DIRECTA O INDIRECTAS AL PERSONAL: NO
 6. TIENE EL AGRICULTOR EXPERIENCIA EN REGAR: SI
 7. CONTRIBUYEN LOS USUARIOS EN EL MANTENIMIENTO Y PROTECCION DE LA INFRAESTRUCTURA: NO
- OBSERVACIONES: Algunas veces solo algunos y en forma minima.

VIII. ASPECTOS RELACIONADOS CON EL PERSONAL DE LA UNIDAD:

1. EL JEFE DE LA UNIDAD O ENCARGADO DE LA MISMA HA RECIBIDO ADIESTRAMIENTO EN EL PAIS: SI EN EL EXTRANJERO: NO
2. CUENTA CON PERSONAL INTERMEDIO (A NIVEL MEDIO) CAPACITACION: NO
3. CUENTA CON PERSONAL ANALFABETO DENTRO DE LA ACTIVIDAD DE OPERACION: SI
4. CUENTA CON SUFICIENTE MANO DE OBRA CALIFICADA PARA LOS TRABAJOS DE CONSERVACION: SI
5. CUENTA CON PROGRAMA DE CULTIVOS: SI
6. CUENTA CON CALENDARIO DE RIEGO TECNICAMENTE ELABORADO: NO
7. CUENTA CON TURNOS DE RIEGO: SI
8. EFECTUA REUNIONES PERIODICAS CON LOS AGRICULTORES USUARIOS: NO
9. HA PROPORCIONADO ALGUNA VEZ ADIESTRAMIENTO A LOS USUARIOS: SI

IX. ASPECTOS SELECCIONADOS CON OBRAS DE PROTECCION DE LA INFRAESTRUCTURA DE RIEGO:

1. DAÑOS QUE CAUSAN INTENCIONALMENTE A LA INFRAESTRUCTURA DE RIEGO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS: NO
2. OBSTACULOS PARA LIBRE CIRCULACION O TRANSITO DEL PERSONAL DE OPERACION Y CONSERVACION: NO
3. REBELDIA PARA EL ACTAMIENTO DE REGLAMENTOS Y DISPOSICIONES INTERNAS DE LA UNIDAD (RELATIVAS A CALENDARIOS Y TURNOS DE RIEGO, PERIODOS DE RECESO DE SIEMBRA MOTIVAS POR PROGRAMACION DE REPARACIONES, INASISTENCIA, A REUNIONES): SI

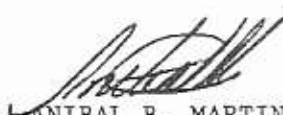


FACULTAD DE AGRONOMIA
GUATEMALA, C. A.

23 - V - 89

"IMPRIMASE"




ING. AGR. ANIBAL B. MARTINEZ M.
D E C A N O