



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS

Prufim.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO EN PEPINO (Cucumis melo L.) TOMATE (Lycopersicon esculentum Mill), Y REPOLLO (Brassica oleracea L.), EN EL CAMPO EXPERIMENTAL Y DE PRACTICAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

TRABAJO PRESENTADO ANTE EL DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA, COMO REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

P O R
GUSTAVO HENRIQUEZ MARTINEZ

JUNIO DE 1983

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA.

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico con mucho cariño a:

- Nuestro Máximo Creador, que iluminó mi mente para la elaboración de este trabajo.
- Mis padres: Gustavo Henríquez Castillo y Gloria Martínez de Henríquez, por su sacrificio económico y su ayuda moral y espiritual en el transcurso de mis estudios.
- Mis hermanos: Gloria Henríquez, Mercedes Henríquez y Elmer Orlando Henríquez, por sus buenos deseos.
- Los familiares: Que constantemente me han deseado suerte.
- Los profesores: Que siempre fueron mi guía y me orientaron por el sendero de saber.
- Los compañeros y amigos que comparten mis satisfacciones.

Gustavo Henríquez Martínez.

San Salvador, Junio de 1983.

por la Facultad de CC. AA. 22-8-83.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco sinceramente:

- A Dios por concederme el privilegio de vivir, y ponerme todos los medios disponibles para la elaboración de este trabajo.
- A la Universidad de El Salvador, por brindarme la oportunidad de prepararme para ser una persona útil a mi familia y a la sociedad.
- Al Ing. Agr. Victor Manuel Trigueros, por dar la sugerencia de - llevar a cabo este trabajo y la revisión del mismo.
- Al Ing. Agr. Sandy Antonio Avendaño Hernández, por llevar a cabo el levantamiento topográfico con la colaboración de Elmer Orlando Henriquez y José Canjura.
- Al Ing. Agr. Leopoldo Serrano Cervantes, por su constante ayuda y - colaboración durante el desarrollo del trabajo.
- Al Ing. Agr. Carlos Díaz Bojorquez, por proporcionar información y - asesoría referente a los pasos a seguir para el desarrollo del diseño.
- Al Agr. David Vega Montoya, por facilitar la información detallada - del sistema de riego por goteo presente en el Campo Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas.
- Al Ing. Meteorólogo Helmutt Lessman, por proporcionar información de - la Estación Agrometeorológica "La Providencia".

- Al personal del Departamento de Química de la Facultad de Ciencias Agronómicas, por efectuar el Análisis Químico del Agua.
- A los señores José María Martínez y José Saúl Canjura, por la labor del dibujo del diseño.
- A los señores Ing. Agr. Alirio Edmundo Mendoza, Profesor del Departamento de Ingeniería Agrícola y al Ing. Hugo Zambrana, Profesor del Departamento de Fitotecnia de la Facultad de Ciencias Agronómicas; por las sugerencias que hicieron para mejorar este trabajo.
- A la señorita Gloria Henríquez Martínez, secretaria del Departamento de Procesamiento de Datos de Textiles San Andrés, por su valiosa y desinteresada labor de mecanografía, que hizo posible la presentación final de este trabajo.

Gustavo Henríquez Martínez.

San Salvador, Junio de 1983.

INDICE GENERAL

	Página
COMPENDIO	1
I. INTRODUCCION	2
II. OBJETIVOS	4
III. REVISION DE LITERATURA:	
A. Etapas a seguir en la elaboración de un <i>proyecto</i> de riego por goteo	5
B. Descripción y manejo del sistema de riego por goteo	15
C. Datos técnicos utilizados para diseñar - una red de riego por goteo	39
D. Experimentos de riego por goteo aplicado- a hortalizas en general.....	47
IV. DESCRIPCION DEL LUGAR	62
V. METODOLOGIA.....	64
VI. RESULTADOS.....	74
VII. DISCUSION Y CONCLUSION.....	87
VIII. RECOMENDACIONES	93
IX. BIBLIOGRAFIA	95
X. ANEXOS	100

INDICE DE CUADROS

CUADRO No.		Página
1	Evaluación de la composición química del agua en el riego	11
2	Fertilizantes aptos para el sistema Netafim, de riego por goteo	27
3	Datos de pérdidas por presión para ramales que presentan 16 mm. de diámetro	41
4	Datos de pérdidas por fricción para tuberías que presentan una pulgada de diámetro (25 mm.)	42
5	Datos de pérdidas por fricción para tuberías que presentan dos pulgadas de diámetro (50 mm.)	42
6	Datos de necesidades diarias de uso máximo para varios cultivos en el Oeste de los E.E.U.U.	43
7	Datos del factor (F), para calcular pérdidas por fricción en tuberías con salidas múltiples	44
8	Datos del rendimiento del melón, mediante el riego por aspersión, surco y goteo	48

CUADRO No.		Página
9	Rendimiento del tomate con agua de buena calidad y mala calidad	49
10	Rendimientos de cultivos con riego por goteo, por aspersión y por surcos	51
11	Crecimiento vegetativo del pimiento después de 110 días, con riego por goteo y por aspersión	52
12	Desarrollo vegetativo de pimientos regados por aspersión y por goteo	55
13	Rendimiento del pimiento con riego por aspersión y por goteo, aplicado todos los días y cada 5 días.....	55
14	Contenido de cloruro de las hojas en pimientos con diferentes frecuencias de riego, bajo riego por aspersión y por goteo.	56
15	Rendimiento de melones con los tres métodos de riego y porcentaje de distribución del fruto de acuerdo con su tamaño	56
16.	Resultado del ensayo de campo con melones bajo los tres métodos de riego.	57

CUADRO No.

Página

17	Efecto del método de riego sobre el <u>creci</u> miento vegetativo y el rendimiento del <u>pi</u> miento	61
18	Efecto del método de riego sobre los <u>rendi</u> mientos del tomate y del pepino	61
19	Efecto del método de riego en el <u>rendimien</u> to de melón	61
20	Promedios mensuales de la cantidad que se evapora de un tanque Tipo A, de la Esta - ción Agrometereológica del Campo <u>Experimen</u> tal y de Prácticas de la Facultad de Cien cias Agronómicas	63
21	Densidad de siembra de los cultivos y área de riego	74

INDICE DE FIGURAS

FIGURAS No.		Página.
1.	Cabezal de control y sus componentes	17
2.	Filtros para agua de diferentes calida - des	20
3.	Filtro hidrociclón para decantar arena...	21
4.	Reguladores de presión	21
5.	Distribución de un tipo de tubería.....	38
6.	Diferentes tipos de goteros	39
7.	Riego por goteo y sus principales compo - nentes	40
8.	Relación entre flujo y presión para la - elección de un gotero	46
9.	Características técnicas de diferentes - tipos de motobombas	47
10.	Efecto de intervalo en el riego por goteo, sobre el rendimiento de diversos cultivos.	50
11.	Diseño del primer tanteo.....	69
12.	Diseño del segundo tanteo.....	69
13.	Diseño del tercer tanteo	69
14.	Diseño del cuarto tanteo	69
15.	Diseño del quinto tanteo	69
16.	Diseño del sexto tanteo	69
17.	Diseño del séptimo tanteo	69

INDICE DE ANEXOS

ANEXOS No.		Páginas.
1.	Resultado del análisis de suelo en el lote la bomba del Campo Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas	100
2.	Recopilación de resultados de análisis de suelo del lote la bomba, con muestras correspondientes a dicho lote	101
3.	Resultado del análisis obtenido en una muestra de agua, del lote la bomba	102
4.	Equipo de riego por goteo, comparado por la Facultad de Ciencias Agronómicas en fechas anteriores	103 - 107
5.	Pasos a seguir para el cálculo de riego por goteo, (Cuando no se tiene presente el equipo de riego por goteo).....	108 - 110

COMPENDIO

✓ El presente trabajo es el diseño de un sistema de riego por goteo en los cultivos de pepino (Cucumis melo L.), tomate (Lycopersicon esculentum Mill), y repollo (Brassica oleracea L.), en época seca en una manzana de terreno del lote la bomba del Campo Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador.

El trabajo tiene como objeto: La recopilación de información sobre el uso del equipo de riego por goteo con que cuenta la Facultad de Ciencias Agronómicas, y el diseño de una red de riego por goteo para los cultivos de pepino, tomate y repollo.

Las necesidades materiales que este diseño implica, son factibles en relación a la existencia de este tipo de sistema de riego disponible en el Campo Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas.

El diseño se hizo en base a guías establecidas en información verbal obtenida por técnicos con experiencia en este campo.

Con esta información guía se a hecho uso de datos locales de tipo-metereológicos, hidrológicos y edafológicos; así como de datos fitotécnicos para los cultivos específicos a irrigar con el fin de realizar los cálculos necesarios que permiten seleccionar el diseño de riego por goteo más factible desde el punto de vista económico, práctico, técnico y de distribución.

I. INTRODUCCION

X El goteo se justifica como método de riego, en base a las experiencias realizadas en áreas de condiciones desérticas y suelos de texturas ligeras y alta salinidad, tanto en el suelo como en el agua y con aplicación fundamentalmente en cultivos en hileras. Obteníendose mediante este sistema productividades altas, que no serían factibles de lograr en las condiciones antes mencionadas con los métodos convencionales de riego. (22).^X

✓ El objetivo fundamental de este sistema es mantener la zona radicular a un nivel de humedad adecuado para el crecimiento de la planta.[✓]

En 1967, quedó comercialmente establecido en Israel, el riego por goteo. No transcurrió mucho tiempo para que este método se popularizase en Mexico, Australia, Estados Unidos, Argentina. (21), y actualmente está tomando auge en El Salvador.

El creciente interés en aplicar el riego por goteo a la Agricultura en gran escala no es simplemente por motivos de economía de agua; ha surgido también debido a la disminución de mano de obra utilizable, a la necesidad de reducir gastos de equipo y de funcionamiento y el deseo de obtener productos de mejor calidad y rendimientos más elevados. (22).

✓ El presente trabajo consiste en el diseño de una red de riego por goteo, en los cultivos de pepino, tomate y repollo, en una manzana del Campo Experimental y de prácticas de la Facultad de Ciencias-

Agronómicas de la Universidad de El Salvador, para la elaboración del diseño se tomó en cuenta estudios topográficos y agrológicos del lugar en estudio y las necesidades de agua del cultivo.

Lo que se pretende con la elaboración del diseño es que cuando se lleve a la práctica se haga uso adecuado del equipo de riego por goteo ya existente en el Campo Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas, contribuyendo así, a que exista un ahorro de agua y una buena distribución de la misma.

En el desarrollo del trabajo se hace bastante mención del equipo de riego Netafim, no con fines publicitarios, ni porque sea el más adecuado; sino porque es el que se encuentra presente en el Campo Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas.

Para futuros diseños donde se empleen otras marcas del equipo de riego por goteo, es conveniente hacer las especificaciones técnicas del caso.

II. OBJETIVOS

- 1.- Recopilar información sobre el manejo de equipo de riego por goteo y en especial del existente en el Campo Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas.
- 2.- Diseñar una red de riego por goteo en los cultivos de pepino (Cucumis melo L.), tomate (Lycopersicon esculentum), y repollo (Brassica oleracea);
- 3.- Contribuir con el Departamento de Fitotecnia de la Facultad de Ciencias Agronómicas, con el aporte de criterios técnicos necesarios para diseñar en el futuro redes de riego por goteo en otros cultivos.

III. REVISION DE LITERATURA

A - ETAPAS A SEGUIR EN LA ELABORACION DE UN PROYECTO DE RIEGO POR GOTEO.

Según Piña Dávalos (24), existe una metodología que permite bajo bases debidamente establecidas, el diseño, proyecto e instalación de un sistema de riego por goteo. Menciona que dicha metodología necesita contar con la siguiente información:

1. Estudios Básicos.
2. Estudios Topográficos.
3. Estudios Agrológicos.

1- Estudios Básicos: Estos se llevan a cabo una vez definida la factibilidad de ejecución del proyecto de un sistema por goteo en base a los estudios socio económicos y técnicos preliminares. Luego deberán realizarse los estudios definitivos siguientes:

2- Estudios Topográficos: El levantamiento del área del proyecto se efectuará para diferentes superficies bajo las siguientes especificaciones:

<u>Superficie Hasta</u>	<u>Has.</u>	<u>Escala</u>
25	"	1:500
26 a 50	"	1:1000
50 a 250	"	1:5000

Gómez Pompa (16), especifica de que la escala 1:500 es aconsejable en cultivos hortícolas.

Piña Dávalos (24), sugiere que el plano tenga los siguientes detalles:

Altura sobre el nivel del mar

Localización del sitio
del proyecto
señalando:

Coordenadas Geográficas

Caminos de acceso

Localización de la fuente
de abastecimiento
detallando:

Poblados inmediatos

Parcelamiento existente.

Gómez Pompa (16), agrega de que el plano también debe representar las líneas de cultivo, ó incluso las plantas e indicar el marco de la --
plantación.

Piña Dávalos (24), menciona también de que hay que localizar las ele-
vaciones naturales que por su proximidad a la fuente permitan su uti-
lización para alojar el tanque elevado en estos casos la distancia --
entre curvas de nivel será de 0.5 mts. a 1.0 mts., dependiendo de --
las pendientes y micro relieves existentes en el área del proyecto.

3- Estudio Agrológico: Parámetros tomados en cuenta en el estudio
Agrológico.

A. Climatología

- 1) Clasificación del clima
- 2) Precipitación mensual
- 3) Temperaturas medias, máximas absolutas, mínimas extremas men-
suales.

- 4) Granizadas.
- 5) Heladas tempraneras y tardías.
- 6) Índice de eficiencia en la temperatura e índice de precipitación efectiva.
- 7) Evaporaciones máximas, medias quincenales del período de observación disponible.
- 8) Vientos dominantes, reinantes, intensidades medias y máximas observadas.
- 9) Horas viento día promedio.
- 10) Humedad relativa.
- 11) Horas luz mensuales.

B. Suelos: Contar con información sobre elementos menores e infiltración básica.

Recomienda también un muestreo mínimo mediante barrenación en cuadrícula de 100 mts., en aquellas áreas en que se "infieren" problemas de salinidad (una barrenación por Ha.).

C. Agua: Incluir análisis físico-químicos completos para usos de riego, detectando el contenido de Boro, Litio, Nitrógeno en forma de nitratos, nitritos y ácido nítrico, (amoníaco).

D. Selección de Cultivos: Para la selección de cultivos deberá partirse de la información local y técnica de los cultivos practicados y adaptables a las condiciones ecológicas del área, y en base a los cultivos de mayor rentabilidad.

De las experiencias realizadas a la fecha, el método de riego por goteo se ha aplicado principalmente a frutales y a otros cultivos en hileras de alta productividad tales como: melón, sandía, tomates, pepino, chiles y flores. Esta idea es compartida también por (22,16).

Piña Dávalos (24), cita de que de los estudios agrologicos y de los antecedentes hortícolas de la zona deberá de investigarse en las parcelas de prueba la adaptación del método de riego por goteo; para este tipo de cultivo, investigando además los espaciamientos más adecuados para obtener los mejores rendimientos.

El éxito del riego por goteo radica fundamentalmente en la aplicación localizada del agua de riego en la zona radicular. También menciona que el cálculo de las demandas de riego; generalmente se estiman de acuerdo al uso consuntivo de las plantas, obtenido por diferentes métodos empíricos.

Cuando el goteo se utilice como método de riego y establecida la densidad de plantación que dé cobertura total, la demanda máxima del cultivo se considera que es la evapotranspiración potencial que de acuerdo a experiencias realizadas en Israel, tiene un valor que varía de (0.6 a 0.75), de la evaporación medida en el evaporómetro tipo A. (22, 8).

Gómez Pompa (16), establece que en la elaboración de un proyecto de riego por goteo en el plano deben reflejarse los obstáculos que existan para el tendido de la tubería, las zonas rocosas en que será difícil enterrar esta y las fuentes de suministro de agua.

También dice que es necesario determinar la calidad de las aguas- la cantidad que disponemos en un año y la cantidad máxima que podemos disponer en un momento dado.

Según Goldberg S.D. (7), el agua que contiene hasta 300 P.P.M., - de cloro es considerada de buena calidad y propia para todo uso. -- Aunque hace varias décadas que se utiliza agua salubre en Israel, no- ha sido posible, sino hasta ahora, utilizar aguas de salubridad rela- tivamente alta (de 2000 a 2500 P.P.M., de cloro).

Holy citado por Guzmán (18), señala algunos parámetros para consi- derar la calidad del agua que se pretenda usar para fines de riego - (Ver Cuadro No. 1).

CUADRO No. 1 Evaluación de la composición química del agua empleada en el riego

Calidad del	Evaporación a los 105°C. (Mg/Lt.)	Contenido de cloro (Mg/Lt.)	Contenido de sulfatos (Mg/Lt.)	Contenido de boro (Mg/Lt.)	<u>Relación</u> Aniones
ADECUADA	500	150	200	0.5	SO ₄ CL
ACEPTABLE	(500-1500)	(150-350)	(200-180)	(0.5-1.0)	CO ₃ SO ₄ CL
INADECUADA	500	350	480	1.0	CO ₃ SO ₄ CL CO ₃

Gómez Pompa (16), menciona una serie de recomendaciones que se -
deben tomar en cuenta en la elaboración de un proyecto de riego por -
goteo.

- 1) El riego por goteo no es recomendable para terrenos salinos. ? ← FALSO
- 2) La profundidad del terreno no afecta en absoluto al riego por goteo; -
pero siempre es necesario cierta capa arable para cada cultivo.
- 3) La topografía no impide los riegos por goteo; aunque los terrenos muy-
accidentados, presentan dificultades para la homogenización de las pre-
siones en las boquillas.
- 4) Además el riego por goteo solo es aplicable a aquellos cultivos muy -
rentables y que tienen una plantación ordenada, con número de plantas-
poco elevado por hectárea.

El mismo autor (16), menciona características que le aseguran ventajas
al sistema de riego por goteo.

1. Ahorro de agua como promedio menciona que se puede evaluar este ahorro
de agua en un 50% del consumo normal de un riego por aspersión.

Y concluye de que por el sistema de humedecer solamente la parte de -
terreno ocupada por la planta:

- a) Forzamos a la planta a desarrollar sus raíces en esa masa de tie-
rra.
- b) No se pierde agua mojando otros espacios de terreno, que se mantie-
nen secos durante todo el período del cultivo.
- c) Las malas hierbas que podrían crecer en esos espacios no nos roban
agua, contribuyendo a su Evapotranspiración a la Atmósfera.

2. Su facilidad de dosificación, se desprende sin más explicación de sus características de riego individualizando planta por planta.
3. Un campo regado por goteo y que se ha tratado convenientemente con herbicidas de pre-emergencia, raramente vuelve a infectarse y esto supone un ahorro importante no solo de producto y mano de obra, sino de energía en las plantas de cultivo que en otras circunstancias deben competir con las malas hierbas ó verse molestados por los herbicidas de post-emergencia.
4. No es de desdeñar la circunstancia de que el agua de goteo no lleva malas hierbas. La pequeñez de los orificios de goteo exige un filtrado prácticamente perfecto del agua, y con este filtrado desaparecen no solo las malas hierbas; sino también sus semillas.
5. Mediante el riego por goteo puede efectuarse la aplicación localizada del agua.

En efecto todos los recursos que ponemos a disposición de la planta quedan situados en la zona de pelos absorbentes de la raíz y por tanto la planta los aprovecha con gran facilidad .

Otras ventajas en el uso del riego por goteo mencionada por la casa Netafim (27). son:

- 1.- Aumento de la producción.
- 2.- Permite uso de aguas salinas.^{OK}
- 3.- Optimo aprovechamiento del agua.
- 4.- Convierte suelos estériles en fértiles.
- 5.- Elimina erosión del suelo

6.- Mínimo coeficiente de evaporación.

7.- Ahorro de mano de obra.

La Comisión Europea de la Agricultura (22), establece otras ventajas en el uso de riego por goteo:

1.- Utilización óptima y economía en los fertilizantes.

2.- Mejor reacción de los cultivos.

3.- Menos malezas y por lo tanto menos necesidad de combatirlas.

4.- Ahorro en plaguicidas y en la lucha contra las enfermedades.

Entre las desventajas que presenta el uso del sistema de riego por goteo se señalan la siguientes: (22).

1.- Propensión a que se destruya el equipo.

2.- Problemas en cuanto a distribución de humedad.

3.- Suelo seco y formación de polvo durante las operaciones mecánicas.

4.- Necesidad de contar con personal de buenos conocimientos técnicos para el proyecto la instalación y el funcionamiento del sistema.

De acuerdo a la Comisión Europea de Agricultura (22), un funcionamiento eficaz de riego por goteo supone ante todo un buen diseño lo cual implica:

1. Una información exacta de la superficie a regar de su abastecimiento de agua, su calidad y naturaleza.

2. El pleno conocimiento de la red de abastecimiento de agua sobre todo en cuanto a calidad de las tuberías, sus dimensiones y presiones disponibles.

3. Un detenido exámen de las necesidades de agua de otras superficies que se abastecen simultáneamente con la misma red.
4. Una buena ubicación del cabezal para facilitar el funcionamiento y el mantenimiento.
5. Una disposición adecuada de sus componentes: Válvula de entrada, com - puerta hidráulica volumetrica, diafragma de presión y válvula de reten - ción, que han de estar más altas que el punto más elevado del sistema; - filtro principal, conjunto de inyección del fertilizante con su filtro - secundario y regaladores de caudal de ser necesario.

B. DESCRIPCIÓN Y MANEJO DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO (26).

1. Generalidades: El sistema de goteo se basa en la dispersión - de agua sobre puntos determinados, humedeciendo el área cercana a la plantación regada mediante un suministro de flujo relativamente bajo.

Esto se consigue por medio de goteros, constituidos para permitir un flujo bajo a través de un paso de agua relativamente amplio.

El número de goteros y el flujo de cada uno de ellos dependen - de las necesidades específicas del cultivo en cuestión y del tipo de suelo.

El sistema de goteo ha sido programado con máxima eficiencia, - para lo cual se han tomado en cuenta las características del - uso al cual está destinado, a fin de asegurarse un estable y parejo suministro de agua a través de los goteros distribuidos en todo el campo.

Para mantener el suministro de agua el mayor tiempo posible de-be prestarse atención a los siguientes puntos: Mantenimiento - y limpieza de los filtros, preservar la presión operativa y limpieza periódica de la red de tubos.

2. Estructura del Sistema:

Los componentes principales del sistema son:

- a) Cabezal de Control.
- b) Sistema de Filtros
- c) Sistema de Regulación de Presión
- d) Tubos Conductores, Divisores y Laterales.

- a. Cabezal de Control que está compuesto por:
- 1) Válvula Central: Que cierra el sistema de goteo de la red de distribución de agua central.
 - 2) Válvula Automática: Que mide la cantidad de agua ha ser utilizada en el riego. El tipo de válvula y su diámetro se determinan de acuerdo a las necesidades.
 - 3) Válvula de Chequeo: Que sirve para prevenir el retorno del agua en sentido contrario en caso de producirse succión alguna en el sistema general de agua.
 - 4) Sistema de Fertilización:
 - 4.a Sistema de tubos para los fertilizantes: Los tubos son de plástico reforzado y su diámetro varía de acuerdo con las condiciones requeridas. En una red promedio existe un tubo conectado con el centro de control mientras que otro se conecta al tanque de fertilizantes.
 - 4.b Válvula intermedia: Que sirve para crear diferencia de presión necesaria destinada a poner en funcionamiento el tanque de fertilizantes.
 - 4.c Válvula de vacío: Que provee de aire al sistema en caso de producirse succión. (Ver Fig. No. 1)
 - 5) Sistema de control de la presión: Permite el control de la presión que entra al sistema, y de la caída de la presión que pone en funcionamiento el sistema de fertilización, como también controla la caída de presión provocada por la obturación de los filtros.

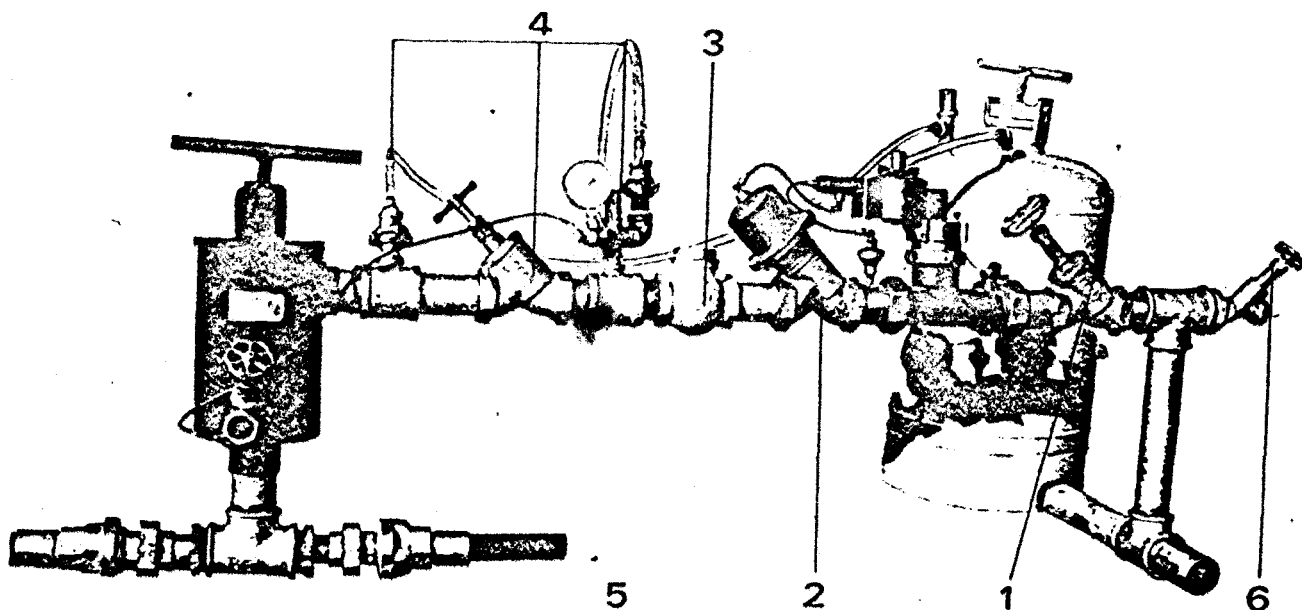


FIG. No 1. CABEZAL DE CONTROL Y SUS COMPONENTES

- 1) Válvula central o principal
- 2) Válvula automática
- 3) Válvula de chequeo
- 4) Sistemas de fertilizantes
 - a. sistema de tubos para el fertilizante
 - b. válvula intermedia
 - c. válvula al vacío
- 5) Sistema de control de la presión
- 6) Válvula pequeña de 3/4 a 1"

Este sistema consiste de: Un manómetro medidor de presión un tubo de presión de 5 mm. de diámetro y una válvula de triple uso que permite el control de la presión en dos puntos directos mediante el empleo de un solo manómetro.

Esta válvula libera toda presión que se ejerza sobre el manómetro una vez realizado los controles y contribuye a prolongar su funcionamiento.

6) Válvula pequeña de 3/4" a 1", instalada al lado de la válvula principal que permite el aprovisionamiento de agua cuando el sistema no funciona, esta válvula es útil para el lavado de los filtros, llenados del tanque de fertilizantes.

b. Sistema de Filtros: Se han desarrollado filtros adecuados para cada tipo de agua a utilizar en riego por goteo. Mediante este sistema de filtrado puede regarse por goteo con aguas de estanques, aguas negras semipurificadas, pozos, rios y lagunas.

Este sistema es uno de los componentes más delicados del sistema de goteo y reviste pues la mayor importancia su cuidado y limpieza permanente.

Cuenta con uno ó más filtros, de acuerdo con el tipo de agua y el suministro por hora requerido. En el caso de agua de alta calidad se emplea solo el filtro de red. En aguas que contienen arena, herrumbre y otros materiales orgánicos se agrega por lo general un filtro adicional, adecuado al caso de que se trate y puede ser el filtro de grava o el hidrociclón. Estos filtros se encuentran ubicados antes del filtro de red, siendo este último imprescindible.

- 1) Filtro de red: Este es un cilindro metálico que contiene dos - piezas de filtrado de material plástico recubierto con una malla de acero inoxidable. (Ver Fig. 2b).

 - 2) Filtro de pedregullo ó de grava: Este es un cilindro metálico - grande instalado en posición vertical, el cual contiene una capa de basalto molido, el agua entra al filtro por su parte superior y mediante el uso de presión sale por la parte inferior del mis- mo a través del basalto, la operación del filtrado se efectúa - con el paso del líquido por el material basáltico. El filtro - exige un constante lavado enviando agua en dirección opuesta a - la de su funcionamiento normal. El filtro para grava es apto - en especial para aguas que contienen una apreciable cantidad de - materiales orgánicos ó herrumbres. (Ver Fig. 2a.)

 - 3) Hidrociclón: Es una centrífuga muy útil para separar la arena - de aguas que contienen altos porcentajes de arena. (Ver Fig. 3).
- c. Reguladores de Presión: Este sistema cuenta con uno ó más regula - dores con el fin de mantener constante la presión requerida por - los goteros. Existen cuatro tipos de reguladores de distinto -- diámetro que se ajustan a todo tipo de flujo, en la Fig. 4, se - observan dos tipos de reguladores de presión.
- Goldberg, S.D. (8), menciona que los reguladores de presión se - emplean para mantener uniformes las presiones y eliminar las dife - rencias de presión entre unos aspersores y otros.

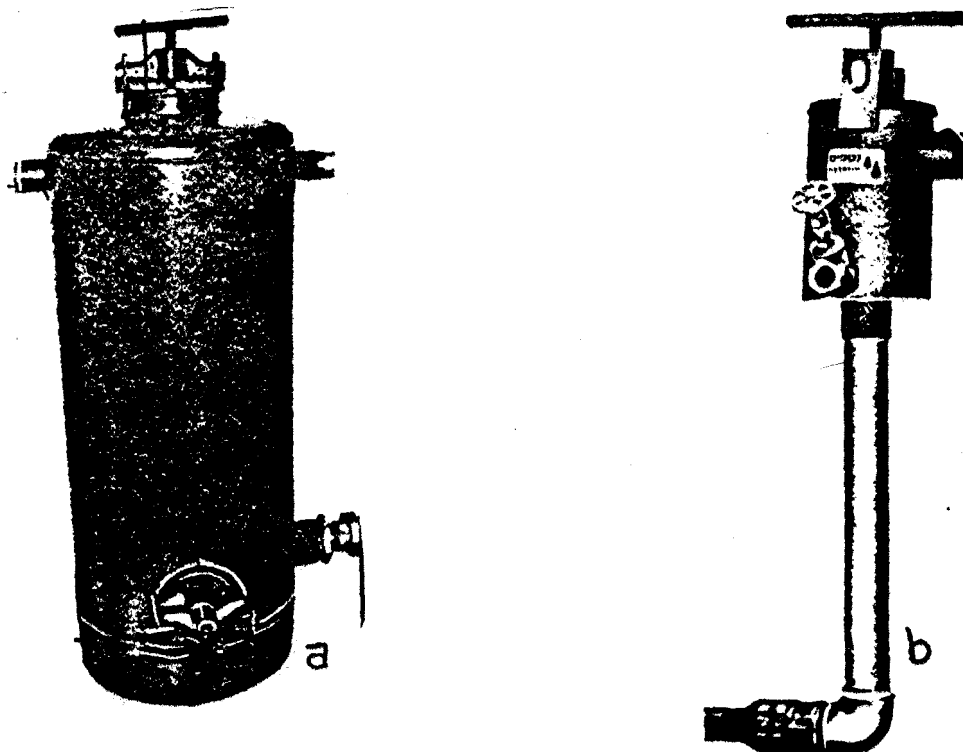


FIG. No 2. FILTROS PARA AGUA DE DIFERENTES CALIDADES

- a) Filtro de grava o de pedregullo para aguas negras semipurificadas y de estanques.
- b) Filtro de red: para aguas de pozos, rios y lagunas.

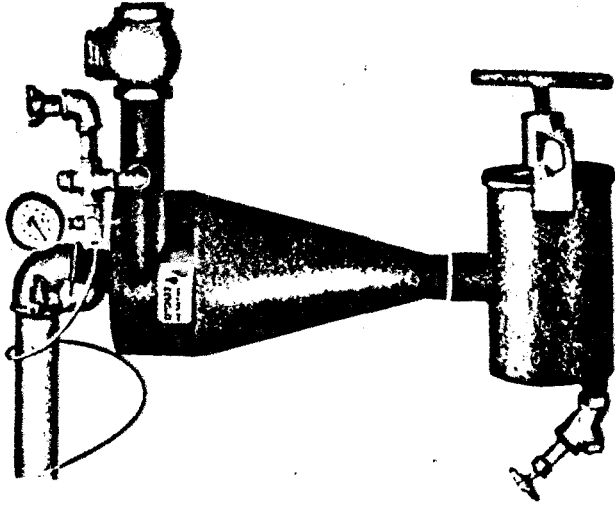


FIG. No 3.- FILTRO HIDROCICLON PARA DECANTAR ARENA

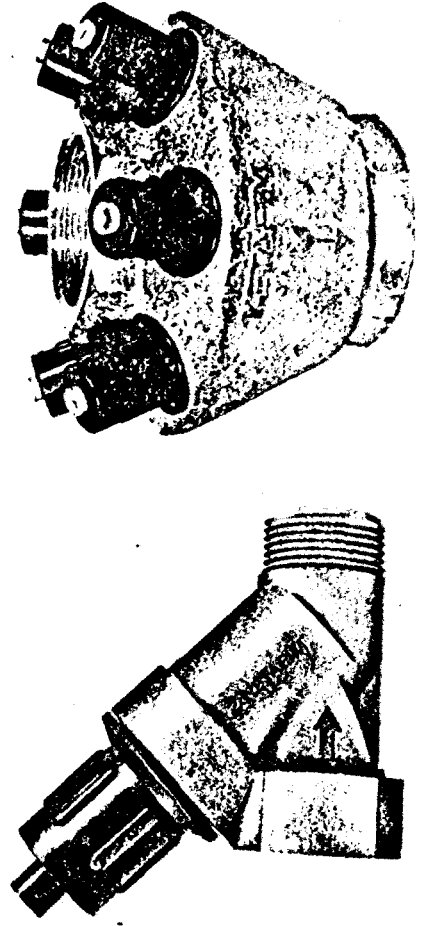


FIG. No 4.- REGULADORES DE PRESION.

4/13

d. Conductores, Divisores y Laterales: (Fig. No. 5)

1) Tubos Condutores:

En su mayoría de polietileno con diámetro relativamente grande, y que tiene la misión de conducir el agua desde el centro de control hacia las distintas partes de la red de riego.

2) Tubos Divisores:

Tubos de polietileno a los cuales se unen los laterales con goteros.

3) Tubos Laterales:

Son de plíetileno y poseen un diámetro pequeño, sobre estos tubos se instalan los goteros a distancias determinadas, de acuerdo al cultivo que se piensa irrigar.

3. INSTRUCCIONES PARA EL MANEJO DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO.

a. Usos para riego:

Antes de operar el sistema para el riego hay que verificar que los filtros esten limpios y la presión correcta. ✓

No debe usarse el equipo sin antes efectuar las verificaciónes mencionadas.

b. Preservación de la presión correcta: ✓

En el estudio de la red de riego a instalar figura una "presión mínima" antes del filtrado que llamaremos A, y una presión mínima después del filtrado que llamaremos B.

Ambas presiones A y B, pueden medirse mediante el empleo de un medidor de presión, moviendo en ambas direcciones la llave situada debajo del mismo (La posición media sirve para interrumpir -

la acción del medidor de presión). La presión A, es la necesaria para asegurar la marcha de todo el sistema. La presión B, es la más importante para el riego, no debe ponerse en marcha el sistema hasta que el medidor no indique, que se ha logrado la presión B, por lo menos el mínimo indicado en las instrucciones.

La presión alta no indica mayores riesgos, siempre que se mantenga dentro de límites normales. // Para un eficaz funcionamiento del sistema de riego hay que cuidar que las diferencias de presión antes y después del filtro no sea superior a 6 metros. Si la presión B, se encuentra por debajo del mínimo requerido hay que cerrar el paso de agua y buscar la causa de la baja presión. No olvidar que el funcionamiento del sistema a una presión que esté por debajo del mínimo, impide y perturba el funcionamiento de los reguladores y el suministro de agua a toda la red de riego.

c. Limpieza y mantenimiento de los filtros del sistema. /

- 1) Se elimina el agua contenida en el filtro abriendo la válvula del mismo, situada en la parte inferior.
- 2) Abra la tapa y saque los dos cilindros.
- 3) Elimina la suciedad acumulada en la malla del filtro con un chorro de agua empleando un tubo de diámetro pequeño, cuanto más fuerte sea el chorro mas eficaz será la limpieza, ayude con las manos ó con un cepillo.
- 4) Revise el estado de las mallas, cualquier falla ó agujero impone el cambio inmediato del cilindro y su reparación.

Ultimamente se a puesto de venta un nuevo material de pegar destinado a la reparación de filtros. Todo agujero, rayadura ó rajadura de la malla puede ser reparada por el interesado. Conviene tener una reserva de este material para los casos de urgencia.

- 5) Cubra el orificio PVC, en el interior del cilindro abra la válvula de lavado y deje entrar un poco de agua en el filtro cepillando al mismo tiempo el orificio posterior con movimiento -- circular. En poco tiempo quedará limpio y toda la suciedad -- acumulada será eliminada por la acción de la válvula.
- 6) Cierre el paso de agua, quite la tapa del orificio y cierre la válvula de lavado, una vez que se ha eliminado toda el agua -- acumulada en el filtro introduzca las mallas, cierre la tapa -- con cuidado haciendola coincidir con el orificio superior.
El filtro queda de esta manera nuevamente listo para la acción.

d. Tanque de fertilización y uso de los fertilizantes.

- 1) Principios Básicos: El funcionamiento se basa en la diferencia de presión, entre la entrada y salida del tanque, lo que provoca la entrada de agua e impulsa los fertilizantes a desplazarse hacia la red de riego.

La presión requerida se obtiene cerrando la válvula intermedia -- hasta que se produzca la diferencia de presión que se busca.

- 2) Tiempo de vaciado del tanque: Este depende tanto de la caída de presión como del diámetro de los tubos conductores del y hacia el tanque. El tiempo difiere en cuanto al fertilizante sea líquido ó sólido.

En caso de fertilizante líquido, el tanque se vacía cuando hay cuatro veces un cambio del agua que contiene.

- 3) Aplicación del fertilizante: Esta se efectua de acuerdo a las etapas siguientes:

- Se elimina toda el agua contenida en el tanque.
- Se llena el tanque con la cantidad requerida de fertilizantes -- (Líquido ó Sólido).
- Se pone en funcionamiento la red. Se esperan algunos minutos hasta que se llene de agua y mida luego las presiones por medio de la válvula triple. Enderese la llave de la válvula en el punto que indica la medida de presión. Cerrando la válvula intermedia despaciosamente, luego se baja la presión unos 2 - 3 metros y se asegura en esta posición por medio de la palanca fijada a la misma. De esta manera queda fijada la caída de presión requerida para el fertilizante.
- Cierre el paso de agua y conecte los tubos del tanque de esta manera el tubo de entrada al tanque que está antes de la válvula intermedia y el tubo de salida de la válvula intermedia.

- 4) Instrucciones para el uso de fertilizantes y otros productos químicos. (En el Cuadro No. 2).

A continuación se dá una lista de fertilizantes recomendados - y fertilizantes cuyo empleo está limitado en el sistema "Neta - fim" de riego por goteo.

CUADRO No. 2FERTILIZANTES APTOS PARA EL SISTEMA NETAFIM DE RIEGO POR GOTEO

<u>TIPO DE FERTILIZANTE</u>	<u>LIMITACIONES</u>
Amonio Líquido Nítrico	Ninguna.
Amonio Sulfúrico	No debe emplearse en agua- de Pozo Saladas, del desier- to ó de cualquier otro lu- gar de donde las aguas con- tienen calcio en proporció- nes de más de 70 mgr./L.
Mezcla Sulfúrica	No hay suficientes resulta- dos todavía.
Urea	Ninguna.
Potasio Nítrico Cristalino	Ninguna.
Potasio Nítrico Líquido	Ninguna.
Potasio de Cloro Cristalino	Requiere un filtrado adicio- nal en el tanque de fertili- zantes.
Potasio de Cloro Líquido	Ninguna.
Fertilizantes NPK, con ó sin micro--elementos (20-20-0) ú otras fórmulas.	La concentracion debe de - ser de 1:100. La temperatu- ra del agua en el acto de - fertilizar no debe superar- los 50°C. Hay que hacer la operaci6n- en horas tempranas de la ma- ñana.
Fertilizante N-K, sin contenido fosfórico con ó sin micro-elemen- tos (24-0-24) ú otras fórmulas.	Ninguna.
Fertilizante compuesto (8-24-20)	Esta prohibido emplear una - concentraci6n superior de - 1:500.
Sekuestrin de Hierro	Ninguna.
Sekuestrin de Zinc.	Ninguna.

5) Filtrado adicional en el tanque de fertilizantes

Si se emplea fertilizante impuro como potasio clórico, es mejor hacer un filtrado adicional en el tanque fertilizador. Este tanque puede ser adaptado para un filtrado adecuado mediante la introducción de pequeñas modificaciones.

6) Fertilizantes cuyo empleo está prohibido en el sistema Netafim-
de riego por goteo:

Potasio de Calcio

Amoníaco Diluido

Nitrato Potásico de Calcio

Cloruro de Potasio en Polvo

Potasio Sulfúrico

Superfosfato

Sulfuro de Zinc, Nitrato de Zinc

Sulfuro de Hierro y otros micro-elementos.

7) Productos contra malezas, hongos, aptos para este sistema.

Metílbromuro, Formalín, Nambarum, Milkrab, Simazín Líquido, Haiber X, Terpelen.

8) Método de Fertilización

- No debe ponerse en funcionamiento el equipo fertilizador antes que el sistema llegue a la presión requerida para operar.
- Hay que asegurarse de enviar agua a la red de tubos durante una ó dos horas una vez finalizada la operación de fertilizado.

4. CUIDADO Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO.

a. Limpieza de los filtros.

Hay que limpiar los filtros antes de cada operación de riego - como ya se ha explicado más arriba. Si las aguas están muy su cias y los filtros se obturan con facilidad hay que hacer la - limpieza con mayor asiduidad.

b. Verificación del estado de las redes de filtrado.

Luego de la limpieza de los cilindros hay que revisar minucio- samente el estado de las redes, si se descubre agujero ó raja- dura alguna hay que cambiar de inmediato el cilindro y enviar- el defectuoso a reparación.

c. Presión normal de funcionamiento.

Como ya se ha explicado hay que controlar la presión durante - toda la operación. Si la presión baja por obturación de los - filtros hay que limpiarlos; si la presión cae por una baja ge- neral en el sistema hay que suspender de inmediato la opera - ción de riego.

d. La limpieza de los tubos.

Tanto los conductores como los divisores y los laterales revis- te la mayor importancia; la asiduidad depende en primer término del grado de pureza del agua de riego. En agua limpia es sufi- ciente hacerlo dos veces por año, y en agua sucia hay que hacer- lo hasta dos veces por semana. La limpieza de los tubos se ha- rá del modo siguiente:

- 1) Introduzca agua en la red de riego por los extremos de los tu -
bos conductores y divisores introduzca en ellos agua por lo -
menos durante 2 ó 3 minutos.
- 2) Luego de la limpieza de los conductores hay que limpiar los -
tubos laterales.
- 3) Introduzca en los tubos laterales agua durante dos minutos -
por lo menos, abriendo los tapones finales uno a uno en toda -
la superficie cultivada y una vez terminada volver a cerrar -
los en el mismo orden en que fueron abiertos.
- 4) Una vez que se ha cerrado todo el sistema, verifique el fun -
cionamiento normal de todos los goteros.

5. ATENCION AL FIN DE LA TEMPORADA.

- a. Limpieza de los tubos.
- b. Engrasar todas las uniones móviles y tornillos en el centro -
de control, los filtros y el tanque fertilizador.
Hay que aceitar asimismo el cono de la válvula triple.
- c. Sacuda los laterales con goteros; si la red es fija hay que -
recorrer a todo lo largo de los laterales y sacudirlos para -
eliminar todo polvo ó malezas que puedan haberlos cubierto.
- d. Si la red es móvil hay que adoptar el siguiente procedimiento:
Limpieza a fondo como ya se ha explicado.
Hay que cortar (no arrancar), las líneas laterales, enrrollar -
las y atarlas; cerrar los orificios con tapones de plástico.
Es conveniente dejar en el lugar los tubos conductores y los -
divisores.

En caso de que esto sea imposible ó de que se les destine a otros usos, hay que enrollarlos, cerrar los orificios y almacenarlos a la sombra.

- b. Lavado y limpieza del sistema de filtros.
- c. Eliminar la presión sobre los filtros y el tanque fertilizador.

6. ATENCIÓN A PRINCIPIOS DE LA TEMPORADA.

- a. Limpieza a fondo de los tubos conductores, divisores y laterales del sistema de goteo.
- b. Lavado y limpieza a fondo de los filtros y revisión de las redes.
- c. Aceitar todos los tornillos en el cabezal de control y las piezas móviles en la válvula triple.
- d. Revisión de los equipos de medición de la presión y el medidor de presión.
- e. Poner en funcionamiento el sistema y revisar los tubos y los goteos.
- f. En caso de que las redes hayan sido trasladadas a distinto lugar hay que realizar una limpieza a fondo y esto reviste particular importancia en regiones arenosas donde bien puede la arena filtrarse dentro de los tubos durante la operación de traslado.

7. TRASLADO DE LAS REDES DE GOTEO EN ZONAS ARENOSAS DE TEMPORADA EN TEMPORADA.

Al finalizar la temporada se debe actuar de acuerdo con las instrucciones relativo al cuidado y mantenimiento del sistema. Se debe cuidar en particular que no se infiltre arena en el sistema.

Esto se hace cerrando de inmediato todo tubo que se haya abierto - o cortado antes de haberlos enrollado. No hay que dejar ni un so lo minuto tubos sin taponar. Al extender la red la temporada si - guiente se debe lavar bien todos los componentes del sistema uno a uno en el siguiente orden:

- a. Centro de Control
- b. Tubos Conductores.
- c. Tubos Divisores.
- d. Tubos Laterales de Goteo.

8. DESCRIPCION DE OTROS AUTORES DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO.

Para Gómez Pompa (16), los sistemas de goteo se extienden para el riego de hortalizas y son las que mejor permiten la amortización - de este sistema.

Como la red de tubos ha de ser muy tupida es conveniente que las - tuberías de distribución sean de $\frac{1}{2}$ " y se situen entre sí a distan- cias variables pero podrían ser en unos 5 metros como término me - dio dependiendo del marco de la plantación.

De estas tuberías de distribución se derivan tubos más finos de -- 4-5 mm. de diámetro interior que son los que llevan las boquillas - de goteo. Los tubos se tienden en tierra ó bien se apoyan en lige - ros soportes para evitar que obstruyan con partículas de polvo los surtidores. Aunque en otro sistema de colocación de tubos se tien - de a situar los emisores entre las plantas en el centro del mismo - pareciendo que tiene la ventaja de no mojar la hortaliza. (Pero - no se recomienda para suelos arenosos).

Como las hortalizas necesitan unitariamente una pequeña cantidad de agua, las boquillas surtidoras deben ser pequeñas y arrojar - cantidades que se sitúan entre los "3 y los 8 litros/h".

El cierre de las tuberías en su extremo puede hacerse mediante - un tapón ó por una brida ciega. Pero el más simple es el que - consiste en un dobléz del tubo sujeto por un anillo de hierro ó - plástico, que es económico y manejo sencillo, aplicable a todos - los sistemas y se abre con facilidad para efectuar la limpieza - de tubería. También describe el sistema de riego por goteo de la manera siguiente:

Emisor es todo dispositivo que permite que el agua salga de las - tuberías para mojar el terreno y es aquí donde se concentran mu - chas dificultades de funcionamiento que puede tener el equipo de - riego y se sintetizan en dos puntos fundamentales.

- ① Obstrucción por causas diversas.
- ② Dificultad de acomodación del caudal ante una variación de - las condiciones de riego.

Y clasifica a los emisores en los grupos siguientes:

- a) Goteadores simples.
- b) Emisores de husillo.
- c) Rociadores ó esculpadores.
- d) Pequeños aspersores con movimiento en alguno de sus elemen - tos.
- e) Emisores de manguito.

Los goteadores simples pueden ir atornillados a la pared del tubo-

ó fijos a él por medio de un encaje a presión.

La casa Netafim (27), clasifica a estos goteros en tres tipos - principales:

- 1) De línea: Para cultivos en hileras, frutales, viñedos, cítricos, etc.
- 2) Botón de inserte: Para cultivos de intervalos irregulares, fore tación ó jardines.
- 3) Botón de almacigo: Para irrigación individual de macetas y alma cigos. (Ver Fig. No. 6).

TUBERIAS DE TRANSPORTE. A partir del sistema de filtrado, el -- agua se conduce con unas tuberías que presentan pocas ó ninguna - derivación. El material de que se construye dependen generalmente de la magnitud del sistema de riego y del calibre necesario. - Suele usarse fibrocemento con juntas Gibault ó Supersimplex, para calibres superiores a 100 mm. a veces se emplea cloruro de polivini lo.

En calibres menores ó iguales a 3 pulgadas que se miden en milíme tros se usa mucho polietileno por la facilidad que tiene para elten dido mecánico y la presentación en longitud de 100 ó más metros, lo que supone una disminución grande del número de juntas. Las -- ventajas técnicas del polietileno consiguen superar la gran diferencia de precio con el cloruro de polivinilo. Y este material es muy empleado en calibres hasta de 100 metros.

TUBERIAS DE DISTRIBUCION: Las tuberías de distribución se derivande las de transporte, y llevan incorporados los anillos de goteo, -

los pulverizadores ó boquillas. Es muy corriente que estas tuberías de distribución se lleven por la superficie del terreno, adaptandose a la anchura de las calles de los cultivos que se implantan, e incluso variando dentro de ciertos límites el marco de plantación y riego. El sistema de riego por goteo ha sido usado en diversos experimentos en el desierto de Arava en Israel, y algunos autores lo describen de la manera siguiente: (4,5,6,8,14).

1. Un cabezal que incluye: acoplamientos de agua, medidor indicador de presión, conexiones a un dispositivo fertilizador.
2. Tuberías de conducción de tamaño apropiado que esté de acuerdo con la distancia y la descarga.
3. Tuberías de distribución de pequeño diámetro de (12-16 mm.), conectados a las tuberías de conducción.
4. Boquillas de goteo que pueden construirse de diversas maneras. En principio consisten en una perforación ó un serpentín de estancamiento que permite que el agua salga lentamente del sistema en forma de gotas, sin presión. La descarga de las boquillas de goteo varía entre 2 y 10 litros por hora.
5. Dispositivo de fertilización conectado al cabezal, a través del cual pasa de $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{5}$, del total del agua en el sistema, esta agua lleva disuelto el fertilizante.

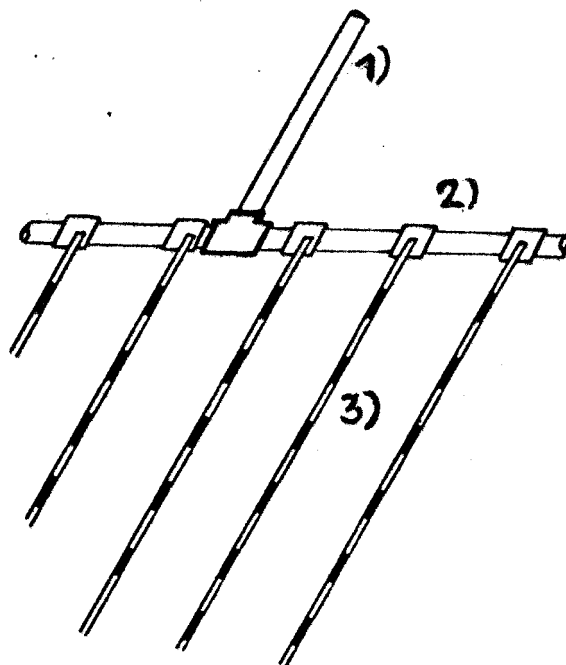
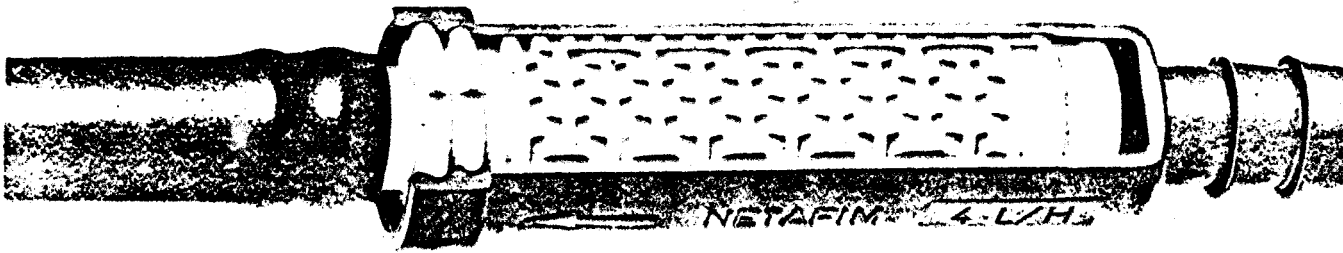
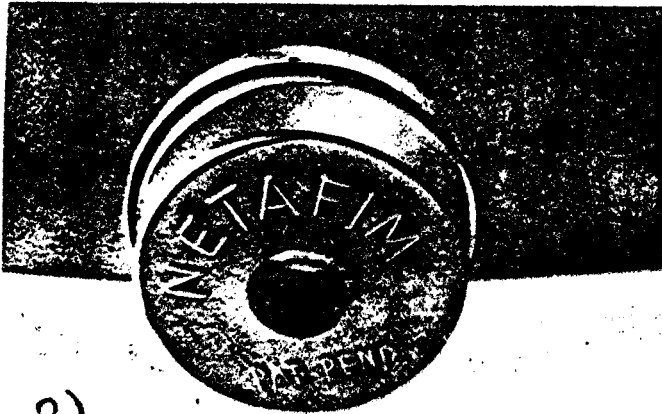


FIG. No 5.- DISTRIBUCION DE LA TUBERIA

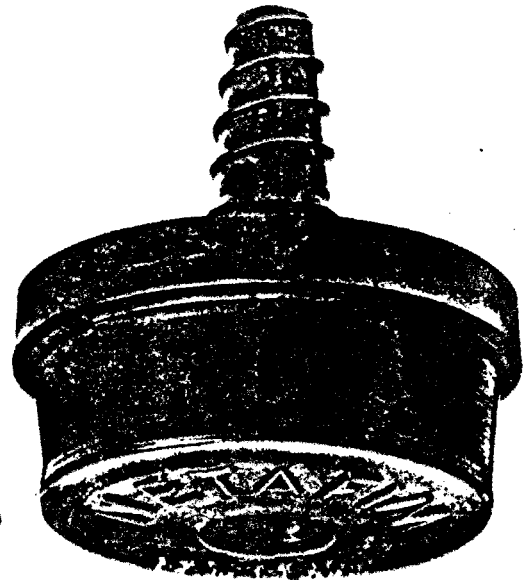
- 1) Tubos conductores
- 2) Tubos divisores
- 3) Tubos laterales



1)



2)

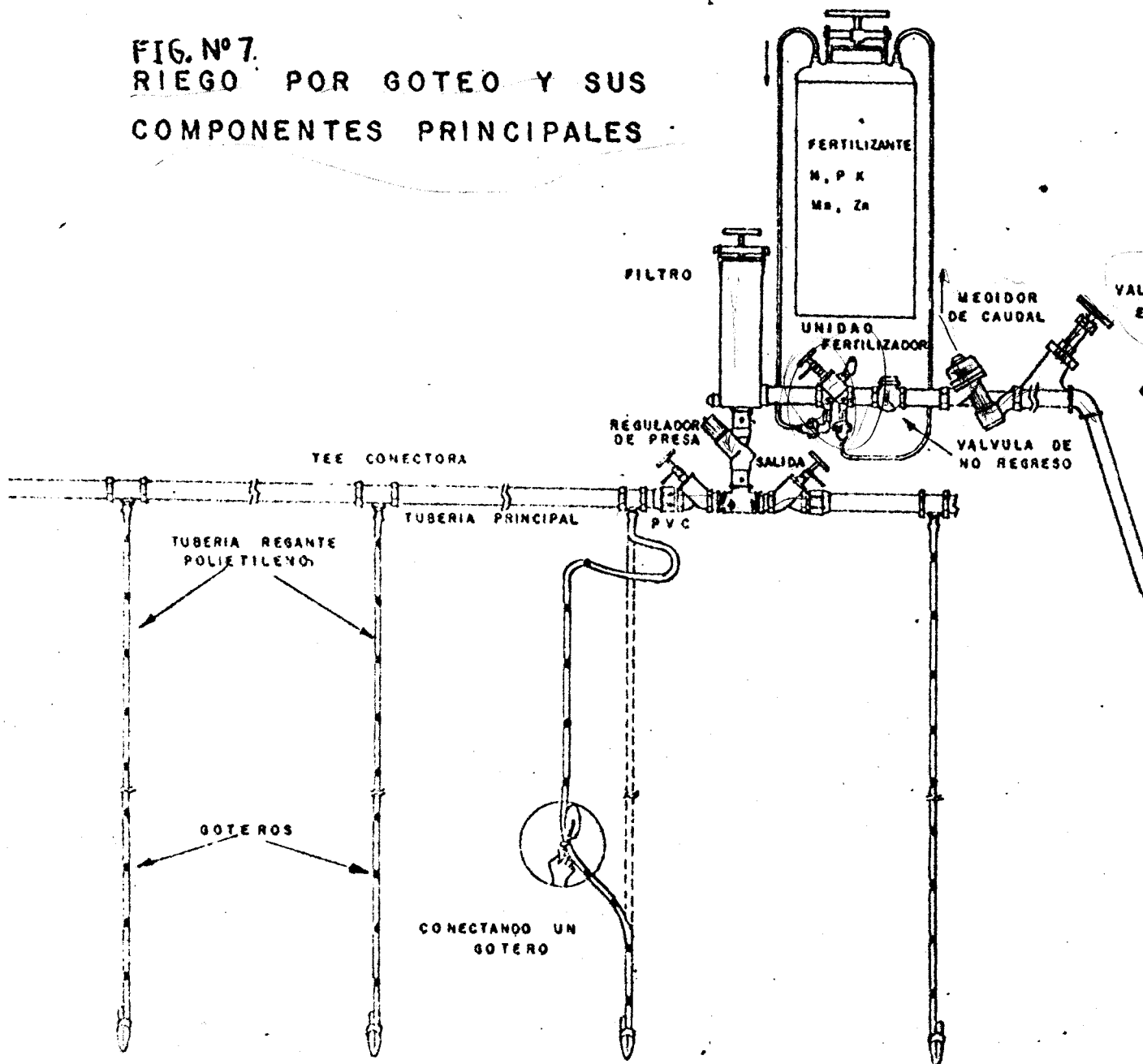


3)

FIG. No 6.- DIFERENTES TIPOS DE GOTEROS:

- 1) De línea: para cultivos en hileras, frutales, viñedos, cítricos etc.
- 2) Botón de inserte: para cultivo de intervalos irregulares, forstación o jardines.
- 3) Botón de almácigo: para irrigación individual de macetas y almacigos.

FIG. Nº 7.
RIEGO POR GOTEO Y SUS
COMPONENTES PRINCIPALES



C. DATOS TECNICOS UTILIZADOS PARA DISEÑAR UNA RED DE RIEGO POR GOTEO.

En el cuadro No. 3, se presentan las pérdidas de presión deducidos por las variables distancias entre goteros y largo de tubería. - Netafim (23).

En la Fig. No. 8, se presenta la relación existente entre el flujo y la presión de los goteros. Netafim (23).

En la Fig. No. 9, se menciona una serie de características para - motobombas de diferentes potencias. Crane Deming (1).

En los cuadros No 4 y No. 5, se proporciona información sobre pé-r-d-i-d-as por fricción, en tuberías de 1 y 2 pulgadas, para distintos materiales y flujo. Sta. Rite (28).

En los cuadro No. 6 y No. 7, se presentan datos de importancia -- técnica. Hurd, Clarence (19).

En el cuadro No. 6, se muestran las necesidades diarias de uso má-x-i-m-o de varios cultivos (Para el Oeste de los Estados Unidos).

En el cuadro No. 7, se presentan datos del valor del factor (F), - que se utiliza para calcular pérdidas por fricción en tuberías con salidas multiples.

En la Fig. No. 7, se presentan los componentes principales de un - sistema de riego por goteo. (17).

Goldbert y Rimón (12), menciona que la fórmula $JC = K.E.A$, es usa-da para calcular el uso consuntivo, en mm. por día; en donde EA, - es la cantidad que se evapora de un tanque tipo A. en mm. por día y K, es el coeficiente de las plantas cultivadas el cual denota - principalmente la densidad de follaje y recomienda el uso de los-

siguientes valores de K.

Hortalizas	K-	0.75
Caña de Azucar	K-	0.90
Vides y Frutales Caducifolios.	K-	0.50
Citrícos, Aguacates y otros árboles Sub-Tropicales	K-	0.60
Platanos, Papayos y otros arbolillos tropicales.	K-	0.70

GOTERO 164

DISTANCIA ENTRE GOTEROS METROS.

Largo	0.40	0.50	0.80	1.0	1.25	1.50
20m	0.40	0.15	0.1	0.0		
25m	0.60	0.35	0.15	0.05		
30m	0.95	0.6	0.25	0.1	0.1	
35m	1.45	0.9	0.35	0.2	0.15	
40m	2.0	1.3	0.5	0.3	0.2	
45m	2.7	1.75	0.75	0.45	0.3	0.2
50m	3.45	2.25	0.95	0.6	0.4	0.3
55m		2.8	1.2	0.75	0.55	0.35
60m		3.45	1.5	0.95	0.65	0.45
65m			1.8	1.2	0.85	0.6
70m			2.1	1.4	1.0	0.7
75m			2.5	1.7	1.2	0.85
80m			2.95	2.0	1.35	1.0
85m			3.4	2.3	1.55	1.15
90m			3.9	2.65	1.8	1.35
95m				3.0	2.0	1.5
100m				3.4	2.3	1.75
105m				3.8	2.6	1.9
110m					2.9	2.15
115m					3.25	2.4
120m					3.6	2.65
125m						2.9

CUADRO No. 3 DATOS DE PERDIDAS DE PRESION EN TUBOS DE 16 mm. DE DIAMETRO CON GOTEROS QUE EMITEN 4 LTO/H, SEGUN LONGITUD Y ESPACIAMIENTO ENTRE GOTEROS.

CUADRO No. 4 CUADRO DE PERDIDAS POR FRICCIÓN PARA TUBERIAS QUE PRESENTAN UNA PULGADA DE DIAMETRO (POR CADA 100 PIES).

FLUJO GPM.	A C E R O	C O B R E	P L A S T I C O
2	0.59	0.345	0.322
3	1.26	0.732	0.680
4	2.14	1.24	1.15
5	3.42	1.88	1.75
6	4.54	2.63	2.45
8	7.73	4.50	4.16
10	11.70	6.77	6.31
12	16.40	9.47	8.85
14	21.80	12.60	11.80
16	27.90	16.20	15.10
18	34.70	20.10	18.70
20	42.10	24.40	22.80
22	50.20	23.80	27.10
24	59.0	34.0	31.90
26	68.40	39.70	36.90
28	78.50	45.50	42.50
30	89.20	51.60	48.10
35	119.0	65.70	64.80
40	152.0	88.0	82.0
45	189.0	109	102.0

CUADRO No. 5 CUADRO DE PERDIDAS POR FRICCIÓN PARA TUBERIAS QUE PRESENTAN DOS PULGADAS DE DIAMETRO (POR CADA 100 PIES).

FLUJO GPM	2"		
	A C E R O	C O B R E	P L A S T I C O
10	0.431	0.268	0.233
15	0.914	0.569	0.495
20	1.55	0.962	0.839
25	2.35	1.45	1.27
30	3.29	2.03	1.78
35	4.37	2.71	2.36
40	5.60	3.47	3.03
45	6.96	4.31	3.76
50	8.46	5.24	4.57
55	10.10	6.22	5.46
60	11.90	7.34	6.44
70	15.80	9.78	8.53
80	20.20	12.50	10.90
90	25.1	15.60	13.60
100	30.50	18.90	16.50
110	36.40	22.50	19.70
120	42.70	26.60	23.10
130	49.60	30.70	26.80
140	56.90	35.20	30.60
150	64.70	40.10	35.00
160	72.80	45.10	39.30
200	110.0	68.00	59.40

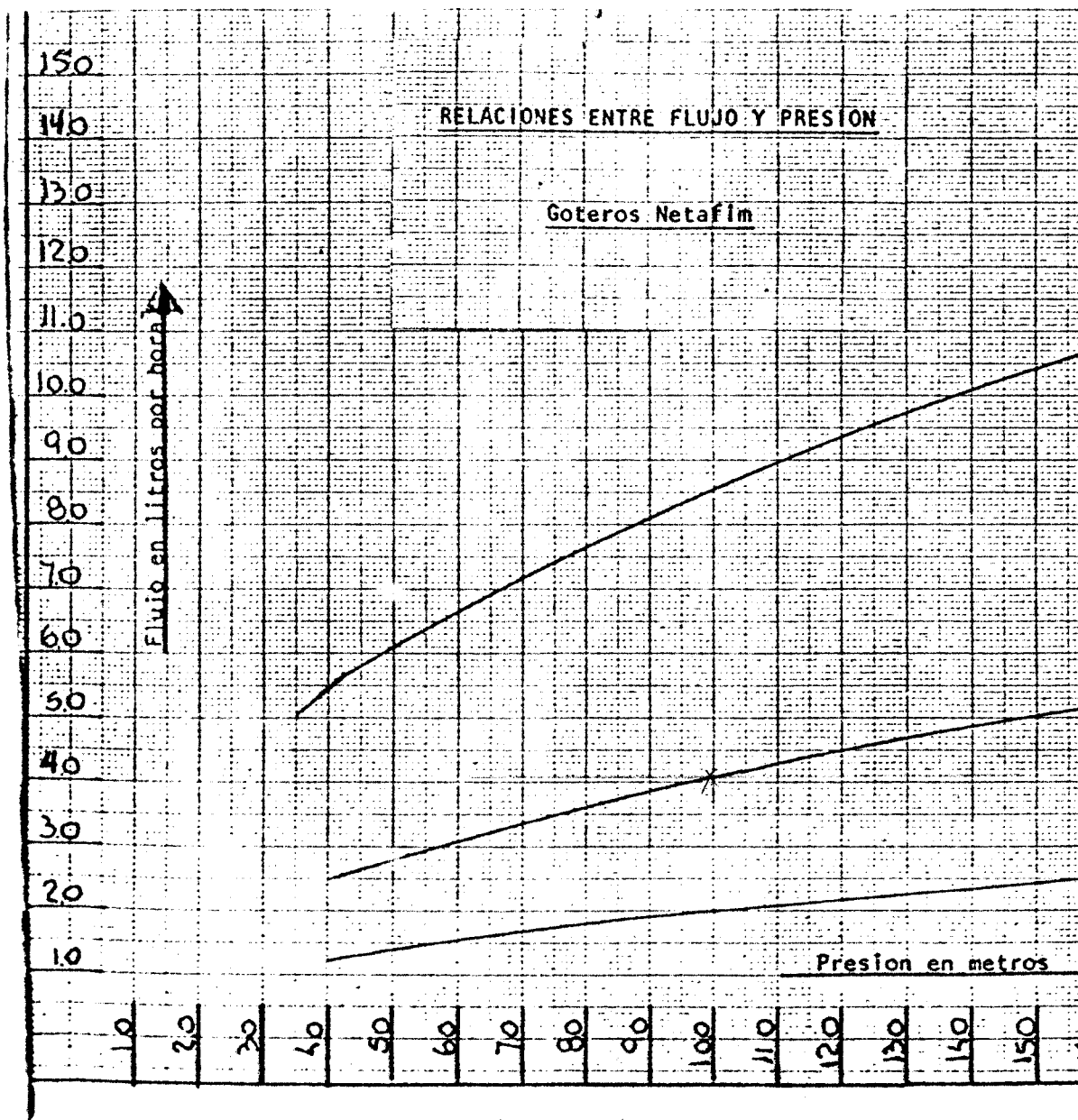
CUADRO No. 6 NECESIDADES DIARIAS DE USO MAXIMO
(GAMA DE VALORES PARA EL OESTE DE LOS E.E.U.U.).

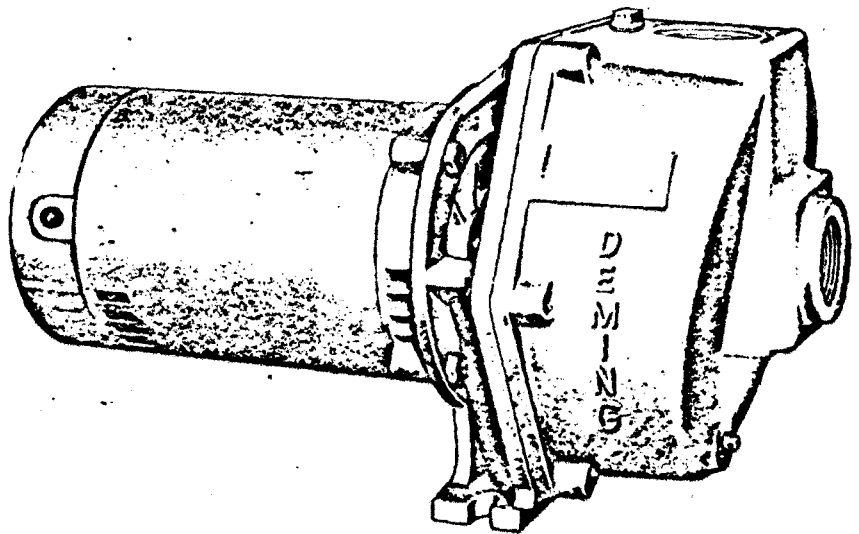
CULTIVO	CENTIMETRO/DIA	PULGADA/DIA.
ALFALFA	.68 a .89	.27 a .35
MAIZ	.35 a .63	.14 a .25
ALGODON	.68 a .79	.27 a .31
LINO	.63 a .71	.15 a .28
GRAMINEAS	.38 a .53	.15 a .21
VID	.48	.19
AGUACATE	.48	.19
CITRICOS	.33 a .53	.13 a .21
FRUTOS DECIDUOS	.56	.22
PASTOS	.74 a .81	.29 a .32
PATATA	.63 a .74	.25 a .29
REMOLACHA	.51 a .63	.20 a .25
TOMATE	.51	.20
HORTALIZAS DE MERCADO	.51 a .66	.20 a .26

CUADRO No. 7. FACTOR (F) PARA CALCULAR PERDIDAS POR FRICCIÓN EN TUBERIAS CON SALIDAS MÚLTIPLES.

NUMERO DE SALIDAS	VALOR DE F	NUMERO DE SALIDAS	VALOR DE F
1	1.000	19	0.372
2	0.634	20	0.370
3	0.528	21	0.369
4	0.480	22	0.368
5	0.451	23	0.367
6	0.433	24	0.366
7	0.419	25	0.365
8	0.410	26	0.364
9	0.402	27	0.364
10	0.396	28	0.363
11	0.392	29	0.363
12	0.388	30	0.362
13	0.384	31	0.361
14	0.381	32	0.360
15	0.379	35	0.359
16	0.377		
		40	0.357
17	0.375	40	0.356
18	0.373	50	0.355

FIG. No. 8. RELACION ENTRE FLUJO Y PRESION DE LOS GOTEROS





3450 RPM — SP. GR. = 1.0

Fig. 3361 Unit No.	Motor H.P.	Section and Discharge Inches	Approx. Wgt. Pds.	Total Head in Feet																		
				20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120								
				Capacity in G.P.M.																		
1	3/8	1 1/2"	50	65	48	25																
2 ✓	7/8	1 1/2"	55	84	70	53	29															
3	3/4	1 1/2"	60		96	76	50	18														
4 ✓	1	1 1/2"	65		115	94	67	35														
5	1 1/2	2"	70		130	107	85	52														
1A	3/8	1 1/2"	50		50	35																
2A	1/2	1 1/2"	55		60	48	31															
3A	3/4	1 1/2"	60		73	65	52	37	10													
4A ✓	1	1 1/2"	65				49	43	41	36	30	23	13									
→ (5A) ✓	(1 1/2)	(2")	(70)				(68)	66	62	56	50	41	30	10								
6A ✓	2	2"	75				79	74	68	61	54	44	33	20								

FIG. No 9.- CARACTERISTICAS TECNICAS DE VARIOS TIPOS DE MOTOBOMBAS

D. EXPERIMENTOS DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO APLICADO A HORTALIZAS EN GENERAL.

Considerando una aplicación en el futuro del diseño que se presenta, se cree conveniente anexar la información que a continuación se expone, con el propósito de que sirva como un adelanto para la ejecución de algunos trabajos con hortalizas manejados y evaluados bajo sistemas de riego por goteo.

Goldberg y Shmueli (14), hacen mención de algunos experimentos llevados a cabo en el desierto de Arava en Israel. Por ejemplo, en el cuadro No. 8, se detalla el efecto comparativo de tres métodos de riego, por aspersión; por surco y por goteo, en un cultivo de molón en la temporada de septiembre y mediados de diciembre. Y se comprobó gran diferencia entre el riego por goteo y los otros dos métodos.

La rapidez de desarrollo total y el desarrollo total vegetativo fueron mayores, los frutos maduraron unas dos semanas más pronto que con el riego por aspersión y una semana antes que empleando el riego por surcos.

CUADRO No. 8

Rendimiento del Melón				
Método de Riego	Rendimiento, Ton/Acre.		Rendimiento Dg/Pulgada de agua.	
	Total	Calidad de Exportación	Total	Calidad de Exportación
Aspersión	9.52	5.18	95	55
Surco	9.68	6.68	98	68
Goteo	17.20	13.96	173	140

En otro experimento (14), se hizo una comparación entre el riego por aspersión y el riego por goteo, en el cultivo de pepinos y en la temporada de crecimiento de noviembre a febrero y se obtuvieron los siguientes resultados: Con el riego por aspersión no se obtuvo ningún rendimiento ya que el follaje se quemó debido a la salinidad y las plantas no produjeron fruto. Por otra parte las plantas que se regaron con el sistema de goteo produjeron 15.76 toneladas por acre (38.14 Ton/Ha.).

En otro experimento (14), se efectuó una comparación entre aguas de riego de distintas calidades aplicadas por aspersión y mediante goteo; las plantas del cultivo fueron tomates y la temporada de crecimiento abarca de octubre a mayo. El rendimiento logrado con el riego por goteo empleando agua salina, fué casi el mismo que con agua buena; pero la diferencia fué mayor entre ambos procedimientos. (Ver Cuadro No. 9).

CUADRO No. 9

Rendimiento de tomate tonelada por acre con
agua buena y mala calidad.

Método de Riego	Agua Salina (3000 micromhos)	Agua no salina (400 micromhos x cm.)
Aspersión	15.72	20.80
Goteo	25.96	26.68

→ También se experimentó en los cultivos de tomate, pepino y melon, el efecto de diferentes frecuencias en la aplicación de agua mediante el goteo. (Ver Fig. No. 10)

En los tres grupos hubo una disminución de rendimiento al ampliarlos entre los riegos. El rendimiento más alto se obtuvo mediante aplicaciones diarias de riego. Las hortalizas obtienen gran beneficio de la continua disponibilidad de agua, obtenida gracias a los cortos intervalos de riego por goteo (18). ←

Según Goldberg (6), las aplicaciones de riego en ensayos de cultivos realizados con tomate, pepino, melones, pimientos y maíz dulce le llevaron a las siguientes conclusiones:

Que en todos los casos los rendimientos de riego por goteo exceden con mucho a los riegos por aspersión y surcos y en algunos casos dichos rendimientos fueron más que duplicados. (Ver Caudro N. 10).

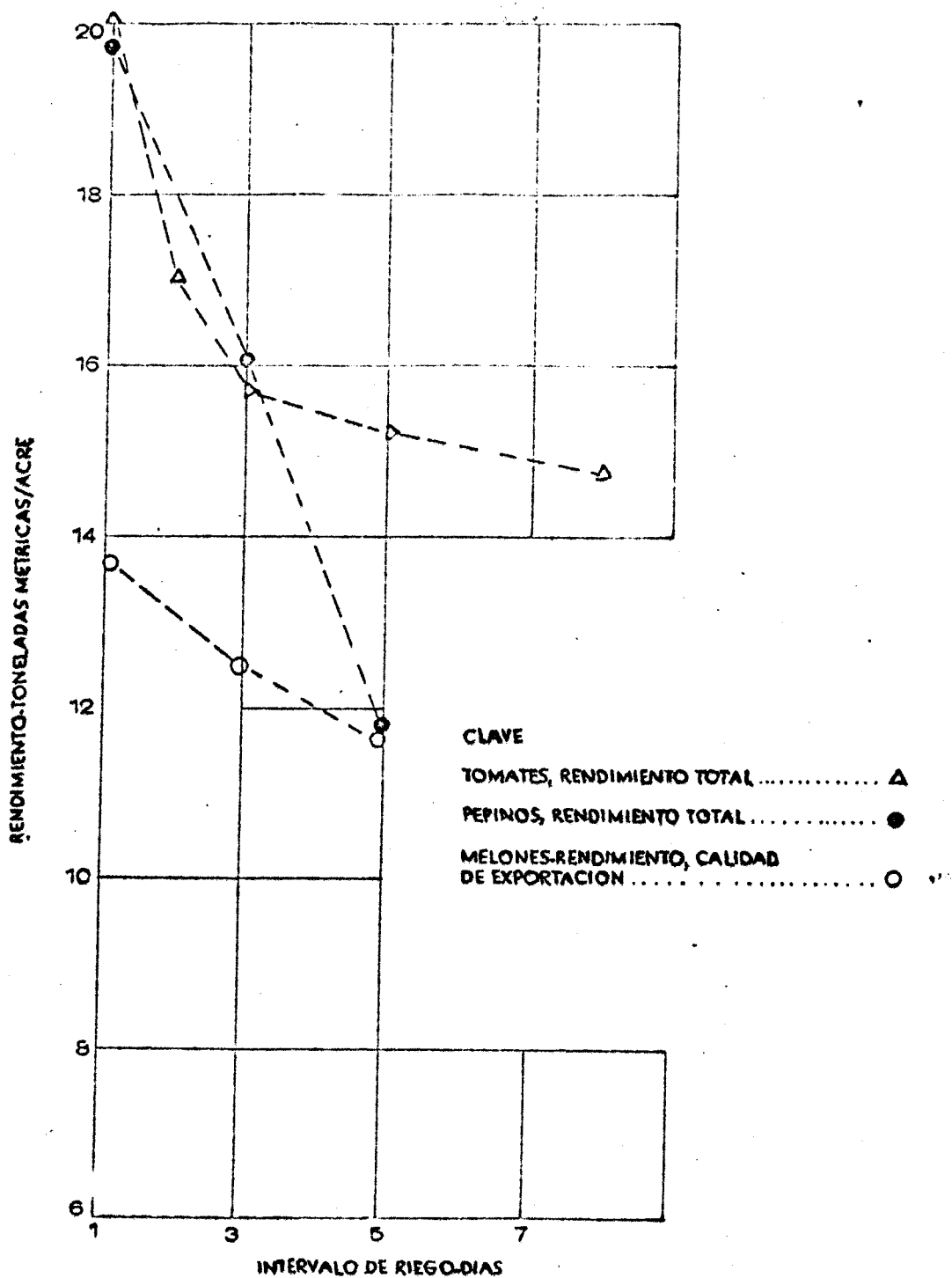


FIG. No 10.- EFECTO DEL INTERVALO DE RIEGO SOBRE EL RENDIMIENTO DEL TOMATE, EL PEPINO Y EL MELON CON RIEGO POR GOTEO

CUADRO No. 10

Rendimientos de cultivos con riego por goteo,
por aspersión y por surcos.

Cultivo.	Período de crecimiento	Agua de riego aplicada, pulgadas.	Goteo	Rendimientos Aspersión Ton/Acre.	Surcos
TOMATE	Septiembre a Marzo.	38.7	26.0	15.60	-
PEPINO	Septiembre a Diciembre	26.4	19.6	Ningún rendimiento.	
MELON	Agosto a Diciembre	25.8	17.2	9.6	9.6
PIMIENTO	Septiembre a Marzo.	55.8	17.2	1.9	-
MAIZ DULCE	Febrero a Mayo.	26.6	4.9	2.1	-

Uzrad y Goldberg (31), realizaron un ensayo de desinfección de fajas de terreno mediante el sistema de riego por goteo el ensayo lo llevaron a cabo en el desierto de Arava, en el cultivo de tomate y con bromuro de metilo y obtuvieron las conclusiones siguientes:

- La desinfección acrecentó la cosecha tres veces respecto a la que se obtuvo de las parcelas de comprobación.
- Además la prueba demostró que es factible la desinfección en fajas de terreno pasando bromuro metílico por los ramales de goteo.
- La desinfección defectuosa puede ser a causa de avería en el sistema de goteo, fugas en las tuberías ó en las conexiones dando por resultado una aplicación excesiva ó al atasco de los conductos de goteo que redunden en puntos del suelo no tratados.

Si la preparación de las parcelas es impropia el desinfectante no llegará a las áreas altas.

- Este método de desinfección debe ser una de las posibles técnicas para el tratamiento de suelos, y no necesariamente la única incluso en zonas donde se utilice principalmente el riego por goteo. En el Cuadro No. 11, Goldberg, S.D. (3), presenta una comparación del crecimiento vegetativo del pimiento con riego por goteo y por aspersión.

CUADRO No. 11

Crecimiento vegetativo del pimiento después de 110 días de crecimiento con riego por goteo y por aspersión.

<u>CONCEPTO.</u>	<u>Riego por goteo</u>	<u>Riego por aspersión</u>	<u>Porcentajes significativos.</u>
Número total de hojas.	65	47	5.0
Número de ramificaciones de las plantas.	3	2	0.1
Altura de las plantas pulgadas.	11.8	6.6	0.1
Profundidad de la raíz principal pulgadas.	8.5	6.0	1.0
Diámetro del tallo de la raíz pulgadas.	0.46	0.28	1.0

B.D. Doss, J.L. Turner y C.E. Evans (3), mencionan que el riego por goteo dió muy buenos resultados en el cultivo del tomate en 1978, de acuerdo con los experimentos hechos por la estación agronómica de Alabama.

Apesar de la fuerte sequía, el rendimiento y calidad fueron altos cuando el riego se combinó con medidas estrictas de control de insectos y enfermedades.

Se aplicaron diferentes dosis de nitrógeno (44.8, 89.6 y 134.4 kilos por hectárea), variaciones en el número y métodos de aplicación utilizando una variedad de tomate tropical. Realizando la aplicación en seco ó en el agua de riego.

El material nitrogenado seco fué nitrato amonico, y el usado en forma líquida fué una solución comercial de cantidades iguales de urea y nitrato amonico, con un contenido de 30% de nitrógeno.

En los tratamientos donde se hicieron dos aplicaciones de nitrogeno, un tercio se aplica al momento de la siembra y el resto cuando los frutos alcanzaron una pulgada de diámetro.

Las parcelas que recibieron 8 aplicaciones de N, fueron abonadas a intervalos de una semana, comenzando al momento de la siembra. El mayor rendimiento de tomate vendible por hectárea se obtuvo con 8 aplicaciones de nitrógeno, a razón de 134.4 kilos por hectárea junto con el agua de riego. En este caso el tomate vendible producido se elevó a 56.55 kilos por hectárea. Mencionan los autores que el rendimiento de las parcelas regadas por gotero dobla la producción de las no regadas.

Shmueli y Goldberg (28), llevaron a cabo un experimento con el cual analizaron la respuesta de plantas de pimiento sometidas al riego por goteo con varios regímenes de agua. Se regó por goteo con una frecuencia constante de 1 a 2 días, empleando 4 diferentes cantidades de agua con base a la evaporación en un tanque clase A, dichas cantidades fueron 0.82; 0.95, 1.33; y 1:75 de la evaporación en tanque. Se obtuvo una curva óptima de la relación entre rendimiento y aplicación de agua, con un rendimiento máximo resultante del empleo del factor 1.33. La determinación del contenido de sal en suelo y plantas, así como las mediciones de la humedad del suelo demostraron que hasta la menor aplicación de agua era adecuada para lixiviar la zona de raíces y mantener una tensión de humedad baja y casi constante. La curva óptima se debió de una manera primordial, a un aumento relativamente pequeño del rendimiento durante la última parte del período de cosecha, cuando aumentó la evapotranspiración potencial.

Goldberg y Shmueli (13), mencionan que regaron pimientos por aspersión y por goteo, cada método con dos frecuencias diferentes durante la temporada de crecimiento de septiembre a abril, el rendimiento, el crecimiento de las hojas y el desarrollo de las raíces fueron superiores con el riego por goteo que con aspersión; ver cuadro No. 12, el rendimiento tendió a disminuir cuando las plantas se regaron diariamente por aspersión, con el riego por goteo, el intervalo poco frecuente, cada 5 días; tendió a reducir el rendimiento. (Ver cuadro No. 13).

El contenido de cloruro de las hojas fué considerablemente mayor con la aspersión en especial para los intervalos frecuentes. (Ver cuadro No. 14).

CUADRO No. 12

Desarrollo vegetativo de pimientos regados por aspersión y por goteo. (Promedio por planta).

Variable	<u>Método de Riego</u>	
	Aspersión	Goteo
Número de hojas maduras	14	25
Número de ramas	2	3
Altura de la planta (cms.)	15.8	28.4
Diámetro de la corona (cms.)	0.68	1.10
Peso seco de hojas maduras (gr.)	1.55	3.56
Peso seco de la raíz colunar (gr.)	0.28	1.00
Peso seco de otras raíces (gr.)	1.25	1.86

CUADRO No. 13

Rendimientos del pimiento con riego por aspersión y por goteo aplicado todos los días y cada 5 días.

Rendimiento	Aspersión		Goteo	
	1	5	1	5
Primavera (Kg)	3.51	4.96	7.37	5.43
Total (Kf)	3.69	5.17	10.39	10.27
Número total de frutos por planta.	15.0	14.0	44.0	33.0

CUADRO No. 14 Contenido de cloruro de las hojas en pimientos
(Mg/g. de materia seca).

Frecuencia de riego (días)	Aspersión	Goteo
1	50.1	27.4
5	37.1	27.5

En Yotvata, en el valle Arava, en el sur de Israel, Shmueli y Goldberg (29), en una comparación de riego por aspersión, por surcos y por goteo, aplicados durante la temporada de crecimiento desde agosto a diciembre en el cultivo de melón; observaron un crecimiento vegetativo más rápido, así como rendimientos más tempranos y abundantes con el método por goteo no se encontró diferencia alguna de rendimiento entre el riego por aspersión y surcos. La acumulación salina fué mayor con aspersión que con los otros dos métodos que no humedecen el follaje. (Ver cuadro No. 15)

CUADRO No. 15

Rendimiento de melones con los tres métodos de riego y % de distribución del fruto de acuerdo con el tamaño.

Variable	Aspersión	Método de Riego	
		Surcos	Goteo
Rendimiento total Kg/parcela	72.1	78.7	113.9
Rendimiento calidad de exportación Kg/parcela	55.8	46.1	84.7
Distribución de tamaños	% del número total de frutos.		
Grande	3.9	24.6	17.8
Mediano	35.8	27.7	46.5
Chico	60.3	37.7	35.7

Goldberg, Gornat y Shmuelli (8), presentan resultados agrícolas del riego por goteo en experimentos comparativos realizados bajo idénticas condiciones:

1. Resultados del ensayo de campo con tomates (Arava Central), riego con agua salina (C.E. = 3 milimhos/cm; cerca de 900 Mg/Lt. de cloruro).
Medias de 12 parcelas experimentales
Riego por aspersión: 20.80 Ton/Acre.
Riego por goteo 25.96 Ton/Acre.
2. Resultados del ensayo de campo con tomates en (Arava del Norte), riego con agua no salina (C.E. = 0.4 milimhos/cm; cerca de 60 Mg/Lt. de cloruro).
Medias de 9 parcelas experimentales.
Riego por aspersión 20.80 Ton/Acre.
Riego por goteo 26.68 Ton/Acre.
3. Resultado de ensayo de campo con melones (Arava del Sur), riego con agua salina sulfatada (C.E. = 3 milimhos/cm; cerca de 600 Mg/Lt. de cloruro 700 Mg/Lt. de sulfato. (Ver cuadro No. 16).

CUADRO No. 16

Resultado del ensayo de campo con melones.

Rendimiento Ton/Acre	Rendimiento Ton/100M ³ de agua de riego			
	Total	Grado de Exp.	Total	Grado de Exp.
Riego por aspersión	9.52	5.18	0.38	0.22
Riego por surcos	9.68	6.68	0.39	0.27
Riego por goteo	17.20	13.98	0.69	0.58

4. Resultados del ensayo de campo con pepinos (Arava del Sur).

Riego con agua salina sulfatada (Igual que el número 3).

Riego por aspersión Cero (0) Ton/Acre.

Riego por goteo 15.76 Ton.Acre.

Goldberg, Rinot y Karu (10), en un viñedo plantado en un suelo arcilloso arenoso estudiaron que el efecto de los intervalos de riego por goteo sobre la humedad del suelo, la distribución de sales y la eficacia relativa del aprovechamiento de agua. El efecto de intervalo cortos de riego con cantidades de agua proporcionalmente menores-aplicados en un solo riego, consistió en disminuir las variaciones del contenido de humedad en la zona de las raíces y en establecer un régimen de humedad constantemente alto. El aprovechamiento relativo del agua se vió afectado en forma positiva por intervalos menores de riego; tanto en lo referente a la producción como el peso de las podas. El experimento en referencia se llevo a cabo con una variedad de uva de mesa (Vitis Vinifera L.), variedad "Tamar" en la localidad de Bne Atarot al norte de Israel.

Goldberg y Shmuelli (15), citan el estudio del efecto de la distancia entre las hileras de cultivo y los goteros sobre el crecimiento y rendimiento de maíz dulce, sobre la humedad del suelo y la salinidad. El rendimiento máximo se obtuvo cuando los goteros estuvieron a una distancia de 5 a 25 cms. de la planta, fué vigoroso el desarrollo vegetativo cuando los goteros se colocaron a una distancia de 50 cms. La concentración de sal en la capa de suelo entre 0 y 30 cms. aumento

con la distancia de la línea de goteo. La tensión del agua del suelo -
 fué casi constante durante todo el ciclo de riego a distancias entre -
 5 y 35 cms; más baja a 0 cm. de los goteros y notablemente más alta a -
 50 cms. de la irrigación.

Goldberg, Gonat y Bar (9), estudiaron el efecto del riego por goteo so -
 bre la distribución de las raíces, el agua y los minerales en un perfil -
 tridimensional del suelo. El avance de las raíces fué poco profundo, -
 principalmente a una profundidad de 10 cms. y se concentraron cerca de -
 las boquillas. El contenido de sales solubles incluyendo las que se --
 agregan como fertilizante, fué alto en los 3 cms. superiores especialmen -
 te a la mitad, entre boquillas adyacentes. Cuando el fósforo y nitróge -
 no se agregaron con el agua de riego, el fósforo tendió a acumularse jun -
 to y debajo de las boquillas, en tanto que nitrógeno fué lixiviado deba -
 jo de las boquillas y también se acumuló en el área comprendida entre -
 las boquillas, el estudio se realizó con claveles, C.V. Redsim.

→ Goldberg y otros (11), menciona que en dos zonas áridas de Israel, se -
 llevo a cabo un estudio para determinar el efecto del agua salina aplica -
 da a diversas siembras que se cultivan en suelos de textura gruesa, uti -
 lizando riego por goteo. ←

Los cultivos de prueba respondieron muy favorablemente a este nuevo méto -
 do de aplicación de agua, desde el punto de vista del desarrollo de las -
 plantas y su rendimiento.

El método nos proporciona la posibilidad de elevar el nivel de salinidad
 permisible del agua de riego para uso agrícola en el mundo. También --

muestran el efecto comparativo del riego por aspersión y por goteo so
bre el crecimiento vegetativo y el rendimiento del pimiento en dos re
giones. (Ver cuadro No. 17).

Puede observarse que en ambas regiones hubo mayor crecimiento vegeta
tivo con el tratamiento por goteo en todos los parámetros medidos. El
rendimiento del goteo en la región del Arava, fué el doble del obtenido
por aspersión y en el Arish, fué el 70% mayor. Diferencias semejantes
o mayores fueron registradas para tomates y pepinos. (Ver cuadro No. -
18).

En el terreno arenoso de el Arish, el riego por surco no es posible. -
Sin embargo en el Arava, se realizó un experimento para comparar tres -
métodos de riego: Surco, Aspersión y Goteo.

Los melones de otoño sirvieron como plantas para el ensayo, y la esta
ción de crecimiento fué de septiembre a diciembre. Como resultado la -
cosecha de los lotes regados por goteo se efectuó dos semanas antes que
las plantas regadas por aspersión y una semana antes que el tratamiento
por surcos.

La producción total y la producción en los lotes de goteo fueron el do
ble que en los otros dos tratamientos. (Ver cuadro No. 19).

CUADRO No. 17

Efecto del método de riego sobre el crecimiento vegetativo y el rendimiento de pimiento.

Factor de la planta.	Región de Arava		Región de El Arish	
	<u>goteo-aspersión</u>		<u>goteo-aspersión</u>	
Número total de hojas	65	47	87	75
Ramificación de la planta	3	2	4.0	3.6
Altura de la planta (pulgadas)	11.8	6.6	14.0	12.8
Rendimiento total Ton/Acre.	3.8	1.9	2.9	4.8

CUADRO No. 18

Efecto del método de riego sobre los rendimientos del tomate y del pepino.

CULTIVO	Región de Arava		Región de el Arish			
	Temporada de crecimiento	Rendimiento Ton/Acre		Temporada de crecimiento	Rendimiento Ton/Acre	
		Goteo-Aspersión			Goteo-Aspersión.	
TOMATES	Sept.-Marzo	26.0	15.6	Sept.-Marzo	31.6	12.1
PEPINOS	Nov.-Febrero	15.7	-	Abril-Junio	3.0	1.45

CUADRO No. 19

Efecto del método de riego en el rendimiento del melón.

Método de riego	Rendimiento Ton/Acre		Rendimiento, Kg/L. de agua	
	Total	Calidad de Exportación	Total	Calidad de Exportación
ASPERSION	9.52	5.18	95	55
SURCO	9.68	6.68	98	68
GOTEO	17.20	13.96	193	140

IV. DESCRIPCION DEL LUGAR

A. Datos Topográficos

1. Ubicación del Campo Experimental y de Prácticas de la Facultad - de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, está - ubicada en la jurisdicción de San Luis Talpa, Departamento de la Paz, y con una altura de 30 metros sobre el nivel del mar.
2. Ubicación topográfica del área a ser irrigada en el lote la bom ba.

Estación:

1 - 2	a	70	mts.	de	distancia	rumbo	de	N 65° 53.0'	W
2 - 3	a	100	"	"	"	"	"	N 24° 08.8'	E
3 - 4	a	70	"	"	"	"	"	S 65° 83.4'	E
4 - 1	a	100	"	"	"	"	"	S 24° 07.0'	W

(Ver Plano No. 1)

3. Area total de la poligonal = 7000.06 Mt².
4. Pendiente del terreno de 1% al 2%.

B. Datos ~~Metereológicos~~. *Metereológicos*

En el cuadro No. (20), se presentan los promedios mensuales de - la cantidad que se evapora de un tanque Tipo A, en mm. ? día en - época seca.

C. Datos Edafológicos

Milla Flor (20), presenta resultados del análisis de suelo efec - tuado en el lote la bomba del Campo Experimental y de Prácticas, - perteneciendo las muestras 8a, 8b, 8c, 9a, 9b y 9c al área del - proyecto. (Ver Nos. 1 y 2).

D. Datos Hidrológicos.

Resultados del contenido total de sales presentes en una muestra de agua del lote la bomba del Campo Experimental y de Prácticas. (Ver Anexo No. 3).

CUADRO No. 20

Promedios mensuales de la cantidad que se evapora de un tanque Tipo A, en mm./día en época seca de la Estación Agrometeorológica Experimental la Providencia de la Facultad de Ciencias Agronómicas en Comalapa.

AÑO MES	1978	1979	1980	1981	1982	Promedios Mensuales de 4 años.
ENERO	-	-	6.3	7.3	6.3	6.63
FEBRERO	-	8.1	8.0	8.5	8.0	8.15
MARZO	-	7.6	7.8	7.4	8.0	7.70
ABRIL	-	7.4	8.1	7.2	8.0	7.68
NOVIEMBRE	5.3	5.8	5.2	5.9	7.35	5.91
DICIEMBRE	-	7.3	7.8	6.8	6.20	6.98
						<u>7.175</u> <u>7.20</u>

FUENTE: LESSMAN, H., Ing. Metereologo, Profesor del Departamento de Ingeniería Agrícola de la Facultad de Ciencias Agrorómicas de la Universidad de El Salvador. Promedios mensuales de la Evaporación de un tanque Tipo A, en el Campo Experimental y de Prácticas. Comunicación Personal.

V. METODOLOGIA

El diseño del sistema de riego por goteo en una manzana del lote la bomba del Campo Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas, se llevo a cabo tomando en cuenta de que en fechas anteriores se adquirió el equipo de riego por goteo. (Ver Anexo No.-4).

La mayor parte del cual todavía se encuentra presente. El equipo de riego por goteo adquirido por la Facultad, es suficiente para abastecer el presente diseño.

(Pero si por alguna razón a la hora de poner en práctica el diseño hiciere falta algún material se recomienda adquirirlo nuevamente.)

Como el material y equipo de riego por goteo ya está presente, la metodología consiste en diseñar un sistema que se ajuste al material existente para que demande el mínimo de costos en adquisición de equipo nuevo.

(El equipo de riego por goteo que adquirió la Facultad, es de marca "Netafim", debido a lo cual en relación a los cálculos del diseño se hace referencia y uso de tablas de esa marca.)

PASOS A SEGUIR PARA EL DISEÑO DE RIEGO POR GOTEO. ✓

1. Conocer la densidad de siembra de los cultivos a irrigar y área total a ser irrigada. (Ver cuadro No. 21), de resultados.

Los cultivos a irrigar con pepino, tomate y repollo y el distanciamiento que se escogio, tanto entre plantas como en hileras, es el mismo distanciamiento que llevarán los goteros y los ramales; porque -

Done ✓
que ✓
que ✓
 4

se proyectó un goteador para cada planta y la mayor parte de la tubería destinada para hortalizas en el Campo Experimental, ya tiene los agujeros de los goteros a una misma distancia.

El área por planta se obtiene de multiplicar el espacio entre plantas por el espacio entre hileras.

Se tomo como largo del área de riego la distancia entre los puntos 1 - 2 y 3 - 4 del levantamiento topográfico llevado a cabo y como ancho del área la distancia entre los puntos 2 - 3 y 1 - 4, y estos se dividieron de acuerdo al diseño que se establecio.

El área total por cultivo se obtuvo de multiplicar el largo del área de riego por el ancho del área de riego por cultivo y el área total que sería la sumatoria de las áreas de los tres cultivos.

El número de plantas para cada cultivo se obtuvo mediante la relación de la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Largo del área de riego}}{\text{Espacio entre planta}} \times \frac{\text{Ancho del área de riego}}{\text{Espacio entre hilera}} = \text{No. de plantas.}$$

2. Conocer la capacidad de la bomba en GPM. Este dato se obtuvo directamente de la viñeta, de la motobomba presente en el Campo Experimental, como se puede corroborar en relación de los datos de la motobomba. -- (Anexo No. 4 con los de la Fig. No. 29).

3. Cálculo de la demanda total de agua en todo el terreno. Este se cálculo tomando en cuenta el caudal de los goteros, el número de goteros por ramal y el número de ramales.

El caudal que emiten los goteros ya viene especificado de acuerdo al cultivo que se va a regar.

No. de goteros = largo del lateral ÷ espacio entre planta.

No. de laterales = ancho del área de riego ÷ espacio entre laterales.

Total de goteros = No. de goteros por lateral x No. de laterales.

Demanda total de agua = total de goteros x caudal de los goteros.

4. Selección por tanteo (prueba y error), de distintas alternativas de la distribución de la red de riego por goteo.

Para elegir la alternativa más conveniente se tomó en cuenta:

La demanda total de agua, la capacidad de la fuente, la longitud de los ramales, el tamaño de las secciones de riego, diámetro de las tuberías y las pérdidas por fricción.

a) Primer Tanteo:

En esta alternativa se extiende la tubería de los laterales en el sentido de la menor dimensión del terreno y la tubería principal en el sentido de la mayor dimensión del terreno y en su parte inicial con una válvula de salida. (Ver Fig. No. 11).

...

b) Segundo Tanteo:

En esta alternativa la tubería principal parte desde la fuente de agua - hasta el centro del área siempre en el sentido de la mayor dimensión y - el sistema es operado por una sola válvula, y los laterales parten desde la tubería principal. (Ver Fig. No. 12).

c) Tercer Tanteo:

En esta alternativa lo que se pretende es dividir la demanda de agua en - dos, para comprobar si la fuente es capaz de suplir esta demanda; usando para ello tres válvulas de control de agua; la tubería principal al cen - tro y los laterales dependen de la tubería principal. (Ver Fig. No. 13).

d) Cuarto Tanteo:

En esta alternativa se divide la demanda de agua en tres, siempre con el objeto de que la fuente de agua tenga mayor capacidad que la demanda, - aquí la tubería principal no llega exactamente al centro del área en el - sentido de la menor dimensión del área y también la longitud de la tube - ría principal es más corta en el sentido de la mayor dimensión del área, cada sección será regulada por válvulas para la entrada de agua, al cen - tro del área existirá una tubería de divisores los cuales dependerán de - la tubería principal y de los divisores surgirán los laterales. (Ver - Fig. No. 14).

e) Quinto Tanteo:

En esta alternativa la distribución de la tubería es igual que el cuarto tanteo, con la única diferencia de que la demanda de agua se divide en - cuatro secciones, por lo cual el número de válvulas también aumenta, --

como también el número de divisores. (Ver Fig. No. 15).

f) Sexto Tanteo:

Aquí al igual que en el cuarto y quinto tanteo, la distribución en el terreno de la tubería es igual, lo que varía es el número de divisores y el número de válvulas que regularán la salida de agua, en este tanteo se divide la demanda en cinco secciones; siempre con el objeto de que la fuente de agua sea superior a las necesidades de agua. (Ver Fig. No. 16).

g) Septimo Tanteo:

En este tanteo lo que se hace es dividir la demanda de agua entre seis secciones, para lo cual se incremento el número de divisores y el número de válvulas que regularán la entrada del agua; la distribución de la tubería en el terreno es igual que en los tanteos 4, 5 y 6, con la diferencia de que hay más secciones. Es decir quedará establecida como fuente de agua válvula tubería principal, uniones, válvulas para cada unión, divisores y laterales. (Ver Fig. No. 17), y ver plano a escala No. 2.

5. Cálculo de pérdidas por fricción de la red de riego elegido. Para el cálculo de las pérdidas de la red de riego elegida se usan valores de figuras y cuadros que la compañía distribuidora del producto utiliza para este tipo de cálculo.

a. Cálculo de las pérdidas por fricción en el gotero:

Este valor se obtiene mediante las variables, caudal del gotero y diámetro del lateral y en la Fig. No. 8, se prolonga el valor del caudal del

TANTEOS PARA SELECCIONAR LA ALTERNATIVA MAS ADECUADA DE LA DISTRIBUCION DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO.

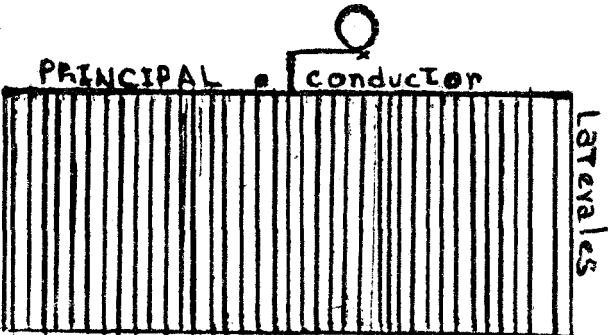


FIG No 11 PRIMER TANTEO

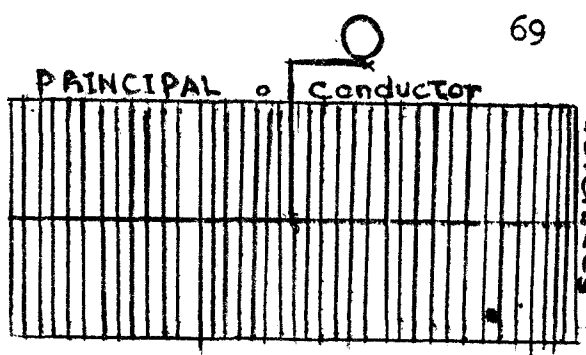


FIG. No 12 SEGUNDO TANTEO

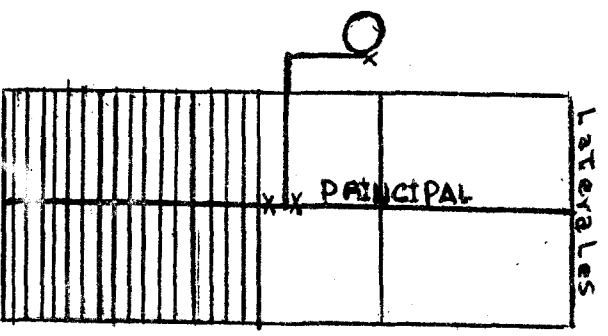


FIG No 13 TERCER TANTEO

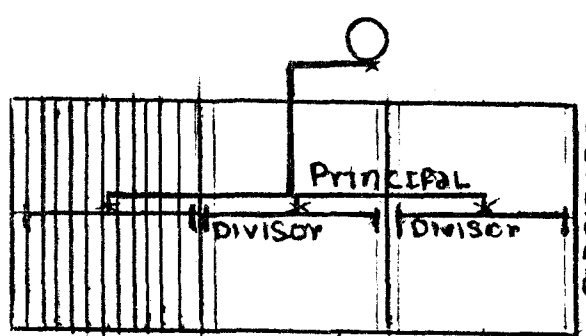
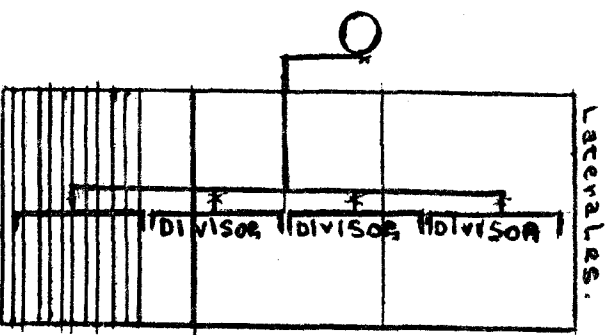
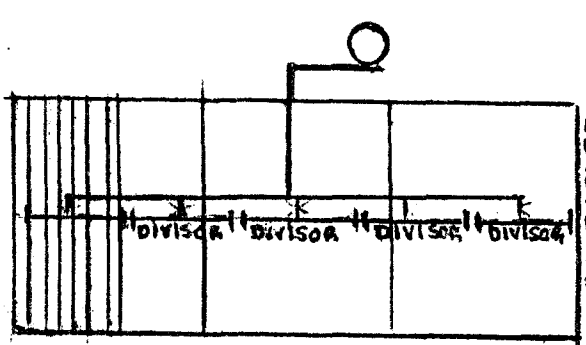


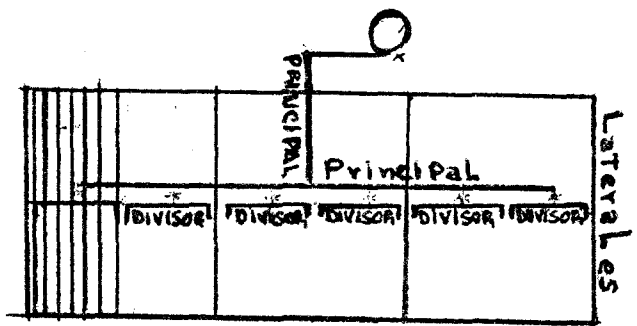
FIG No 14 CUARTO TANTEO



PEPINO TOMATE REPOLLO
FIG. No 15 QUINTO TANTEO



PEPINO TOMATE REPOLLO
FIG. No 16 SEXTO TANTEO



PEPINO TOMATE REPOLLO
FIG No 17 SEPTIMO TANTEO

gotero hacia la figura y en el punto donde coincide con ella se baja una línea hacia la ordenada y así dá, el valor de la pérdida por fricción - del gotero. (Ver Resultados).

b. Cálculo de las pérdidas por fricción en el lateral:

Este dato se obtiene mediante dos variables distancias entre goteros y - largo del tubo, para goteros que emanan 4 Lts./Hora, con laterales de -- 16 mm. de diámetro (confrontar con cuadro No. 3).

c. Cálculo de las pérdidas por fricción en el divisor:

Con el diámetro del tubo divisor y el caudal que pasará por el mismo se - obtiene en el Cuadro No. 4, las pérdidas por fricción luego las Pf, en - contradas se relacionan con el valor de la longitud real del tubo de -- acuerdo al diseño y este valor se multiplica por un factor F, que indica el número de salidas del divisor y el resultado es el verdadero valor de las pérdidas por fricción en el lateral.

d. Cálculo de las pérdidas por fricción de la tubería principal:

Este valor se encontró tomando en cuenta las variables, caudal de la -- tubería principal y diámetro de la tubería principal mediante el cuadro - No. 5, el verdadero valor se saco extrapolando los datos del cuadro con - referencia a los datos de la tubería. (Longitud, Diámetro y Caudal).

- e. Las pérdidas por fricción de accesorios, filtros y fertilizador se obtuvieron en base a estimaciones de trabajos de riego por goteo efectuados por un técnico en este campo. (Comunicación Personal), pero también en la literatura revisada Piñas Dávalos (24), presenta unos valores en un diseño de riego por goteo semejantes a los aquí estimados.
- f. También es calculada la altura geométrica de succión, que es la altura desde el punto de succión hasta la superficie de la fuente de agua.
- g. Finalmente se efectúa la sumatoria de las pérdidas por fricción encontradas. Luego con este valor y el de la serie de la motobomba que ya se tiene, se obtiene el valor de la capacidad con que quedará trabajando la motobomba ya tomando en cuenta las pérdidas por fricción existentes en todo el sistema. Este valor se obtiene de acuerdo a los valores que se dan en la Fig. No. 9.

6.

CALCULO DEL USO CONSUNTIVO DIARIO

Fórmula:	$Uc = K \times Ea.$
	$Uc =$ Uso consuntivo en mm.
	$K =$ Coeficiente de las plantas cultivadas
	$=$ 0.75 para hortalizas según Goldberg y Rimón (12).
	$EA =$ Cantidad que se evapora de un tanque-tipo A, en mm. por día (Ver cuadro No. 20).

7. CALCULO DE LA LAMINA DE AGUA APLICADA POR EL GOTERO.

Se obtuvo de acuerdo a las fórmulas siguientes:

$$\text{Area de influencia del gotero} = \frac{\text{Distancia entre goteros} \times \text{Distancia entre ramales.}}{\text{Distancia entre ramales.}}$$

$$\text{Lámina} = \frac{\text{Caudal x Gotero.}}{\text{Area de influencia del gotero mm./día}}$$

8. CALCULO DE LA DEMANDA MEDIA DIARIA POR PLANTA.

$$\text{DMDp} = \text{Area radicular} \times \text{U.C. diario (En M}^3\text{/día ó Litros/día)}$$

Será la misma para los tres cultivos porquetienen la misma área radicular.

9. CALCULO DE LA DEMANDA MEDIA DIARIA TOTAL. (Dos Métodos).

a) No. de plantas x Demanda media diaria por planta.

b) Cálculo tomando en cuenta el área a irrigar y la lámina bruta ó aplicación.

10. CALCULO DE LA DEMANDA MEDIA DIARIA DE AGUA POR SECCION DE ACUERDO AL DISEÑO ELEGIDO.

Esta se obtiene:

Dividiendo la DMDT, entre las seis secciones del diseño elegido.

11. CALCULO DEL TIEMPO DE RIEGO.

a) En base a la lámina de riego calculada y el valor del uso consuntivo de los cultivos.

b) En base al tiempo del caudal de los goteros y a la demanda media diaria por planta calculada, obteniendose en ambos cálculos el mismo valor.

12. EFICIENCIA DE RIEGO.

$$Er = \frac{\text{Cantidad de agua consumida por el cultivo}}{\text{Cantidad de agua disponible para usar en las parcelas.}} \times 100$$

13. DIBUJO DEL PLANO DE CAMPO Y DE LA DISTRIBUCION DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO.

V

Ver planos Nos. 1, 2 y 3.

VI. RESULTADOS

Los resultados expuestos a continuación surgen de la explicación -
numérica de las fórmulas dadas anteriormente en los pasos a seguir para
el diseño de fiego por goteo. La explicación numérica esta relacionada
con el número de pasos comprendidas en la parte anterior.

1. Densidad de siembra de los cultivos y área de riego. (Ver cuadro No. 21)

CUADRO No. 21

Densidad de siembra de los cultivos y área a ser irri -
gada.

CULTIVOS	Espacio entre plantas (mm.)	Espacio entre hileras (mm.)	Area por planta	Largo del área de riego (mts.)	Ancho del área de riego	Area total x cultivo	Número de plantas
PEPINO	0.5	1.0	0.5 M ²	70	32 mts.	2240	4480
TOMATE	0.5	1.0	0.5 M ²	70	32 mts.	2240	4480
REPOLLO	0.5	1.0	0.5 M ²	70	32 mts.	2240	4480
						<u>6720 M²</u>	<u>13440</u>

2. Capacidad de la motobomba trabajando a su máxima potencia 68 GPM, de acuerdo
do a datos de la Fig. No. 9.
3. Cálcula de la demanda de agua total en todo el terreno. ✓

No. de goteros = 70 mts. ÷ 0.5 mts. = 140 goteros por ramal.

No. de ramales = 96 mts. ÷ 1.0 mts. = 96 ramales.

Total de goteros = 140 goteros por 96 ramales = 13,440 goteros.

Caudal por gotero = 4 Lts./Hora.

Caudal por gotero = 4 Lts./Hora.

Demanda de agua total en toda el área:

$$= 4 \text{ Lts./Hora.} \times 13,440 \text{ goteros}$$

$$= 53,760 \text{ Lts./Hora.}$$

$$\equiv 53.76 \text{ M}^3/\text{Hora.}$$

$$= \underline{\underline{236.72 \text{ GPM.}}}$$

4. Resultados de la selección por tanteo (prueba y error) de las distintas alternativas de la distribución de la red de riego por goteo.
- a. El primer tanteo queda descartado, porque los ramales presentan longitudes de 70 metros y los fabricantes de equipo de riego por goteo, no presentan datos de pérdidas por fricción para ramales que exceden de 60 metros, con distanciamientos entre goteros de 0.5 metros, según se puede comprobar en el cuadro No. 3.
- Otra razón por la cual no se acepta esta alternativa es por que la capacidad de la motobomba es menor que la demanda de agua exigida por todo el sistema 68 GPM. es menor que 236.72 GPM.
- b. En el segundo tanteo como la distribución de la tubería principal está ubicada al centro del terreno la longitud de los ramales es de 35 metros, ya para estas longitudes si existen datos para cálculo de pérdidas por fricción; pero el problema sigue siendo que la potencia de la motobomba es menor que la demanda de agua 68 GPM. es menor que 236.72 GPM, por lo que también queda descartada esta opción.

- c. En el tercer tanteo la distribución de la tubería es igual que la anterior, con la diferencia de que la demanda de agua se divide en dos -- secciones reguladas por válvulas, pero siempre la demanda de agua es mayor que la capacidad de la motobomba: $236.72 \div 2 = 118.36$ GPM. 118.36 GPM, demanda mayor que 68 GPM, capacidad de la motobomba; lo que indica que la capacidad de la motobomba no es suficientemente eficaz para abastecer a la demanda, otra razón por lo que no se recomienda esta alternativa es de que la tubería queda mal distribuida con respecto a los cultivos, y habría inconveniente en las labores agronómicas.
- d. Los resultados del cuarto tanteo surgen de dividir los 236.72 GPM, de la demanda entre tres secciones dando un valor de 78.91 GPM, mostrando también de que la capacidad de la motobomba siempre es menor que la demanda: 68 GPM, es menor que 78.91 GPM, por lo que también queda eliminada esta alternativa.
- e. En el quinto tanteo: 236.72 GPM. (Demanda de agua), se divide entre cuatro secciones y dá un valor de 59.18 GPM; y aquí la demanda ya es menor que la capacidad de la motobomba: 68 GPM, es mayor que 59.18 GPM. (Demanda), pero la distribución del sistema de riego en el terreno quedaría mal ubicado, ya que son tres cultivos los que se van a regar, es decir que en determinado momento, un lateral estaría abarcando a dos cultivos ya sea pepino y tomate ó tomate y repollo y si se pensara por ejemplo hacer aplicación de fertilizante al tomate habría problema que también se le estaría aplicando al pepino ó al repollo; por lo cual esta alternativa también es descartada.

f. El sexto tanteo también queda descartado, aunque aquí también la capacidad de la motobomba ya es mayor que la demanda:

$$236.72 \text{ GPM.} + 5 \text{ secciones} = 47.34 \text{ GPM.}$$

Capacidad motobomba: 68 GPM, es mayor que 47.34 GPM. (Demanda de riego).

El principal inconveniente sería la mala distribución de la tubería que ocasionaría un mal manejo en las prácticas Agronómicas.

g. El séptimo tanteo es el que se consideró más adecuado ya que el valor de la capacidad de la motobomba, es mayor que la demanda de agua por un buen margen.

$236.72 + 6 \text{ secciones} = 39.45 \text{ GPM}$, por lo tanto 68 GPM, capacidad motobomba es mayor que 39.45 GPM. De la demanda y las secciones de riego quedarían bien distribuidas para cada cultivo; habrían dos secciones para cada cultivo y no una sección para cada dos cultivos.

5. Resultados del cálculo de las pérdidas por fricción de la red de riego elegida. (Carga Dinámica Total).

a. Pérdidas por fricción del gotero: \rightarrow

\varnothing	(Diámetro del lateral.	=	16 mm.
Q_g	(Caudal del gotero.	=	4 Lts./Hora.
P_{fg}	(Pérdidas por fricción del gotero.	=	9.5 metros.

3.2.7.1381

b. Cálculo de las pérdidas por fricción en el lateral.

Longitud del lateral	=	35 metros.
Distancia entre goteros	=	0.5 metros.
P_{fL} (pérdidas por fricción en el lateral.	=	0.9 metros.

c. Cálculo de las pérdidas por fricción en el divisor.

ϕ_d (Diámetro del) divisor	=	1 pulgada.
Q_d (Caudal del) divisor.	=	(39.45 GPM. + 2 = 19.72 GPM) 20 GPM.
P_{fd} (Pérdidas por fricción del divisor)	=	22.80 Pies/100 Pies.
Longitud del divisor	=	8 metros = 26.24 Pies.
Pf.		

Luego: $22.80 \frac{\text{Pies}}{100 \text{ Pies de Longitud}}$

$x \frac{\text{Pies}}{26.64}$

$$x = 5.98$$

$$P_{fd} = 2 \times 5.98 \times 0.377$$

$$P_{fd} = 4.51$$

$$P_{fd} = 1.38$$

COMPROBACION.

Pf 20% de la presión de trabajo del gotero.

Presión de trabajo del gotero = 9.5 metros 20% = 1.90

$P_{fd} = 1.38 \quad 1.90$

El diámetro del tubo divisor es adecuado porque las pérdidas por fricción son menores que las permitidas.

d. Cálculos de las pérdidas por fricción de la tubería principal o conductor

ϕ_p (Diámetro del) principal.	=	2 pulgadas.
Q_p (Caudal del) principal.	=	39.45 GPH.
P_{fp} (Pérdidas x fricción) del principal	=	2.956'/100'

...

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Longitud tubería principal} & = & 89 \text{ metros} = 291.92 \text{ Pies} \\
 \text{Pf.} & \text{Longitud} & \\
 2.956 & \text{---} & 100 \text{ Pies} \\
 \times & \text{---} & 291.92 \times = 8.63 \\
 \text{Pfp} = & 8.63 \text{ Pies} = & 2.63 \text{ metros.}
 \end{array}$$

- e. Pérdidas por fricción de accesorios = 3.5 metros
- f. Pérdidas por fricción por filtros = 4.0 metros
- g. Pérdidas por fricción tanque fertilizador = 5.0 metros
- h. Altura geométrica de succión = 1.0 metro.

Los valores (e, f y g), son estimados de pérdidas por fricción, obtenidos por consulta personal por técnicos que trabajan en sistemas de riego por goteo y por comparación con otro trabajo presentado por Piña Dávalos (24).

El valor de (h), es el obtenido de la altura del agua con respecto a la motobomba hasta donde se encuentra la granada.

CARGA DINAMICA TOTAL (C.D.T.)

a.	Pérdidas por fricción en el gotero	=	9.5	metros
b.	Pérdidas por fricción en el lateral	=	0.9	metros
c.	Pérdidas por fricción en el divisor	=	1.38	metros
d.	Pérdidas por fricción en el principal	=	2.63	metros
e.	Pérdidas por fricción de accesorios	=	3.50	metros
f.	Pérdidas por fricción filtros	=	4.00	metros
g.	Pérdidas por fricción tanque fertilizador	=	5.00	metros
h.	Altura geométrica de succión.	=	<u>1.00</u>	<u>metrc.</u>
			27.91	metros
			91.55	pies

	CDT	GPM
	90	50
10		9
	100	41

10 Pies — 9 GPM.

1.55 —→ x

x = 1.40 GPM.

Luego a los 50 GPM, se le restan los 1.40 GPM, porque la relación es de mayor a menor, $50 \text{ GPM} - 1.40 = 48.60 \text{ GPM.} = 11.04 \text{ m}^3/\text{hora}$

6. Cálculo del uso consuntivo diario:

Uc = 0.75 x 7.20 mm./día.

Uc = 5.40 mm./día.

Uc = 0.54 cm./día.

7. Cálculo de la lámina de agua aplicada por gotero.

Area de influencia = 0.5 mts x 1.0 mts.

$$A_i = 0.5 \text{ M}^2$$

$$\text{Lámina} = \frac{Q_g}{A_i}$$

$$\text{Lámina} = \frac{4 \text{ Lts./Hora}}{0.5 \text{ M}^2}$$

$$\text{Lámina} = \frac{0.004 \text{ M}^3/\text{Hora}}{0.5 \text{ M}^2}$$

$$\text{Lámina} = \frac{0.008 \text{ M}^3/\text{Hora}}{8 \text{ mm./Hora.}}$$

$$\text{Lg} = \underline{\underline{8 \text{ mm./Hora.}}}$$

8. Cálculo de la demanda media diaria por planta:

$$\text{DMD/planta} = 0.5 \text{ M}^2 \times 0.0054 \text{ M/Día.}$$

$$\text{DMD/planta} = \frac{0.0027 \text{ M}^3/\text{Día.}}{}$$

$$\text{DMD/planta} = \underline{\underline{2.70 \text{ Lts/Día.}}}$$

9. Cálculo de la demanda media diaria total.

a) Primer método.

$$\text{DMD total} = \text{No. de plantas} \times \text{demanda media diaria/planta.}$$

$$\text{DMD total} = 13,440 \text{ goteros} \times 2.70 \text{ litros.}$$

$$\text{DMD total} = \frac{36,288 \text{ litros/día}}{36.29 \text{ M}^3/\text{día.}}$$

b) Segundo método.

$$V = db \times A$$

$$V = \frac{0.0054 \text{ M/día} \times 6720 \text{ M}^2}{}$$

$$V = 36.29 \text{ M}^3/\text{día.}$$

10. Cálculo de la demanda diaria de agua por sección de acuerdo al diseño - elegido.

$$\text{DMD/Sección} = \text{DMD total} \div \text{No. de secciones.}$$

$$\text{DMD/Sección} = \frac{36.29 \text{ M}^3/\text{día}}{6 \text{ secciones.}}$$

$$\text{DMD/Sección} = 6.04 \text{ M}^3$$

11. Cálculo del tiempo de riego: (2 métodos).

- a) Primer método.

Este se obtiene de las relaciones siguientes:

$$\text{Lámina del gotero} = 8 \text{ mm./ hora.}$$

$$\text{Uso consuntivo} = 5.4 \text{ mm./día.}$$

$$8 \text{ mm.} \quad 60 \text{ minutos}$$

$$5.4 \text{ mm.} \quad x$$

$$x = 40.5 \text{ minutos.}$$

- b) Segundo método:

$$\text{Caudal del gotero} = 4 \text{ Lts/Hora.}$$

$$\text{DMD/planta} = 2.70 \text{ litros/planta.}$$

$$\text{Si } 4 \text{ Lts.} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 60 \text{ minutos}$$

$$2.7 \text{ Lts.} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad x$$

$$x = 40.5 \text{ minutos.}$$

Lo que indica que cada planta se regará durante 40.5 minutos y en ese tiempo emitirá 2.70 litros. Y se regará no en forma simultánea; sino que sección por sección, comenzando desde la primera sección hasta completar las seis secciones por lo que ocupará un tiempo total de 40.5 - minutos x 6 secciones = 4.05 horas.

12. Eficiencia de riego:

$$Er = \frac{\text{Cantidad de agua consumida por cultivo}}{\text{Cantidad de agua disponible para usar en parcelas.}} \times 100$$

$$Er = \frac{39.45 \text{ GPM}}{48.60} \times 100$$

$$\underline{\underline{Er = 81.17\%}}$$

13. Distribución del sistema propuesto:

Diseño a escala de distribución del sistema de riego por goteo pro puesto para los cultivos de pepino, tomate y repollo, en una manzana del lote la bomba del Campo Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas, en el presente diseño se incluyen tres planos.

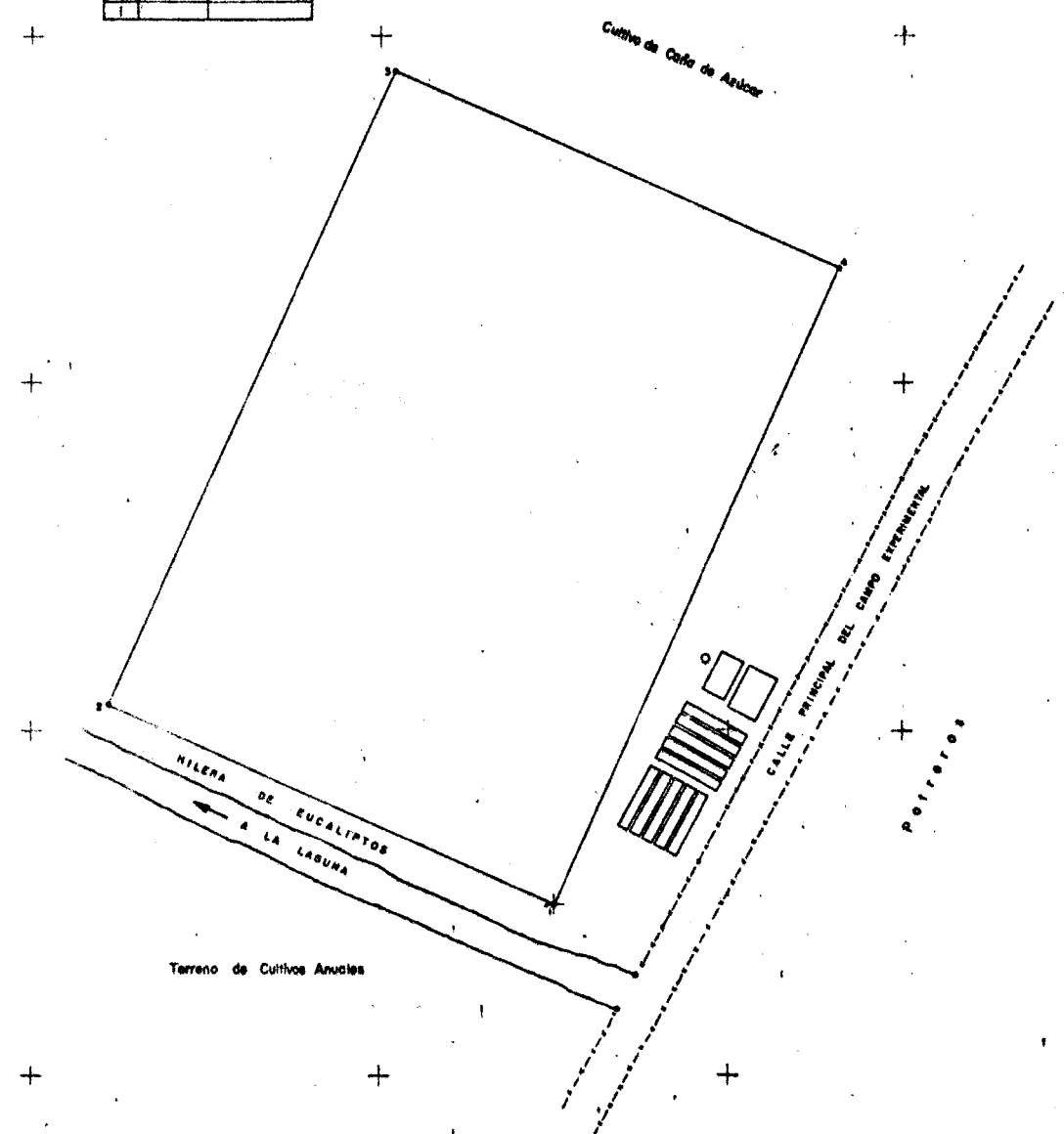
Plano No. 1: Plano parcela del lote la bomba con su respectiva poligonal.

Plano No. 2: Plano de la distribución del sistema de riego por goteo proyectado en pepino, tomate y repollo.

Plano No. 3: Plano que muestra el diseño del sistema de riego - por goteo y la simbología del sistema.

La escala original de los planos es de 1:500, pero se redujo al 1:1000 para guardar uniformidad en el tamaño de las hojas.

EST.	DISTANCIA	RUMBO
1		
2	70.00	N 65° 53.0' W
3	100.00	N 24° 08.8' E
4	70.00	S 69° 53.4' E
5	100.00	S 24° 07.0' W
1		



PLANO PARCELA LOTE "LA BOMBA"

Campo Experimental, Hacienda La Providencia...

Ubicada en Jurisdicción de San Luis Talpa, Depto. de La Paz
Universidad de El Salvador

• AREA •

AREA DE LA POLIGONAL:

7000.06 m²
PLANO Nº 1

LEVANTO : SANDY ANTONIO AVENDAÑO

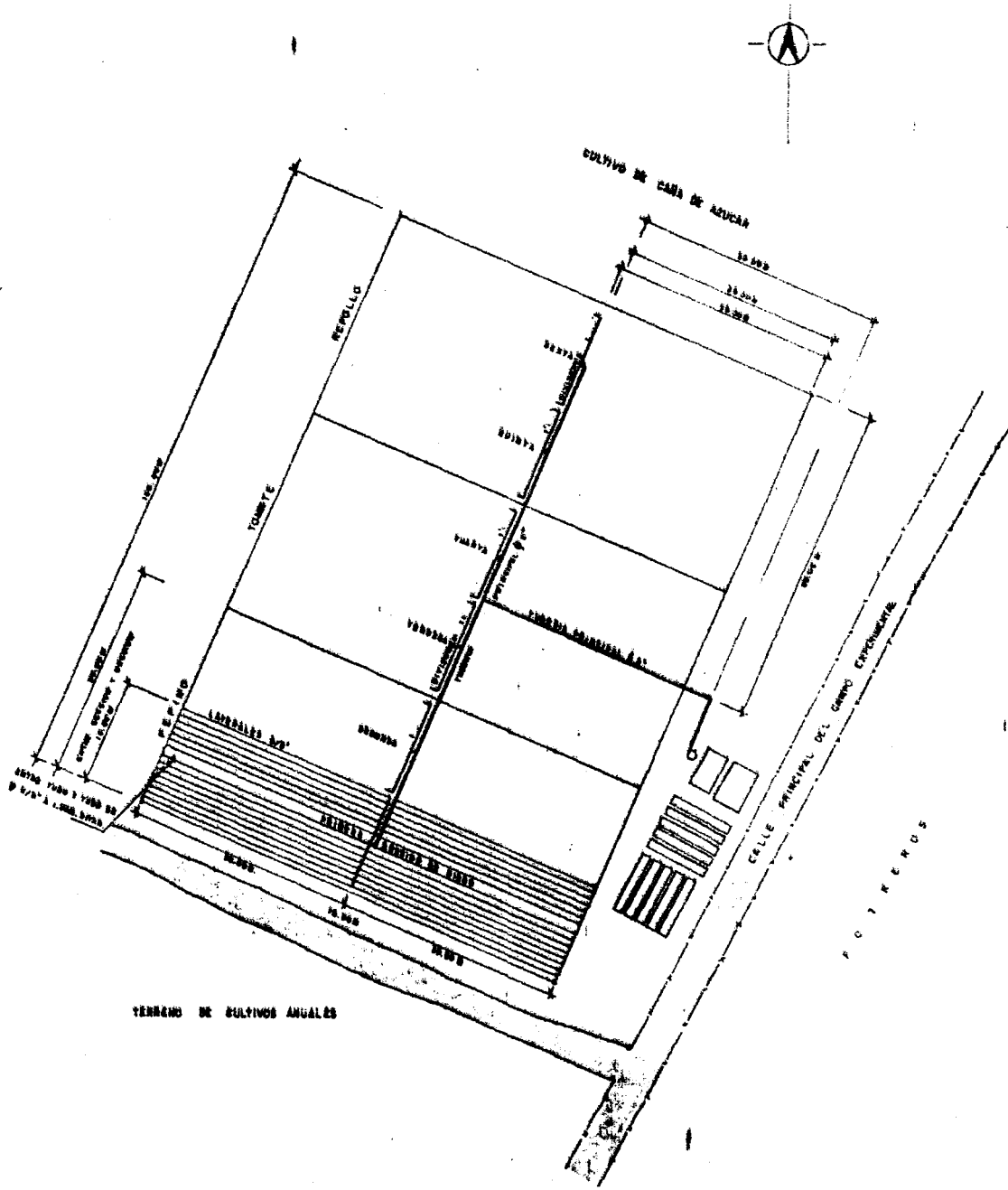
CALCULO :

REVISO :

DIBUJO : SAUL CANJURA

ESCALA :

1 : 500

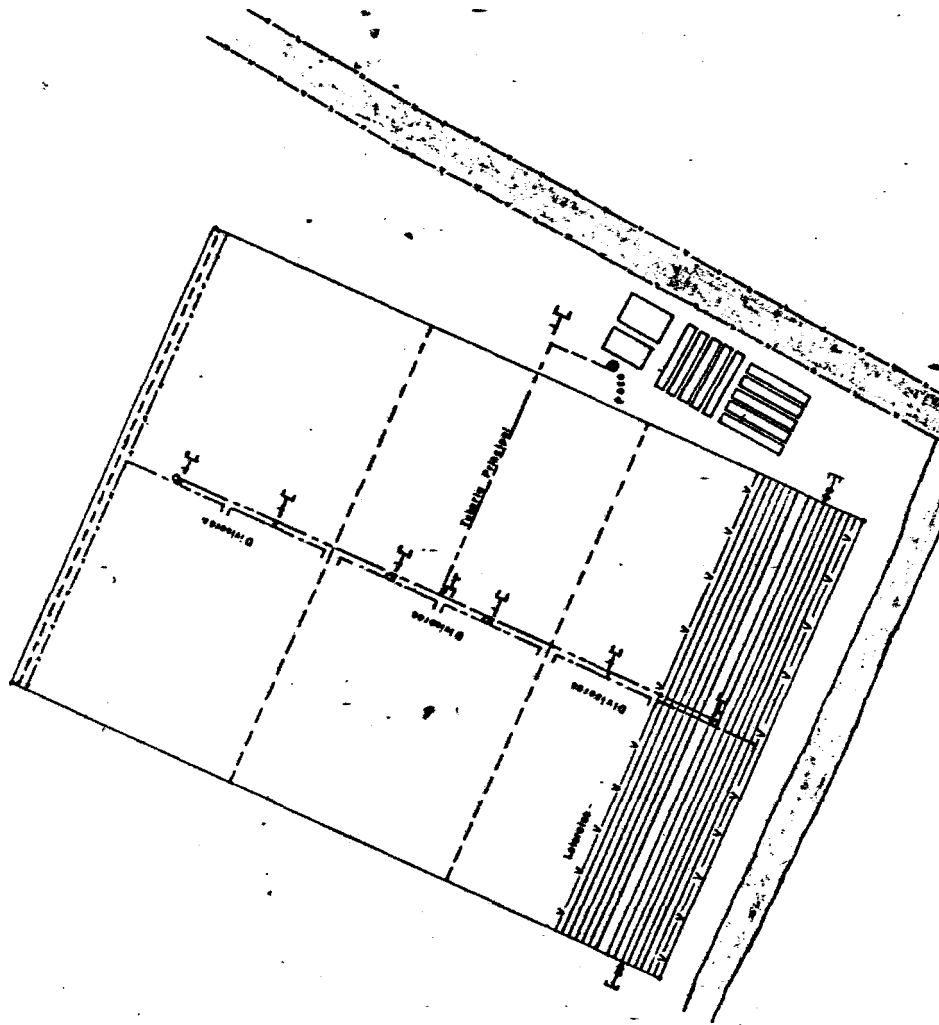


DISEÑO Y SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO PROYECTADO EN PEPIÑO, TOMATE Y REPOLLO LOTE "LA NUBIA" CAMPO EXPERIMENTAL Y DE PRACTICAS, FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

AREA	
AREA POLIGONAL	7000 M ²
" RIEGO TOTAL	6700 M ²
" POR SECCION	1100 M ²
DE RIEGO	
AREA POR CULTIVO	BRASSICA

LEVANTO	SANDY
CALCULO	-
REVISO	-
DIBUJO	SAUL CANOBA
DISEÑO	GUSTAVO HENRIQUEZ M.

escala
1:500
FECHA:



4
VII. DISCUSION Y CONCLUSION.

El diseño de riego por goteo presentado en este trabajo, ha sido el producto de una serie ordenada de pasos, en los cuales se ha hecho uso de información técnica referente al equipo de riego por goteo presente en el campo Experimental y de Prácticas, de información metereológica e hidrológicas para integrarlas en los cálculos necesarios para poder decidir entre varias alternativas, la mejor de ellas, desde el punto de vista técnico.

No se pretende desde ningún momento concluir que el diseño escogido es el único ó el más exacto, pero si se ha elaborado tomando en cuenta la información técnica antes mencionada y la asesoría de personas que trabajan en este campo de riego por goteo, para ajustarlo lo más acorde a lo racional.

Ha sido bien útil y conveniente de disponer de información metereológica local, sin la cual talvez hubiera sido necesario, información de una estación metereológica fuera del lugar y eso disminuye la seguridad del cálculo.

El diseño presentado lo único que demuestra es la forma de hacerlo pero requiere ser realizado en el campo, para hacer los ajustes necesarios en el transcurso de la práctica.

A continuación se detalla la relación que existe, entre la información de los cuadros y figuras que aparecen en la revisión de literatura con la información obtenida de datos locales del lote la bomba ó con la

...

información de los resultados.

Los datos del cuadro No. 1, se relacionan con los datos del Anexo - No. 3, para concluir que el agua del lote la bomba es adecuada para riego ya que los valores de la composición química del agua están en el rango - de lo permitido. Además Goldberg (7), menciona que el agua que contiene - 300 ppm. de cloruros, es considerada como agua de buena calidad. En el - cuadro No. 2, se especifican las limitaciones de fertilizantes aptos para el sistema de riego por goteo presente en el Campo Experimental y de Prácticas.

Las figuras del No. 1 al No. 7, solo muestran los componentes principales de un sistema de riego por goteo, su manejo y su mantenimiento.

El cuadro No. 3, sirve para calcular las pérdidas por fricción de los laterales, el cuadro también presenta datos para el cálculo de otros diseños de riego por goteo que presenten laterales más cortos ó más largos; - pero con diferentes distanciamientos entre gotero y gotero.

El cuadro No. 4 y No. 5, se refieren a datos de pérdidas por fricción para tuberías de plástico, que presentan 1 y 2 pulgadas de diámetro, esta información puede ser usada también para otros diseños cuyos materiales - sean de acero ó cobre.

Los valores del cuadro No. 6 de 0.51 a 0.66 cm/día, demuestran el uso consuntivo para las hortalizas de mercado para el Oeste de los E.E.U.U., - luego si se comparan con los valores del uso consuntivo calculado para el diseño de riego por goteo, en pepino, tomate y repollo que es de 0.54 -- cm/día, se observa que está dentro de ese rango aunque estos valores va -

rían de un lugar a otro.

Con los valores del cuadro No. 7, se cálculo las pérdidas por fricción igual a 0.360, en el divisor con salidas múltiples igual a 16. Los datos del cuadro pueden ser usados para otros cálculos, en los cuales los divisores de los diseños posean menor ó mayor número de salidas. (Ver Literal C. de Resultados).

Los valores que aparecen en la Figura No. 8, se usaron para obtener el dato de pérdidas por fricción de los goteros; los valores de esta figura también pueden servir para el cálculo de otros diseños.

Los datos de la figura No. 9, se usaron para buscar el valor real de la capacidad de la motobomba, después de que se la había calculado las pérdidas por fricción a todo el sistema de riego elegido y se utilizo esta figura; porque la motobomba presente en el lote la bomba pertenece a esta marca y sus características están en el contenido del cuadro. Se agrega también de que la información que aparece bajo la figura No. 9, puede ser usada para recomendar motobombas de diferentes capacidades de acuerdo al diseño que se obtenga.

Los cuadros del (No. 8 al No. 19), contienen datos de rendimientos obtenidos en experimentos de riego por goteo en hortalizas en general y su comparación con los rendimientos de los otros sistemas de riego.

Esta información puede utilizarse en el futuro cuando se lleven a la práctica diseños de riego por goteo y se lleven datos de rendimientos ó de otros parámetros y se comparen con los que se presentan-

en este trabajo, ya que han sido recopilado de varios folletos, facilitando así la información en un solo texto.

Aunque no se hizo uso de datos edafológicos para los cálculos del diseño se consideró conveniente anexar los resultados del análisis del suelo correspondientes al área del proyecto. (Ver Anexos No. 1 y No. 2).

En el cuadro No. 20, se presenta el promedio en mm/día, de la cantidad de agua que se evapora de un tanque Tipo A, en los meses de época seca, en el Campo Experimental y de Prácticas desde 1978 a 1982, este promedio se uso para obtener el uso consuntivo de las plantas. (Ver Numeral: 6 de Resultados)

Aunque el diseño se planeo para una manzana no se trabajo exactamente con los 7000 M²; sino con 6720 M², ya que se dejó más espacio entre el límite de área de un cultivo y otro.

Para escoger el diseño más apropiado de riego se dispuso que el número de gotero fuera el mismo número de plantas; siendo un total de 13,440 goteros. (Ver cuadro No. 9). Todos estos datos se emplearon para calcular la demanda total de agua. Con la demanda total de agua y la capacidad de la motobomba se procedió a la selección por tanteo, prueba y error de la alternativa más conveniente, encontrando la 7a. alternativa la más adecuada, por presentar una mejor distribución del sistema de riego en los tres cultivos y porque la capacidad de la motobomba es lo suficientemente aceptable para abastecer la sección de riego planteada. (Ver séptima alternativa de resultados).

Luego se procedió a calcular las pérdidas por fricción de la red de riego elegida y con ello se verifico el valor real de la capacidad de la motobomba y se comparó con el valor de la demanda de agua de las secciones y se observó en efecto de que es mayor. 11.04 M^3 mayor que 6.048 M^3 . Después de calcular las pérdidas por fricción se determinó que la motobomba emana 11.04 M^3 , en 60 minutos, en 40.5 minutos que es el tiempo calculado de riego daría 7.42 M^3 , y como la sección necesita 6.048 M^3 , de agua.

Se concluye finalmente de que la motobomba esta apta para abastecer la demanda de la sección; ya que 7.42 M^3 es mayor que 6.048 M^3 .

Luego comparando el primer valor de la demanda de agua doble los goteros emanan 4 Lts./Hora, se obtiene una demanda total en todo el terreno de $53.76 \text{ M}^3/\text{Hora}$, y después comparandolo con el segundo valor donde ya se consideró las necesidades de agua de las plantas, se obtuvo una demanda de agua total de: $(36.29 \text{ M}^3 \text{ cada } 40.5')$, si esta se aplicara con una motobomba que tuviera esa capacidad. Se observa pues, que tomando en cuenta, el tiempo necesario de riego y solo las necesidades fundamentales de agua de las plantas se hace un uso racional de agua.

Finalmente se concluye que el tiempo empleado en regar las seis secciones del diseño de riego por goteo propuesto es de 4 horas, pero el riego no será en forma simultánea; sino que sección por sección y regulado por válvulas y que el riego se llevará a cabo durante 40.5 -

minutos por sección y en este tiempo los goteros emitirán 2.70 li
tros por planta.

Se concluye también de que se está trabajando con un buen -
porcentaje de eficiencia dado que la bomba de un poco más de lo -
que necesita el sistema.

También se aclara de que con la capacidad de la motobomba, -
se puede regar el doble del área, y el tiempo de trabajo sería de
8 horas; pero también se ocuparía m equipo de riego por goteo.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Si se piensa diseñar una red de riego por goteo en época de invierno, pero de precipitación escasa, se recomienda ocupar los datos - promedios de la evaporación del tanque Tipo A, presente en el Cam-po Experimental, pero referente a los meses de época de invierno;- ya que para estos meses la evaporación cambia, por lo que también- cambiará el valor del uso consuntivo.
2. Al llevar a la práctica el diseño proyectado para hortalizas en el lote la bomba, se recomienda tomar en cuenta los puntos de referencia presentes en el levantamiento topográfico llevado a cabo en el presente trabajo; y comenzar a regar a partir de la primera sección, de acuerdo al plano No. 2.
3. Se recomienda que la Facultad, realice ^c más investigación con respecto al uso del sistema de riego por goteo, en diferentes cultivos, - debido a sus multiples ventajas con respecto a los otros métodos - tradicionales de riego.
4. Se recomienda que la Facultad, realice ^c la determinación de la veloci-dad de infiltración en el Campo Experimental y de Prácticas ya -- ya que este es un dato que dá mayor apoyo para la elaboración de un diseño de riego por goteo..

5. Se recomienda dar el mantenimiento necesario al equipo de riego por goteo, presente en Campo Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas siguiendo las instrucciones de cuidado y mantenimiento del sistema de riego por goteo que men-
ciona la literatura revisada.
6. Si se pretende elaborar un diseño de riego por goteo, cuando no hay existencia del equipo de riego por goteo, se recomienda lle-
varlo a cabo de acuerdo a las normas recomendadas en el Anexo -
No. 5.
7. Antes de comenzar a regar el terreno de acuerdo al diseño esta-
blecido se recomienda humedecerlo uniformemente con el proposi-
to de iniciar el funcionamiento de este sistema en condición de capacidad de campo.

IX. BIBLIOGRAFIA

1. CRANE DEMING PUMPS. For big volume sprinkling centrifugal pumps. Ohio, S.F. S.P, Bulletin No. 3300 CP.
2. DIAZ BOJORQUEZ, C.A. Desenvolvimiento de la irrigación por goteo en El Salvador y en el mundo. V Congreso Nacional de Ingeniería, San Salvador, Noviembre-25 - 28. 1981. Vol. I.
3. DOSS, B.D; TURNER, J.L. Y EVANS, C.E. Cultivo del tomate con riego por goteo. El Diario de Hoy, San Salvador, Enero, - martes, 1980. pp. 44.
4. GOLDBERG, S.D. Conceptos modernos sobre riego. Centro Regional de Ayuda Técnica (A.I.D.). Departamento de Estado del Gobierno de los Estados Unidos de America. Mexico/Buenos Aires. 1974, pp. 5 - 8.
5. _____. Evaluación Agrotécnica de los métodos de riego. Centro Regional de Ayuda Técnica (A.I.D.), Departamento de Estado del Gobierno de los Estados Unidos de América. Mexico/Buenos Aires. 1974, pp. 4 - 6.
6. _____. Método y Técnicas de Riego. Centro Regional de Ayuda Técnica (A.I.D.), Departamento de Estado del Gobierno de los Estados Unidos de América. Mexico/Buenos Aires, 1974. --- pp. 5 - 6 - 8.

7. _____ . Pronósticos y perspectivas para el desarrollo del riego en Israel hasta el año de 1990. Centro Regional de Ayuda Técnica, (A.I.D.). Departamento de Estado del Gobierno de los Estados Unidos de América. Mexico/Buenos Aires, 1975. pp. 6 - 10.
8. GOLDBERG, D; GORNAT, B. y SHMUELI, M. Adelantos de la Agricultura bajo riego en Israel, Centro Regional de Ayuda Técnica (A.I.D.). Departamento de Estado del Gobierno de los Estados Unidos de América. Mexico/Buenos Aires, 1974. p. 8.
9. GOLDBERG, D; GORNAT, B. y BAR. Distribución de las raíces, el agua y los minerales como resultado del riego por goteo. Centro Regional de Ayuda Técnica (A.I.D.). Departamento de Estado del Gobierno de los Estados Unidos de América. Mexico/Buenos Aires, 1974. p. 1.
10. GOLDBERG, S. D; RINOT y KARU, N. Efecto de los intervalos en el riego por goteo, sobre la distribución y utilización de la humedad del suelo en un viñedo. Centro Regional de Ayuda Técnica (A.I.D.). Departamento de Estado del Gobierno de los Estados Unidos de América. Mexico/Buenos Aires. 1974. p. 1.

11. GOLDBERG, D; y otros. Aumento de uso Agrícola de Agua Salina por medio de riego por goteo. Centro Regional de Ayuda Técnica - (A.I.D.). Departamento de estado del Gobierno de los Estados Unidos de América. Mexico/Buenos Aires. 1974. pp. 1 - 4 - 5.
12. GOLDBERG, S.D. y RIMON, D. Abonado y uso de abonos conforme a las prácticas de riego por goteo. Centro Regional de Ayuda Técnica (A.I.D.). Departamento de Estado del Gobierno de los Estados Unidos de América. Mexico/Buenos Aires. 1975. p. 3.
13. GOLDBERG, S.D. y SHMUELI, M. Riego por aspersión por goteo de pi - mientos verdes en una zona árida. Centro Regional de Ayuda -- Técnica (A.I.D.). Departamento de Estado de los Estados Unidos de América. Mexico/Buenos Aires. 1974. pp. 1,2,5.
14. _____. El riego por goteo, un método que puede usarse en condi - ciones desérticas y áridas con agua y suelos de elevada salini - dad. Centro Regional de Ayuda Técnica (A.I.D.). Departamento - de Estado de los Estados Unidos de América. Mexico/Buenos Aires. 1974. pp. 1, 4 - 6 .
15. _____. Efectos de la distancia de los goteros sobre la salinidad del suelo, el crecimiento y el rendimiento de maíz dulce en una zona árida. Centro Regional de Ayuda Técnica. (A.I.D.). De - partamento de Estado del Gobierno de los Estados Unidos de Amé - rica. Mexico/Buenos Aires. 1974. p. 1.

16. GOMEZ POMPA, P. Riego a presión, aspersión y goteo. Barcelona, - Aedos; 1975. pp. 35, 36, 40, 45-51, 67-70.
17. GONZALEZ O, R. Métodos y Técnicas de Riego, s.n.t. pp. 44.
18. GUZMAN MAZARIEGO, M.R. Importancia de los desechos líquidos del - beneficiado del café (Aguas Mieles), como contaminantes de las - aguas, posibilidades de tratamientos y depuradores de su aprove- - chamiento en la agricultura (Revisión Bibliográfica), Tesis. - Ing. Agr. San Salvador, El Salvador, Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas. 1981. p. 16.
19. HURD, CLARENCE J. Guía para el riego por aspersión. Mexico, Centro Regional de Ayuda Técnica, (A.I.D.). Departamento de Estado del Gobierno de los Estados Unidos de América. 1974. pp. 22.
20. MILLA FLOR, S. Determinación del contenido de materia orgánica de - suelos del Campo Experimental y de Prácticas. Tesis. Ing. Agr. San Salvador, El Salvador, Universidad de El Salvador, Facultad - de Ciencias Agronómicas, 1980. p. 61
21. OLIVER, J. Riego por goteo en el tabaco. Agricultura, revista agro - pecuaria, s.f. 47 (54): 356.
22. ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA LIMENTA - CION, Grupo de trabajo sobre recursos hídricos y riegos. (Estu - dio sobre riego y avenamiento). Riego por goteo. ROMA, 1974. - pp. 3, 23, 78, 79, 91, 92, 96-98, 100-110.

23. PILLSBURY, ARTHUR. F. El empleo de riego por aspersión. Italia, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 1968. p. 94.
24. PIÑA DAVALOS, A. Diseño proyecto y establecimiento de equipo de riego por goteo. Mexico. S.A.R.H, 1978. pp. 1 - 6 (Memorandum Técnico No. 374).
25. RIEGO POR GOTEO. Datos específicos. Netafim. Israel, s.n.t. -- pp. 3,7,9.
26. RIEGO POR GOTEO. Explicaciones e Instrucciones. Netafim. Israel, s.n.t. pp. 1 - 18.
27. RIEGO POR GOTEO. Netafim. Israel, s.n.t.
28. SHMUELI, M. y GOLDBERG, D. Respuesta de plantas de pimiento sometidas al riego por goteo con varios regímenes de agua. Centro Regional de Ayuda Técnica (A.I.D.). Departamento de Estado del Gobierno de los Estados Unidos de América. Mexico/Buenos Aires, 1974. p. 1.
29. _____. Riego por aspersión por surco y por goteo del melón en una zona árida. Centro Regional de Ayuda Técnica (A.I.D.). Departamento de Estado del Gobierno de los Estados Unidos de América. -- Mexico/Buenos Aires, 1974. p. 1.
30. STA. RITE. TECHNICAL INFORMATION. s.f. pp. 4,5.
31. UZRAD, M. y GOLDBERG, D. Desinfección de fajas de terreno mediante el sistema de riego por goteo. Centro Regional de Ayuda Técnica (A.I.D.). Departamento de Estado del Gobierno de los Estados Unidos de América. Mexico/Buenos Aires. 1975. pp. 1,4.

ANEXO No. 1 :

Resultado del análisis de suelo efectuado a tres profundidades del área del lote la bomba del Campo Experimental, y de Prácticas de la Facultad de Ciencias.

Muestra No.	% de Materia Orgánica	Textura	PH en agua	Fósforo (P) PPM.	Potasio (K) PPM.	Calcio (Ca) Meq/100 gr. de suelo.
8a	1.96 B	FA	5.7 M.A	58 A	290 M/A	-
8b	2.04 B	FA	5.9 M.A	56 A	290 M/A	8.35
8c	1.67 B	FA	5.9 M.A	43 A	215 M/A	-
9a	2.00 B	FA	5.7 M.A	55 A	420 M/A	-
9b	1.86 B	F	5.8 M.A	48 A	365 M/A	7.75
9c	1.51 B	FA	5.8 M.A	33 A	215 M/A	-

ANEXO No. 2

Recopilación de resultados de análisis de suelo del lote la bomba del Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador.

Identificación de las muestras	% Materia orgánica	Textura	PH en agua	Fósforo (p) ppm.	Potasio (k) ppm.	Calcio meq/l de su
Muestra 5c, Lote 14	1.79	F	5.9 M.A.	25A	240 M/A	-
Muestra 6a, Lote La Bomba	2.04B	F	5.7 M.A.	58A	390 M/A	-
Muestra 6b, Lote La Bomba	1.70B	F	5.8 M.A.	48A	240 M/A	6.
Muestra 6c, Lote La Bomba	1.52B	F.A	5.8 M.A.	44A	205 M/A	-
Muestra 7a, Lote La Bomba	2.54M	F	5.7 M.A.	68A	280 M/A	-
Muestra 7b, Lote La Bomba	2.54M	F	5.7 M.A.	68A	290 M/A	0.
Muestra 7c, Lote La Bomba	1.628	F	5.8 M.A.	55A	240 M/A	-
Muestra 8a, Lote La Bomba	1.96B	F.A	5.7 M.A.	58A	290 M/A	-
Muestra 8b, Lote La Bomba	2.04B	F.A	5.9 M.A.	56A	290 M/A	8.
Muestra 8c, Lote La Bomba	1.67B	F.A	5.9 M.A.	43A	215 M/A	-
Muestra 9a, Lote La Bomba	2.008	F.A.	5.7 M.A.	55A	420 M/A	-
Muestra 9b, Lote La Bomba	1.86B	F	5.8 M.A.	48A	365 M/A	7.
Muestra 9c, Lote La Bomba	1.518	F.A	5.8 M.A.	33A	215 M/A	-
Muestra 10a, Lote La Bomba	2.68M	F.L	5.7 M.A.	52A	320 M/A	-
Muestra 10b, Lote La Bomba	2.49M	F.L	5.6 M.A.	51A	290 M/A	9.
Muestra 10c, Lote La Bomba	2.38M	F.L	5.7 M.A.	46A	250 M/A	-

ANEXO No. 3

Resultados del análisis obtenido en una muestra de agua, del Lote La Bomba, del Campo Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas.

PH	6.65	
CONDUCTIVIDAD	21.42 x 10 ⁻⁵	a 25°C
SULFATOS	21.12	PPM.
CLORUROS	3.02	PPM.
CALCIO	41.40	PPM.
MAGNESIO	10.08	PPM.
ORTOFOSFATOS	7.80	PPM.
POLISFOSFATOS	23.40	PPM.
NITRATOS	0.12	PPM.
BICARBONATOS	154.00	PPM.
BORO	0.02	PPM.
POTASIO	6.95	PPM.
SODIO	22.2	PPM.
CONTENIDO TOTAL DE SALES	<u>290.11</u>	<u>PPM.</u>

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

REQUISICION DE ARTICULOS PARA COMPRA (ORDEN DE COMPRA)

Pág. No. 1

REQUISICION DE ARTICULOS EN EXISTENCIA

	DEBITO	ABONO
PROGRAMA	ENSEÑANZA SUPERIOR UNIVERSITARIA	
DEPARTAMENTO	FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS	AMPARADO CON TRASPASO
ACTIVIDAD	FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS	FILE # 03818 DEL 20 DE
CODIGO	100-069-00-3	CIENENR DE 1977

CANTIDAD SOLICIT.	CANTIDAD ENTREGADA	UNIDAD MEDIDA	C. UNID. PROMED.	DESCRIPCION DEL ARTICULO	VALOR ESTIM.
SISTEMA CON RIEGO POR GOTEO					
7200	7200		C/U	Tubos de polietileno 16A	
200	200		C/U	" " " " 50/4	
300	300		C/U	" " " " 25/4	
4000	4000		C/U	Geteros Netafim 4 L/	
160	160		"	Conectores inicial con banda 8302 16mm	
160	160		"	Sellos para conectar 8321	
160	160		"	Tapones Netafim 902 16mm	
20	20		"	Conector Netafim 922 16-16	
20	20		"	Adaptadores machos 7026/A 25-3/4	
4	4		"	" " " " 7026/11 30-2"	
20	20		"	Tapones hembras con roscas PVC-3/4"	
2	2		"	" " " " " PVC-2"	
10	10		"	Válvulas paso libre 3/4"	

(Cuando sea " Requisición de artículos para compra (orden de compra) " deberá acompañarse la Reserva de Crédito.)

LUGAR Y FECHA: SAN SALVADOR, EL SALVADOR, 27 DE MARZO DE 1977

Solicitante

Recibido Conforme

UNIVERSIDAD DE CALDAS

98/7

REQUISICION DE ARTICULOS PARA COMPRA (ORDEN DE COMPRA)

Ord. No.

REQUISICION DE ARTICULOS EN EXISTENCIA

	DEBITO	ABONO
PROGRAMA	ENSEÑANZA SUPERIOR UNIVERSITARIA,	
SUB-PROGRAMA	FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS,	
ACTIVIDAD	FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS,	
CODIGO	108-069-00-3	

CODIGO DEL ARTICULO	CANTIDAD SOLICIT.	CANTIDAD ENTREGADA	UNIDAD MEDIDA	C. UNIT. PROMED.	DESCRIPCION DEL ARTICULO	VALOR TOTAL
	10	10		C/0	Manturas placion 50-3A	
	10	10		"	Reguladores de presión Motoff 3A"	
	10	10		"	Tafes placion 25-3A-25	
	30	30		"	Miples galvanizados todo rosca de 3A"	
	1	1		"	Filtro completo 560-0	
	1	1		"	Moto-bomba Grass Danfos 3361-5A-1,2 HP →	
	1	1		"	Accesorios succión y descarga	
	1	1		"	Accesorios eléctricos para moto bomba	
	1	1		"	Tafes placion 50-60-60	
	1	3		"	Acoples placion 50-60	
	1	1		"	Tanque fertilizante 90 litros	

(Cuando sea " Requisición de Artículos para Compra (orden de Compra) ", deberá acompañarse la Reserva de Crédito.)

LUGAR Y FECHA: SAN BAILE 12 DE DICIEMBRE 1977

[Handwritten signature]
 Solicitante

[Circular stamp: A de Ciencias Agronomicas, OFICINA DE COMPRAS, DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA]
 Recibido conforme

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

00/77

- REQUISICION DE ARTICULOS PARA COMPRA (ORDEN DE COMPRA)
- REQUISICION DE ARTICULOS EN EXISTENCIA

Ped. No. _____

	DEBITO	ABONO
PROGRAMA	ENSEÑANZA SUPERIOR UNIVERSITARIA .	
SUB-PROGRAMA	FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS .	
ACTIVIDAD	FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS .	
CODIGO	100-059-00-3	

CODIGO DEL ARTICULO	CANTIDAD SOLICIT.	CANTIDAD ENTREGADA	UNIDAD MEDIA	C. UNID. PROMED.	DESCRIPCION DEL ARTICULO	VALOR TOTAL
				C/U	Accesorios para fertilizantes.	
					VALOR TOTAL DEL EQUIPO	15,337.9
					5% A FAVOR DE PROVEEDURIA	766.9
					TOTAL GENERAL	16,104.8

PARA USO EN EL LOTE LA BOMBA DEL CAMPO EXPERIMENTAL HACIENDA PROVIDENCIA SAN LUIS TALPA.
 COTIZACION DE GOLDTREE LIEBES S.A. DE C.V.

(Cuando sea "Requisición de Artículos para Compra (orden de Compra)", deberá acompañarse Reserv. de Crédito.)

LUGAR: SAN SALVAдор FECHA: 27 DE ABRIL DE 1977

[Handwritten Signature]
 SOLICITANTE
 DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO TECNOLÓGICO
 UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

Recibido Conforme

REQUISICION DE ARTÍCULOS DE PAPEL, COPIAS, LIBROS DE TEXTO
 REQUISICION DE ARTÍCULOS EN LA BIBLIOTECA

no. 11
 Fed. No.

PROYECTO	ENSEÑANZA SUPERIOR UNIVERSITARIA	
SUBPROGRAMA	FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS	AMPARADO CONTRASPASO CON
ACTIVIDAD	FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS	BLE # 03818 DEL 20 DE 01
CODIGO	108-059-00-3	CIEMBRE DE 1.977

CANTIDAD DEL ARTÍCULO	CANTIDAD REQUISICIONADA	CANTIDAD ENTREGADA	VALOR TOTAL
			<u>SISTEMA DE RIEGO POR GOTEÓ</u>
	7200	7200	C/U Tubo de Polietileno 16/4
	200	200	" Tubo de Polietileno 50/4
	100	100	" Tubo de Polietileno 25/4
	7000	7000	" Goteros Metafin 4 L/H
	30	10	" Conector Inicial con banda 8302 16mm
	80	80	" Jello para conectar 8321
	80	80	" Tapones Metafin 922 16mm
	20	20	" Conector Metafin 922 16-16
	10	10	" Adaptadores macho 7026/A 25-3/4"
	4	4	" Adaptador macho 7026/A 60-2"
	10	10	" Tapones hebrea c/resaca PVC, 3/4"
	2	2	" Tapones hebrea c/resaca PVC, 2"
	5	5	" Válvulas paso libre 5A"

Cuando sea necesario, el Revisor de Cuentas deberá autorizar el uso de los recursos de crédito.

FECHA Y LUGAR: SAN SALVADOR, EN EL MES DE...
 [Firma manuscrita]
 [Sello circular de la Universidad de El Salvador]

Revisor de Cuentas

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

REQUISICION DE ARTICULOS PARA COMPRA (ORDEN DE COMPRA)
 REQUISICION DE ARTICULOS EN EXISTENCIA

Fwd. No. 3

	DEBITO	ABONO
PROGRAMA	ENSEÑANZA SUPERIOR UNIVERSITARIA.	
SUB-PROGRAMA	FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS.	
ACTIVIDAD	FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS.	
CODIGO	100-009-33-3	

CODIGO DEL ARTICULO	CANTIDAD SOLICIT.	CANTIDAD ENTREGADA	UNIDAD MEDIDA	U. DNEI. PROMED.	DESCRIPCION DEL ARTICULO	VALOR TOTAL
	5	5		C/U	Manturas plason 18-3/4"	
	5	5		C/U	Reguladores de presión Motafin de 3/4"	
	5	5		C/U	Tefs plason 25-3/4-25	
	15	15		"	Mplos galv. todo rosca 3/4"	
	1	1		"	Filtro Completo 560-0	
	1	1		"	Moto-bomba Crane Dowing 3361-5A- 1 1/2 HP	
	1	1		"	Accesorio succión y descarga	
	1	1		"	Accesorio electrico para moto-bomba	
PARA USO EN EL LOTE EL MANDO DE LA HACIENDA PROVIDENCIA SAN LUIS TALPA.					Transporte y mano de obra	
					VALOR TOTAL DEL EQUIPO	10137.00
					5% A FAVOR DE PROPIEDADRIA	506.85
					VALOR TOTAL	10643.85

* Cuando sea " Requisición de Artículos para Compra (Orden de Compra) ", deberá acompañarse la (Forma de Crédito.)

LUGAR Y FECHA: SAN SALVADOR, EL SALVADOR, 11 DE AGOSTO DE 1977

[Handwritten Signature]
 Subgerente

Recibido Conforme

ANEXO No. 5Pasos a seguir para el Cálculo de Riego por Goteo.

1. Datos de **Campo.**
- 1.1 Datos Topográficos
 - 1.1.2 Area Total a ser irrigada.
 - 1.1.3 Declividad del terreno.
 - 1.1.4 Altitud S.N.M.
 - 1.1.5 Diseño a escala del área.
- 1.2 Datos del cultivo.
 - 1.2.1 Cultivos a ser irrigados.
 - 1.2.2. Numero de plantas Densidad de plantío.
 - 1.2.3 Espacios entre plantas
- 1.3 Forma y tipo de elevación del agua.
- 1.4 Localización de la Fuente de Agua: rio, pozo, tanque de capa
citación etc.
 - 1.4.1 Muestra de análisis de agua.
 - 1.4.2 Capacidad de la fuente (La necesaria para la demanda media -
diaria).
 - 1.4.3 Diferencias de nivel entre el tanque de capacitación, la lí
nea principal y las puntas de los laterales.
- 1.5 Localización y dimensión de la línea principal.
- 1.6 Localización y dimensión de los laterales.
- 1.7 Recoger muestras de análisis de suelos.
2. Datos y Cálculos de Oficina.
 - 2.1 Datos Agrológicos Metereológicos
Edafológicos
Fitotécnicos.

- 2.2 Uso consuntivo diario (Buscar en Tablas).
- 2.3 Area radicular de la planta.
- 2.4 Demanda media diaria por planta.
Area radicular x U.C./diario = $M^3/\text{día} \times 1000 = L/\text{día/planta}$.
- 2.5 Demanda media diaria total de plantas (Según ciclo y parcelas).
No. de plantas x D.M.D./planta = L/día.
- 2.5.1 Tiempo de riego:
- 2.5.2 Ciclo de riego.
- 2.6 Selección del tipo de gotero. (Teniendo las Presiones mínimas y máximas y el caudal (L/H), mínimo y máximo podemos seleccionar el tipo de gotero.
- 2.7 Selección de la tubería.
- 2.7.1 Cálculo de pérdidas de presión en las tuberías laterales.
- 2.7.2 Cálculo de pérdidas de presión en las tuberías principales.
- 2.7.3 Cálculo de pérdidas de presión en la tubería madre.
- 2.7.4 Selección de los diámetros de las tuberías.
- 3. Cálculo y Selección del cabezal y equipo de bombeo.
- 3.1 Selección del sistema de filtros.
- 3.2 Selección del sistema de válvulas.
- 3.3 Selección del sistema de fertilización.
- 3.4 Cálculo de la altura manométrica.
- 3.5 Caudal total necesario en L/H. ó M^3 ó Gal./H.
- 3.6 Cálculo de la potencia de la motobomba.
- 3.7 Selección de la motobomba en curvas ó tablas proporcionados por el fabricante.

...

- 4. Cálculo de Costos.
- 4.1 Diseño a escala del sistema de riego.
- 4.2 Diseño (simbología), de los accesorios que componen el cabezal, (con especificación de medidas).
- 4.3 Lista de precios de accesorios.
- 4.4 Lista de precios de tuberías.
- 4.5 Costo del equipo de bombeo y/o. tanque de capacitación.
- 4.6 Costo del cálculo y proyección.
- 4.7 Costo de mano de obra de instalación.
- 4.8 Costo de transportes.
- 5. Amortización.