

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

ESCUELA DE AGRICULTURA



"Proyecto de riego por bombeo y gravedad en el Municipio de Cazones de Herrera, Veracruz"

T E S I S P R O F E S I O N A L

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

I N G E N I E R O A G R O N O M O

EN EXTENSION AGRICOLA Y GANADERA

P R E S E N T A

ROBERTO ESPINOSA BARREDA

Las Agujas, Mpio. de Zapopan, Jalisco

1983

Las Agujas.Mpio. de Zapopan, Jal. 23 de Julio 1981

C. ING. LEONEL GONZALEZ JAUREGUI
DIRECTOR DE LA ESCUELA DE AGRICULTURA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
P R E S E N T E

Habiendo sido revisada la Tesis del PASANTE _____

ROBERTO ESPINOSA BARBEDA Titulada:

" PROYECTO DE RIEGO POR BOMBEO Y GRAVEDAD EN EL MUNICIPIO DE
CAZONES DE HERRERA, VERACRUZ."

Damos nuestra aprobación para la Impresión de la misma


DIRECTOR



ING. J. JESUS SEPULVEDA MEJIA

ASESOR

ASESOR



ING. ADEODATO RUIZ ALCANTAR



ING. EDUARDO GOMEZ VILLARRUEL

" RIEGO POR BOMBEO Y GRAVEDAD EN EL MUNICIPIO DE CAZONES

DE HERRERA VERACRUZ "

I N D I C E

	Pág.
DEDICATORIA	
INTRODUCCION.	1
CAPITULO I	3
ANTECEDENTES	3
Descripción del Area.	
CAPITULO II	8
NECESIDADES HIDROLOGICAS	
Cultivo del Sistema	
Uso Consuntivo.	
CAPITULO III	26
TIPOS DE EQUIPO	26
Bombas.	26
CAPITULO IV	41
CAPTACION	
CAPITULO V	47
OBRAS DE DISTRIBUCION	
Canales	
CAPITULO VI,	58
CALCULOS	60
Recursos y condiciones	
Cálculos	
CAPITULO VII	66
COSTOS	72
Costos de construcción	
Costos del cultivo	
RESUMEN	77
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	78
BIBLIOGRAFIA.	79



**ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA**

I N T R O D U C C I O N

El desarrollo de los sistemas de producción alimenticia es uno de los principales pilares de la economía de las naciones y por lo tanto sus métodos y formas se deben de estudiar y analizar de una manera que se aprovechen -- hasta el último recurso y esfuerzo aplicado en ello.

Los principios de esta obra se basan en los tipos- de cultivo idóneos a la región y a la manera de aplicar - el agua mediante un sistema de riego por bombeo y grave-- dad, para obtener de manera más objetiva el mejor aprove-- camiento del sistema.

Así teniéndolo estas bases de cuenta con el cultivo- del Maíz que es uno de los recursos de mayor importancia- en la Zona Norte del Estado de Veracruz, cuya producción- se estima en 272,000 toneladas en un área de 170,000 hec-- táreas.

La región tiene varios lugares que por sus caracte-- rísticas satisfacen los requerimientos para la implementa-- ción de unidades de riego.

Los principales factores que intervinieron para la formación de la unidad fueron los siguientes:

Infraestructura para la instalación de la planta - de bombeo; Camino, electricidad, materiales de construc-- ción cercanos.

La Cercanía del terreno que cuenta con nivelaciones La mínima modificación a la boca-toma de la planta de una poza natural que sirve como presa de almacenamien-- to.

Estos factores se unen para lograr un sistema de -

apoyo el desarrollo agrícola y lograr un aumento de las -
reservas alimenticias que contribuyan a frenar la crecien
te importación de alimentos básicos que tanto perjudican-
al país.

CAPITULO I .- ANTECEDENTES

Descripción del Area.

Datos de población

La población del municipio de Cazones de Herrera es estimada en 85,000 habitantes, los cuales se encuentran -- distribuidos de ls siguiente manera: 30,000 en la cabecera municipal, y los restantes en pueblos, villas y congregaciones.

El área pertenece al antiguo Velle de Totonacapan, - la población anterior a la colonia era la raza totonaca de la cual quedan descendientes.

En la parte Norte de la cabecera municipal pasa un río que se denomina también Cazones, este nace en el Estado de Puebla, donde es conocido como Río San Marcos, se interna en Veracruz por el Canton de Papantla y recibe a los Arroyos: Totolapa, Acuatempa, Los Naranjos y desagua en el Golfo de México formando una barra con el mismo nombre del Río.

----Vías de Comunicación

Se llega a la población de Cazones por medio de una carretera pavimentada que viene de Poza Rica, contando además con una serie de caminos secundarios de terracerias -- transitables todo el año, estos caminos abarcan toda la región y comunican a los pueblos y villas más alejados.

Cuentan además con otros medios de comunicaciones - como son;

· Teléfono, Correo, Radio y una línea de autobuses -- que da servicio a toda la zona, siendo su terminal Cazones, la Cabecera municipal. Los principales poblados del municipio además de su cabecera municipal son: La Unión-Km 31, - La Ceiba, La Encantada y Barra de Cazones.

Datos Generales

Situación Geografica

El Municipio está situado dentro de las siguientes coordenadas: 20° 40' Latitud Norte y 97° 20' Longitud Oeste.

La superficie que abarca al Municipio es de 103 -- Km²., lo limitan los Municipios de Tuxpan (Norte), Poza-Rica (Oeste), Papantla (Sur) y por el Este, lo limitan -- las playas del Golfo de México.

Su relieve es moderadamente plano en un 60% y el -- resto es accidentado, su altitud promedio sobre el nivel -- del mas es de 50 metros.

C l i m a

La región queda comprendida en la zona cálida de -- la escala térmica entre los 22 y 26 grados centígrados.

El área en cuestión, está situada entre dos tipos -- de clima que son:

AW₁ = Cálido húmedo.- Régimen de lluvias en vera-
no con P/T entre 43.2 y 55.3

AW₂ = Cálido húmedo.- Régimen de lluvias en verano
con P/T mayor de 55.3

En lo referente a los promedios mensuales y anuales de temperatura, lluvia, porcentaje de horas luz; están incluidos dentro del estudio.

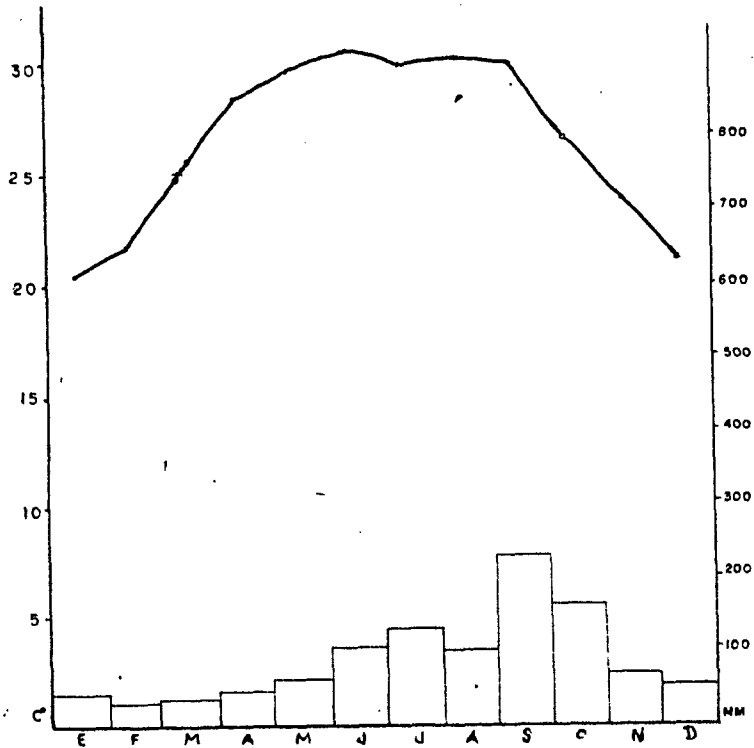
A continuación se presentan las características de los vientos dominantes durante el año.

	<u>INTENSIDAD</u>	<u>R U M B O</u>
Enero	_____ poca _____	NE.
Febrero	_____ mediana _____	NE.
Marzo	_____ fuerte _____	N. 3 al mes †
Abril	_____ mediana _____	NE.
Mayo	_____ poca _____	NE.
Junio	_____ poca _____	NE.
Julio	_____ poca _____	SE.
Agosto	_____ poca _____	SE. Temporada de ciclones
Septiembre	_____ poca _____	SE. " " "
Octubre	_____ mediana _____	NE.
Noviembre	_____ fuerte _____	N.
Diciembre	_____ mediana _____	N.

Tomando datos de la Carta de Uso del Suelo y Vegetación de la Dirección Técnica de Estudios del Territorio Nacional, - encontramos que el área contiene esencialmente agricultura temporal y pastizal cultivado, ahí mismo se encuentran partes de selva alta perenifolia secundaria y agricultura de - temporal.

En la Carta Edafológica, tenemos la información de un suelo vertisol de características pélico y crómico Vp y Vc.

A grandes rasgos es un suelo que presenta muchas grietas anchas y profundas, en época de sequía son muy duros, arcillosos y masivos, frecuentemente negros, grises o rojos, tienen muy bien definida la estación de lluvias y la estación de secas.



GRAFICA DE DISTRIBUCION ANUAL DE TEMPERATURA
Y DE PRECIPITACION EN LA REGION

COEFICIENTES Y VALORES

<u>M E S</u>	<u>TEMPE- RATURA</u>	<u>PRECIPI TACION</u>	<u>% HORAS LUZ</u>
Enero	20.1	32.3	7.72
Febrero	21.2	30.2	7.25
Marzo	24.0	34.1	8.40
Abril	27.2	40.5	8.53
Mayo	28.7	50.7	9.16
Junio	29.1	105.7	9.25
Julio	28.4	124.0	9.26
Agosto	28.6	105.2	8.96
Septiembre	28.0	230.1	8.29
Octubre	25.5	172.2	8.18
Noviembre	23.3	59.4	7.56
Diciembre	21.2	48.5	7.64
 A N U A L :	 25.4	 1 032.6 mm.	
 PROMEDIO:			 8.35

CAPITULO II.- CULTIVO DE SISTEMA

MAIZ :

Dentro de los cultivos básicos, el maíz representa el más importante; dada la gran demanda que tiene.

FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL CULTIVO DEL MAIZ

I.- El clima de la región favorece el desarrollo de este cultivo.

1.- La lluvia.- El régimen satisface la demanda para el ciclo vegetativo, aunque está catalogada la zona como región de temporal, hay manera de aprovechar las características del terreno para la captación y almacenamiento de aguas.

2.- La temperatura.- En la zona es ligeramente alta, con un promedio de 24.5°C.

La época de calor está bien definida, lo que da margen para efectuar el control del ciclo agrícola.

II.- Suelo.- Es de tipo ligero, textura arcillo-arenoso en su gran mayoría, su estructura facilita el trabajo y el desarrollo de la planta, por la asimilación de nutrientes del suelo.

III.- Topografía.- En general es plana, en ciertos lugares surcados por canales, acequias o arroyos, que la mayor parte del año, no siendo época de lluvias, tienen agua, aunque sea en escaso volumen.

VARIETADES DEL MAIZ:

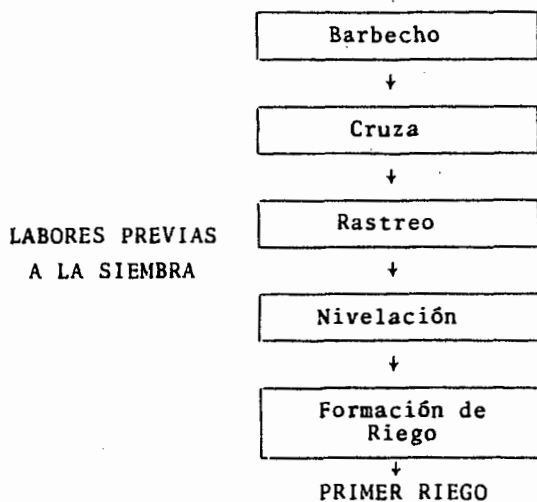
Tuxpeño.- Variedad investigada y difundida por el I.N.I.A., es una cruz que dá mayores rendimientos y resiste mejor la sequía que el criollo común. Este maíz se desarrolla bajo el sistema de temporal y cuando se usa bajo riego, su productividad aumenta hasta un 30%.

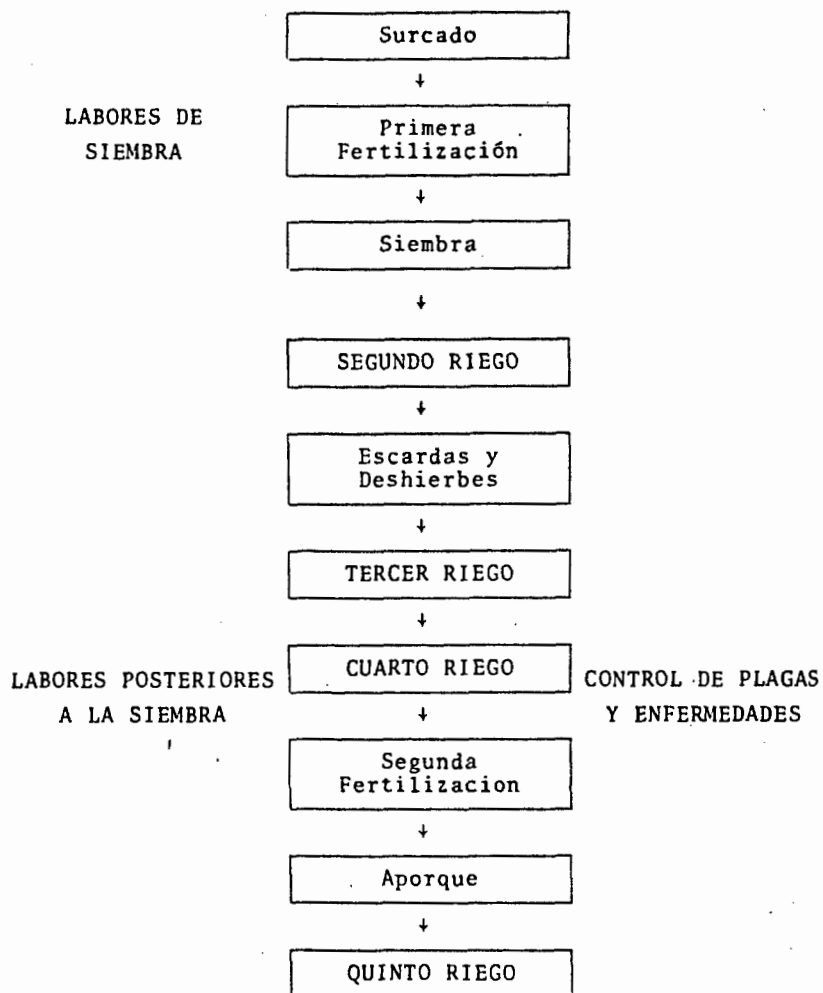
Su distribución abarca la mayor parte de la región Norte del Golfo de México.

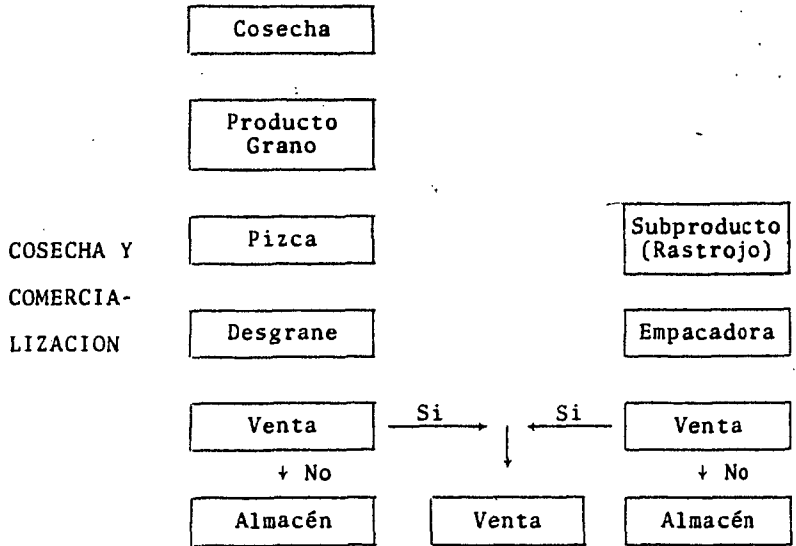
H-503, H-507 Y H-509.- Estas variedades también son de temporal; pero con el régimen de riego se mejora su rendimiento, dado que son de período de crecimiento medio.

Criollo.- Es la semilla más usada para el cultivo, un 50% de los agricultores le aplica, un desinfectante antes de la siembra para tener más seguridad al momento de germinación al evitar con ésto la propagación de plagas.

PROCESO GENERAL EN EL MAIZ DE RIEGO







PLAGAS Y ENFERMEDADES

Gusanos.- La plaga más común en el maíz, es el gusano soldado, que es la larva de una mariposa del género Spodóptera, consume el tallo y follaje de las plantas cuando están tiernas y asimismo atacan al elote en la madurez.

Hay otras variedades que atacan al follaje principalmente, ocasionando con ésto grandes pérdidas al debilitar a la planta.

Este tipo de plaga se combate con insecticidas de contacto de compuestos organo-fosforados, tales como el Malatión, Nated y el Diazinon.

Hormigas.- Del género Formicus, dañan a la planta en general, su localización es segura, al observar en el plantío lunares o lugares vacíos que es donde está el hormiguero; se controla directamente con insecticidas de contacto de compuestos organo-clorados; Hectacloro, Lindano, Endrin.

ENFERMEDADES BACTERIANAS:

Dentro de las enfermedades causadas por microorganismos, encontramos las bacterianas, que atacan a las plantas en todo el ciclo vegetativo.

La Pudrición.- Es una enfermedad que se distingue por la desintegración de las membranas de las células de las plantas, que causa un ablandamiento de los tejidos superficiales. Es causada por el género Erwinia.

La Mancha de la Hoja.- Es una necrosis que aparece en los tejidos de las hojas. La enfermedad es causada principalmente por el género Xanthomonas, cuando esta enfermedad se desarrolla violentamente, se le llama "tizón".

ENFERMEDADES FUNGOSAS:

Carbón del Maíz.- Es una enfermedad causada por los hongos Urocystis, Ustilago. Infectan la parte superior de la mazorca y se muestran como un tipo de agallas.

Tizón de la Hoja del Maíz.- Es causado por el hongo Helminthosporium. Los síntomas son manchas de diferentes tamaños y formas, estas manchas se pueden convertir en una pudri-

ción, ocasionada por microorganismos secundarios o Saprofitos. (Bacterias principalmente), el tejido de la hoja se ablanda.

METODOS DE CONTROL

Enfermedad

FUNGICIDAS DE CONTACTO COMPUESTOS DE COBRE:

Caldo Bordelés, Óxido cuproso.

Tizón, mancha de la hoja.

COMPUESTO DE MERCURIO:

° Acetato de fenil mercurio, cloruro de mercurio.

Desinfección de la semilla de maíz.

COMPUESTO DE AZUFRE:

Azufre coloidal, Ditiocarbonato.

Carbón, mancha de la hoja, antracnosis.

FUNGICIDAS SISTEMICOS

BENOMYLES:

Benlate, tiobendazol.

Mancha de la hoja.

OXATIINES:

Carboxín, Ferfuram, Piracarbamid.

Desinfección del suelo y de las semillas contra carbón.

Los fungicidas y los bactericidas, se aplican solo en pequeñas cantidades, ya que son productos muy concentrados.

Para obtener una adecuada distribución, se necesita mezclar los con un vehículo, que puede ser agua, aire o polvo.

USO CONSUNTIVO:

Cada cultivo utiliza para su desarrollo y óptima cosecha, - una cierta cantidad de agua que varía con la temperatura, - horas luz, vientos y otros factores del clima de la Región.

A esta cantidad de agua se le denomina "uso consuntivo" y - se expresa en centímetros, por representar el espesor de la lámina que alcanzaría el agua en el suelo regado, si no, se perdiera por filtraciones y evaporación.

Otra definición puede ser la siguiente: La cantidad de agua consumida para que las plantas desarrollen su ciclo completo, agua sin posibilidad de recuperación usada en la construcción de tejidos, transpiración y evaporación de la superficie del suelo y así también como de las hojas.

Para saber la cantidad utilizada hay varias fórmulas empíricas, que se basan en la medición de transpiración, evaporación, temperatura, etc..

Para los fines prácticos que perseguimos, exponemos las más utilizadas que son las siguientes:

Fórmulas que utilizan la temperatura como factor primord-
ial

La ventaja de este método es que se requieren sólo los datos medidos más comunmente (por lo que se pueden -- utilizar en la mayoría de las regiones y requieren cálculos simples) no obstante su naturaleza empírica, limita en gran parte su uso. La evaporación es una función de la respuesta de las plantas al ambiente de energía total (la temperatura o humedad por sí misma no constituyen una medida de energía total, aunque por supuesto, puede verse afectada considerablemente por éllo).

Por lo tanto, el uso de la fórmula debe limitarse al tipo de clima para el que se desarrollaron.

Método de Thornthwaite.

Este método desarrollado en 1948 por Thornthwaite es el de una fórmula empírica desarrollada en base a la temperatura para estimar la evaporación potencial.

$$E = 16.0 \left(\frac{10 T}{I} \right)^{a} \text{ mm/mes}$$

Donde:

T = Temperatura medida en °C.

I = Índice de calor, para los 12 meses del año, donde

$I = i = (T/5)^{1.514}$ para cada mes del año.

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

$I + 0.49239$

El empleo del método se resume como sigue:

- a) Determinar la temperatura en día mensual para cada mes del año T .
- b) Calcular $i = (T/5)^{1.514}$ (tablas I).
- c) Calcular $I = \sum i$ para los 12 meses.
- d) Calcular a (tablas II).
- e) Calcular $16 \left(\frac{10 T}{I} \right)^a$ para el mes en que se necesite la evaporación potencial.
- f) Lo anterior, da la evaporación potencial "no ajustada".

Introduciendo una corrección para la duración de la luz del sol, según sea la latitud de que se trate; se tiene la E.P. Esta corrección se efectúa multiplicando el factor resultante que se da en la duración máxima de luz, para cualquier mes del año y una latitud ya sea meridional o septentrional.

El método de Thornthwaite se desarrolló en la zona oriental de los Estados Unidos y a pesar de sus limitaciones evidentes, ha tenido una aceptación considerable en los climas húmedos de todo el mundo.

A continuación se dan valores de tablas para el uso de la fórmula.

VALORES DE "a" EN LA ECUACION DE THORNTHWAITE

<u>I</u>	<u>a</u>	<u>I</u>	<u>a</u>
10	0.664	55	1.356
15	0.753	60	1.435
20	0.825	65	1.516
25	0.902	70	1.600
30	0.978	75	1.687
35	1.054	80	1.778
40	1.128	85	1.873
45	1.203	90	1.973
50	1.280		

ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECAVALORES DEL INDICE TERMICO "i"

	<u>T</u> <u>(°C)</u>	<u>i</u>	<u>T</u> <u>(°C)</u>	<u>i</u>	<u>T</u> <u>(°C)</u>	<u>i</u>	<u>T</u> <u>(°C)</u>	<u>i</u>
Menor que	0	0						
	0	0	11	3.3	22	9.4	33	17.4
	1	0.1	12	3.8	23	10.1	34	18.2
	2	0.3	13	4.3	24	10.8	35	19.0
	3	0.5	14	4.8	25	11.4	36	19.9
	4	0.7	15	5.3	26	12.1	37	20.7
	5	1.0	16	5.8	27	12.9	38	21.6
	6	1.3	17	6.4	28	13.6	39	22.4
	7	1.7	18	7.0	29	14.3	40	23.3
	8	2.0	19	7.6	30	15.1		
	9	2.4	20	8.2	31	15.8		
	10	2.9	21	8.8	32	16.6		

Ejemplo:

Calcular la evaporación potencial para el mes de julio en una región situada a los 44° latitud Norte con las siguientes temperaturas medias mensuales:

<u>M E S</u>	<u>TEMPERATURA (°C)</u>	<u>INDICE TERMICO "i"</u>
Enero	- 2.2	0
Febrero	1.0	0.5
Marzo	5.2	1.0
Abril	9.5	2.5
Mayo	13.3	4.0
Junio	18.0	7.0
Julio	22.5	10.0
Agosto	21.6	8.5
Septiembre	16.3	6.0
Octubre	10.0	2.8
Noviembre	4.3	1.0
Diciembre	- 1.0	0
		<hr/> 43.3

$$E = 16 \left(\frac{10 T}{I} \right)^a \text{ mm/mes.}$$

$$\Sigma i = 43.3 = I$$

Interpolando con la tabla I, tenemos que el valor de:

$$a = 1.184$$

$$\frac{10 T}{I} = 5.19 \quad (5.19)^{1.184} = 6.98$$

Otro método es el de Blaney-Criddle cuya fórmula -- está dada por:

$$U.C. = p \frac{t + 17.8}{21.8} K$$

Donde:

p = Porcentaje de horas luz.

t = Temperatura media mensual en grados centígrados.

K = Coeficiente del cultivo.

El resultado está dado en centígrados de lámina. El resultado se divide entre los días del mes, para obtener el uso consuntivo diario.

Húmedad aprovechable.

Coeficiente de Riego:

Lámina de agua que se aplica a un terreno y se mide en centímetros o metros cúbicos.

Coeficiente Riego Neto:

Es la lámina que hace el volúmen aplicado de agua en la parcela

$$V = S L \quad \frac{V}{S} = L$$

Donde:

S = Superficie.

L = Lámina neta.

V = Volúmen.

Coeficiente de Riego o Lámina Bruta.

Es la Lámina que hace el volúmen de agua que se entrega desde la fuente de abastecimiento.

$$v = Q t$$

$$Q = v/t$$

$$L = \frac{V}{S}$$

Donde

Q = Caudal o Gasto

t = Tiempo

v = Velocidad

L = Lámina

V = Volúmen

S = Superficie

Capacidad de Campo (c.c.)

A continuación se dan varias definiciones;

"Es una constante, de la cual depende la capacidad -de retención de húmedad del suelo "

"Es lo correspondiente al máximo de humedecimiento de un cultivo"

"Es la cantidad de agua retenida en el suelo venciendo los efectos de la gravedad.

Generalmente se mide de 24 a 48 horas después de una lluvia o un riego que haya saturado el suelo; esto es el nivel más alto de húmedad disponible para las plantas - y se expresa en porcentaje (%).

En las diferentes texturas de suelo podemos encontrar las siguientes valores:

<u>TEXTURA</u>	<u>c.c.</u>	<u>P.M.P.</u>
Arena	5 - 15	3 - 8
Migajón arenoso	10 - 20	5 - 12
Franco	15 - 30	8 - 17
Migajón arcilloso	25 - 35	13 - 20
Arcilla	30 - 70	17 - 40

Contenido de humedad:

$$H = \frac{PSH - PSS}{PSS} \times 100$$

Donde:

H = Humedad.

PSH = Peso suelo húmedo.

PSS = Peso suelo seco.

Lámina de Riego:

$$L = \left[\frac{(c.c. - \% \text{ Humedad actual}) \times \text{Densidad aparente} \times \text{profundidad radicular}}{\text{Densidad aparente} \times \text{profundidad radicular}} \right]$$

$$L = \left[(c.c. - H) Da \times Pr \right]$$

Densidad Aparente: _____ $Da = \frac{M}{V} = \frac{\text{Masa}}{\text{Volumen}}$

Suelos orgánicos: _____ = 1

Suelos Arcillosos: _____ = 1

Suelos Francos: _____ = 1.3

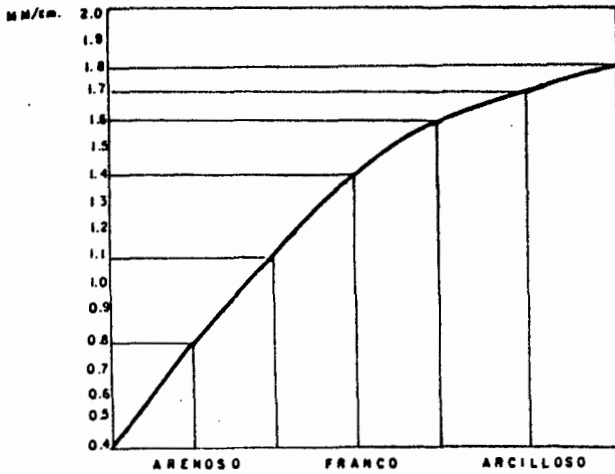
Suelos Arenosos: _____ = 1.6

Otro índice para conocer las necesidades hídricas de los -
cultivos, es recurrir a las gráficas siguientes:

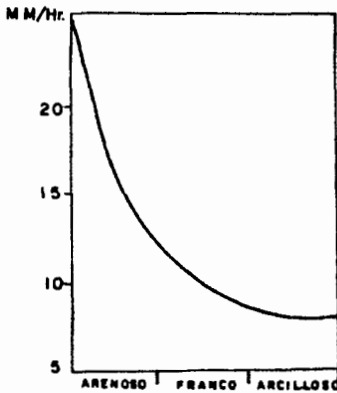
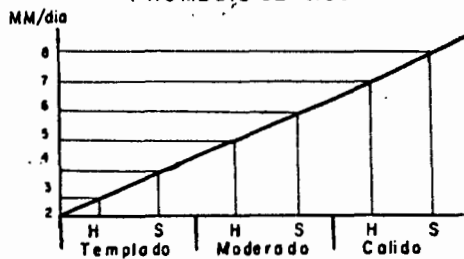
- Gráfica de almacenamiento de agua en diferente tipo de -
suelo.
- Gráfica de consumo promedio de agua.
- Gráfica de velocidad de infiltración, lo que nos facilita
el cálculo.

Aquí se tomarán en cuenta todos los meses del año, en razón
de tener disponibilidad de humedad, para cualquier situa- -
ción imprevista; como en el caso de que se adelantase el ci-
clo de lluvias, se ajusta a la humedad necesaria o en la -
temporada de sequía, contar con el apoyo hidrológico del -
sistema y así obtener su máximo rendimiento.

GRAFICA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE AGUA



GRAFICA DE CONSUMO PROMEDJO DE AGUA



GRAFICA VELOCIDAD DE INFILTRACION

U B G B₂	ESCUELA DE AGRICULTURA
	ALMACENAMIENTO CONSUMO Y VELOCIDAD DE INFILTRACION
	TESIS PROFESIONAL ING. AGRONOMO EXTENSION
	ROBERTO ESPINOSA B.

C A P I T U L O I I I

TIPOS DE EQUIPO

B O M B A S :

El agua como uno de los principales elementos si no el más importante dentro de la agricultura motiva al hombre para lograr su obtención de diversas maneras: Presas, pozos, ríos, lagunas, etc.. Para ésto, desarrolló máquinas hidráulicas que facilitarían su labor para conseguirla.

Dentro de estas máquinas, encontramos las bombas de las cuales damos una clasificación general:

I.- Las que transmiten energía del fluido para transformarla en trabajo.

II.- Las que transmiten energía al fluido.

Una división más completa sería:

CENTRIFUGAS

Voluta Difusor Turbina Kaplan Turbina Vertical Flujo Mixto Flujo Axial (impulsor) .	{ Un solo paso, o paso múltiple.
--	-------------------------------------

ROTATORIAS	}	Engrane
		Alabe
		Leva y pistón
		Tornillo
		Lóbulo
	}	Bloque de vaivén

RECIPROCANTES	}	Acción directa	}	Simple acción
		Potencia (incluyendo tipo, manivela, volante).		Duplex
				Tríplex
				Cuadruplex, etc.
	}	Diafragma		
	}	Rotatoria (pistón)		

BOMBAS CENTRIFUGAS:

Las bombas centrífugas son las que nosotros vamos a tener más en cuenta, puesto que son las que se van a instalar.

La división de las bombas centrífugas es la siguiente:

Voluta.- Convierte la voluta de esta en presión estática - la velocidad de líquidos en su energía.

Difusor.- El difusor cambia la dirección del flujo y ayuda a convertir la velocidad en presión.

Turbina Vertical.- Periféricas y regenerativas; aumenta la energía del líquido con impulsores sucesivos.

Flujo Mixto.- Desarrollan su columna parcialmente por fuerza centrífuga y así mismo, los impulsores de alabes sobre el líquido.

Flujo Axial.- La columna es debida a la acción de impulso de elevación de las paletas sobre el líquido.

Aparte de esta clasificación, se tiene una que es la que señala la del número de ruedas o rodetes con que cuenta, así hay de uno o varios rodetes, los cuales aumentan sucesivamente la presión de impulso del fluido al pasar por ellos.

La presión final, será la suma de las presiones de impulsión que crea cada rodete.

Las bombas que cuentan con un solo rodete, son llamadas monocelulares, las bombas varias ruedas con paso sucesivo del fluido son llamadas multicelulares.

Según sea la presión del impulso que producen las bombas, se dividen de la siguiente manera:

Las de carga baja: _____ Hasta 20 mts. de altura.
 Las de carga media: _____ De 20 a 60 mts. de altura.
 Las de carga alta: _____ De más de 60 mts. de altura.

Las bombas monocelulares, se emplean para crear una presión de impulso no mayor de 40 metros de agua.

Para crear presiones más altas, se emplean bombas centrifugas multicelulares con una máxima tolerable de 250 metros.

Las bombas pueden ser unilaterales o bilaterales, según sea el procedimiento de suministrar el líquido al rodete.

Las ruedas con entrada bilateral del fluido, se emplean habitualmente en las bombas monocelulares de gran caudal.

Según sea el procedimiento de salida del líquido del rodete, las bombas se dividen en las del tipo voluta y turbina.

Por la disposición del árbol, las bombas pueden ser horizontales y verticales; también puede ser con la armazón desmontable vertical u horizontalmente.

VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LAS BOMBAS CENTRIFUGAS.

Las bombas centrífugas tienen determinadas ventajas e inconvenientes, las ventajas más substanciales de las bombas centrífugas con respecto a las de émbolo, son las siguientes:

- 1.- La carencia del sistema de biela y manivela y por consiguiente la masa que realiza el movimiento de vaivén, ausencia de accionamientos voluminosos. Por esta razón, las bombas centrífugas de gran caudal, tienen una construcción sencilla y compacta, son de poco peso y de tamaño relativamente pequeñas, los cimientos para su instalación pueden ser de tipo ligero.
- 2.- Los gastos de fabricación, la construcción del local y los de su instalación primaria, resultan menores que los que se invierten en los de bombas de émbolos.

- 3.- La omisión de válvulas, las cuales a menudo suelen alterar el trabajo normal de la bomba.
- 4.- El flujo del líquido es uniforme y continuo, lo que permite prescindir de las cámaras de aire en las tuberías de admisión y de impulsión.
- 5.- La regulación del volumen del fluido que se suministra no es difícil, incluso entre amplias gamas.
- 6.- La sencillez de su reparación, ausencia de piezas de rápido desgaste, eficiencia y longevidad en su trabajo.
- 7.- Acoplamiento sencillo al motor.

INCONVENIENTES:

- 1.- No asegura la aspiración del fluido rápidamente antes de ponerlo en marcha. El cuerpo y la tubería de aspiración se deben inundar con el líquido a transportar, eso si la bomba no trabaja por cebado.
- 2.- El caudal varía con arreglo a la presión de elevación que se crea.
- 3.- No se puede fabricar para caudales bajos y presiones altas.

Las bombas de émbolo gozan de ciertas condiciones superiores a las centrífugas y las ventajas fundamentales son:

- a) Producen poco caudal a grandes presiones.

- b) Se ponen en marcha sin cebarlas previamente.
- c) A un número de revoluciones invariable su caudal no depende de la presión de impulso que se debe vencer.

SHORT FRAME (Armazón corta).

Las bombas centrífugas FWI son diseñadas para el movimiento de pastas abrasivas, aceite, agua, gases licuados del petróleo y ácidos medianamente corrosivos y alkalis.

Alta carga, buena succión levantada y excelentes características hidráulicas son actuadas por el uso de un cuerpo o cortina con paletas impulsoras en una voluta diseñada para mínimas turbulencias en la boquilla de descarga.

Este impulsor mejorado es de ajuste a presión, montado y sujeto a un eje o flecha de tierra; de una aleación de acero, asegurando así un equilibrio dinámico y un fácil desmontaje.

Un impulsor retenedor roscado de estrella con arandela de presión, previene cualquier movimiento y obstrucción del eje y el impulsor. La sección libre obtenida del impulsor y la voluta, puede ser ajustada por herramientas especiales, compensando la resistencia normal y conservando la alta eficiencia hidráulica de la bomba. Los extremos resisten las fluídos abrasivos.

Impulsores, voluta, contrapuntas; son expertamente labrados con acero dúctil, sumergido en baño de sal después templado y tratado térmicamente.

Esquema para la Instalación de Bombas Centrifugas.A) NIVEL ESTÁTICO DE AGUA:

La distancia vertical de la bomba al nivel del agua cuando no se bombea.

B) ABATIMIENTO:

La distancia vertical del descenso del nivel del agua - cuando se bombea. El abatimiento varía con la capacidad del pozo y de la bomba.

C) NIVEL DE BOMBEO:

La distancia vertical de la bomba al nivel del agua cuando está bombeando (A + B).

D) PERDIDA POR FRICCIÓN EN LA SUCCIÓN:

Es la carga producida por la fricción del agua en la tubería de succión y válvula de pie o coladera.

E) CARGA TOTAL DE SUCCIÓN:

Distancia vertical del nivel del bombeo a la bomba, sumando las pérdidas por fricción (A + B + D).

F) CARGA MANOMÉTRICA EN LA DESCARGA:

Elevación y/o presión proporcionada en la descarga de la bomba (no incluye pérdida por fricción).

G) PERDIDAS POR FRICCION EN LA DESCARGA:

Es la carga producida por el flujo de agua (fricción) en la tubería de descarga, herrajes, válvula, etc..

H) CARGA DINAMICA TOTAL EN LA DESCARGA:

La elevación y/o presión de la bomba a la descarga, incluyendo pérdidas por fricción (F + G).

I) AGUA A AGUA:

Distancia vertical del nivel de bombeo a la altura máxima de descarga, no incluye pérdida por fricción (F + G).

J) CARGA DINAMICA TOTAL:

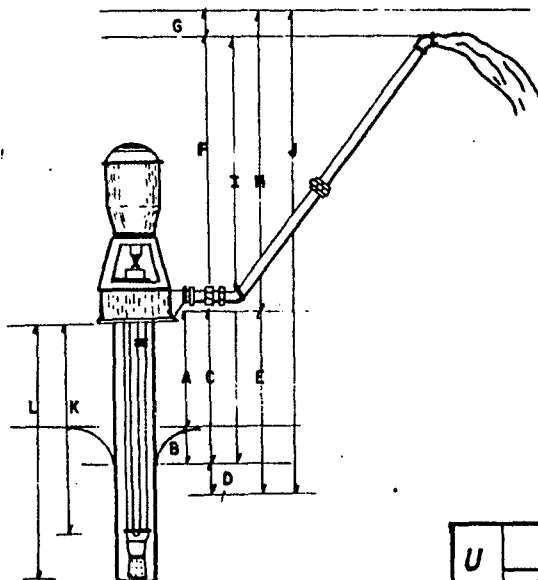
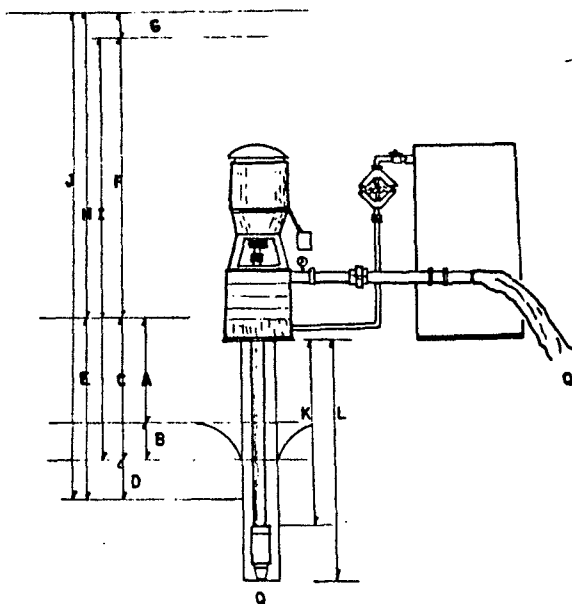
La distancia total del nivel de bombeo a la altura máxima de descarga, incluyendo todas las pérdidas hidráulicas y por fricción (E + H).

K) COLOCACION:

Distancia desde la base de la bomba al inyector, válvula de pie o tazones en la turbina.

L) LONGITUD TOTAL:

Distancia total de la base de la bomba al fondo de la válvula de pie o coladera.



U D G 8 2	ESCUELA DE AGRICULTURA
	BOMBAS CENTRIFUGAS VERTICALES
	TESIS PROFESIONAL ING. AGRONOMO EXTENSION
	ROBERTO ESPINOSA B.

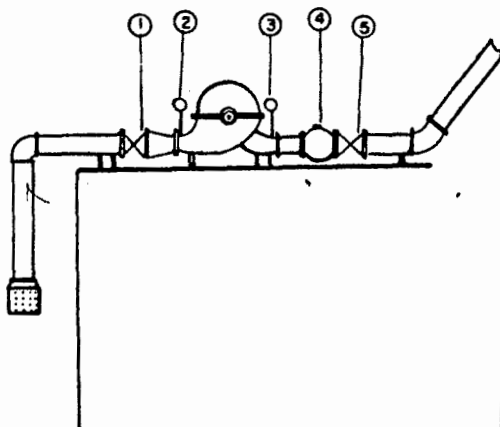
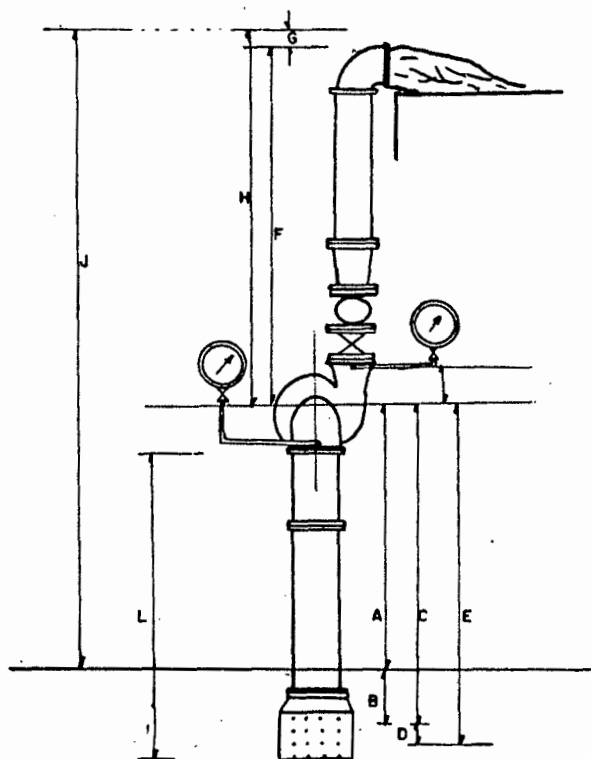
M) SUMERSION:

La distancia vertical desde el nivel de bombeo a la parte superior de los tazonos, inyector o válvula de pie - (K - C).

Q) CAPACIDAD:

Cantidad bombeada en galones por minuto o litros por segundo.

BOMBAS CENTRIFUGAS HORIZONTALES



U'	ESCUELA DE AGRICULTURA
	BOMBAS CENTRIFUGAS HORIZONTALES
B	ING. AGRONOMO EXTENSION
G	TESIS PROFESIONAL
B ₂	ROBERTO EBPINOSA B

CARACTERISTICAS DE REGIMEN DE UNA BOMBA CENTRIFUGA.

Las características de régimen se construyen para un tipo dado de bomba centrífuga, con un número de revoluciones - constante y un determinado diámetro en la rueda impulsora.

Los valores se miden en: Caudal Q ; altura de impulsión - H ; potencia N ; rendimiento η se calcula por medio de la fórmula anterior.

Los valores se grafican a una escala determinada, colocando Q en el eje de las abcisas y $H - N$ y η en el eje - de ordenadas.

Uniendo los puntos obtenidos de los valores, se tienen las curvas características $Q - H$, $Q - \eta$, $Q - N$, las cuales - son indicadas en el instructivo de la bomba y en el catálogo de guía.

El régimen más económico de trabajo de una bomba, corresponde al valor máximo de rendimiento.

El punto A de las características $Q - H$ que corresponde al valor máximo del rendimiento se llama punto óptimo.

Las características dan la posibilidad de resolver una serie de problemas que surjan durante la instalación y explotación de una bomba.

Para ésto, en el eje de las abcisas se marca un punto que corresponde al caudal dado y a través de él se traza una - recta paralela al eje de ordenadas, la cual se intercepta

en las curvas de las características específicas de trabajo, lo que nos da los puntos B, D, G y L; trasladamos éstos paralelamente al eje de abscisas y se obtienen los valores correspondientes a los parámetros fundamentales de la bomba.

Si es necesario determinar el régimen de trabajo de una bomba a una presión de impulsión dada, entonces se obra de la siguiente manera:

La presión de impulsión se toma del eje de ordenadas y a través de ésta se traza una recta paralela al eje de abscisas hasta cortar la curva Q-H el corte corresponde al punto de trabajo A. Trazando a través de este punto una recta vertical que corta todas las curvas características, se obtienen los siguientes puntos:

En el punto de la característica Q- η el punto L.

En el Q-N el punto M.

En el eje de las abscisas el punto K.

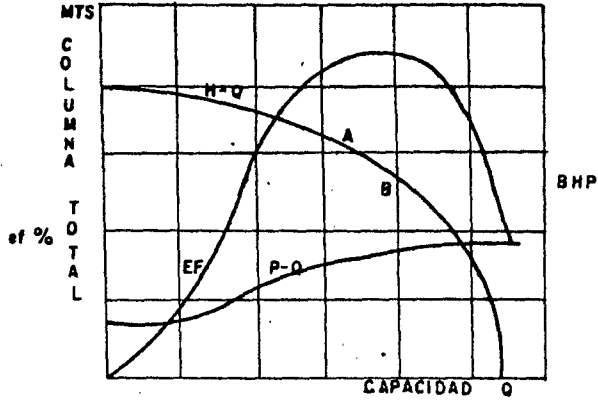
Las formas de las características Q-H de las bombas centrífugas suelen ser extraordinariamente cubiertas:

La pendiente negativa actual.

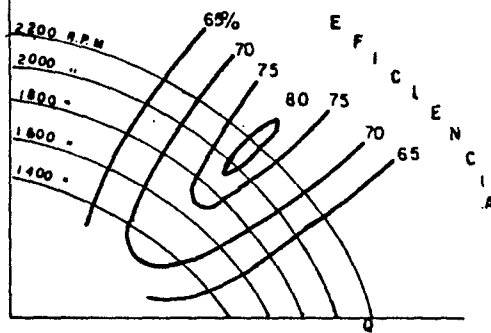
En caída negativa pendiente brusca y de pendiente positiva suave.

El trabajo de las bombas transcurre de un modo estable en todos los puntos que se encuentran en la parte de la pen-

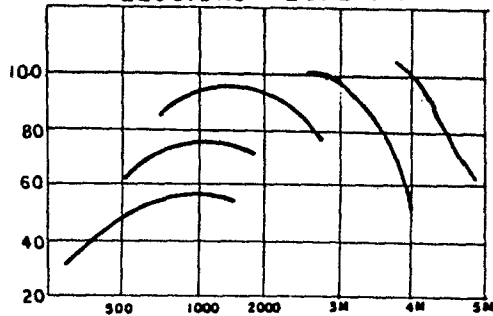
CURVAS CARACTERISTICAS EN BOMBAS CENTRIFUGAS



CAPACIDADES SEGUN LA VELOCIDAD



VELOCIDAD ESPECIFICA



U D G B 2	ESCUELA DE AGRICULTURA
	CURVAS CARACTERISTICAS DE BOMBAS CENTRIFUGAS
	TESIS PROFESIONAL ING. AGRONOMO EXTENSION
	ROBERTO ESPINOSA B.

diente positiva suave de la característica Q H.

Las características de este tipo, tienen un sector inestable al principio.

No se permite el trabajo de las bombas a régimen que correspondan al sector inestable de la característica.

C A P I T U L O I V

**ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA**

C A P T A C I O NESCURRIMIENTOS.

El escurrimiento es el factor que está determinado por la pluviosidad y el área de influencia.

Los contornos de una cuenca localizan el llamado "parte-aguas" o sea en las zonas más elevadas.

Se toma ésta, para saber qué dirección toman las aguas y así saber con qué área se va a trabajar.

VOLUNEN LLOVIDO.

Area de la cuenca por precipitación media = V. Ll.

Ejemplo: 4 Km². x 800 mm.

4 000 000 x 800 = 3 200 000 m³. Volumen llovido

Para determinar el escurrimiento, se cuenta con la fórmula de Talbot, Dickens, etc..

$$a = .0183 c \sqrt[4]{A^3} \quad \text{FORMULA DE TALBOT PARA DRENES.}$$

Donde:

a = Area en metros cuadrados.

A = Area por conocer su drenaje en Ha.

c = Coeficiente que depende de la configuración del terreno.

VALORES MAS EMPLEADOS PARA "c"

Terrenos rocosos: _____	= 1
Terrenos quebrados con pendientes moderadas: _____	= .666
Valles irregulares alargados: _____	= .500
Terrenos agrícolas ondulados: _____	= .333
Terrenos nivelados: _____	= .222

$$Q = .0138 c \sqrt{A^3} \text{ FORMULA DE DICKENS}$$

Donde:

Q = Gasto en m³/seg.

A = Area en Km².

c = Valores según topografía.

VALORES PARA "c"

Terrenos montañosos: _____	= 300
Terrenos medios: _____	= 250
Terrenos planos: _____	= 200

Ejemplo Cuenca de 4 Km²:

Precipitación promedio de 800 mm. terreno medio = 250.

$$Q = .0138 (250)^4 4^3$$

$$Q = .0138 (250)^4 64$$

$$Q = .0138 (250)(2.828)$$

$$Q = 9.75 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Llovió durante 70 días los 800 mm.

$70 \text{ días} \times 24 \times 3600 = 6,048,000 \text{ seg.}$

$6,048,000 \times 9.75 = 58\,968\,000 \text{ m}^3$

Infiltración:

La precipitación pluvial determina el volumen de -- agua disponible para la infiltración y absorción en la zona de raíces en el suelo.

Infiltración es el flujo de agua de la superficie - del suelo hacia abajo, primero en la zona de raíces y después en el subsuelo.

El agua se infiltra en el suelo por los poros, grietas y orificios entre las partículas y los agregados de la tierra.

La velocidad de infiltración depende principalmente de la porosidad y permeabilidad del suelo.

A su vez, ésta depende de la estructura del suelo y por lo tanto de la textura, su contenido de materia orgánica y prácticas agrícolas que se desarrollan en ese sitio.

Los suelos con partículas y agregados mayores, tienen por lo general una permeabilidad elevada.

Un adecuado contenido de materia orgánica, favorece la formación de agregados y así la permeabilidad y velocidad de infiltración. Por medio de la roturación del suelo se afloja la tierra, lo que favorece la penetración del -- agua.

El agua se infiltra con mayor velocidad en suelos arenosos que en suelos arcillosos, la resistencia al flujo del agua es mayor en este último suelo.

<u>TIPO DE SUELO</u>	<u>VELOCIDAD DE INFILTRACION</u>
Arenoso: _____	25 mm/hr.
Franco: _____	10 mm/hr.
Arcilloso: _____	2.5 mm/hr.

La cantidad de agua que se infiltra en el suelo, depende del tiempo disponible para la penetración.

En el caso particular de suelos arcillosos con reducida velocidad de infiltración, una lluvia suave por mucho tiempo, es más ventajosa que una lluvia fuerte en corto tiempo.

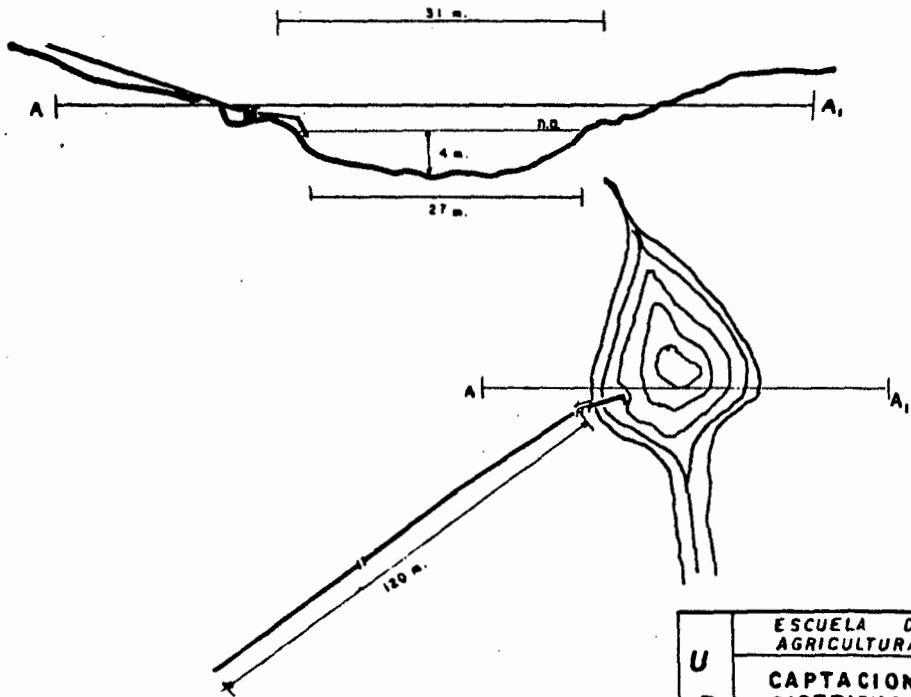
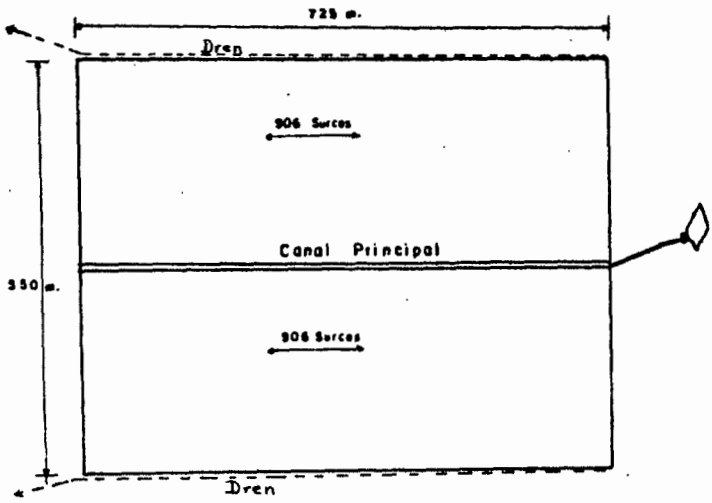
ABSORCION:

Los cultivos absorben una cierta cantidad de agua durante un ciclo de desarrollo y producción.

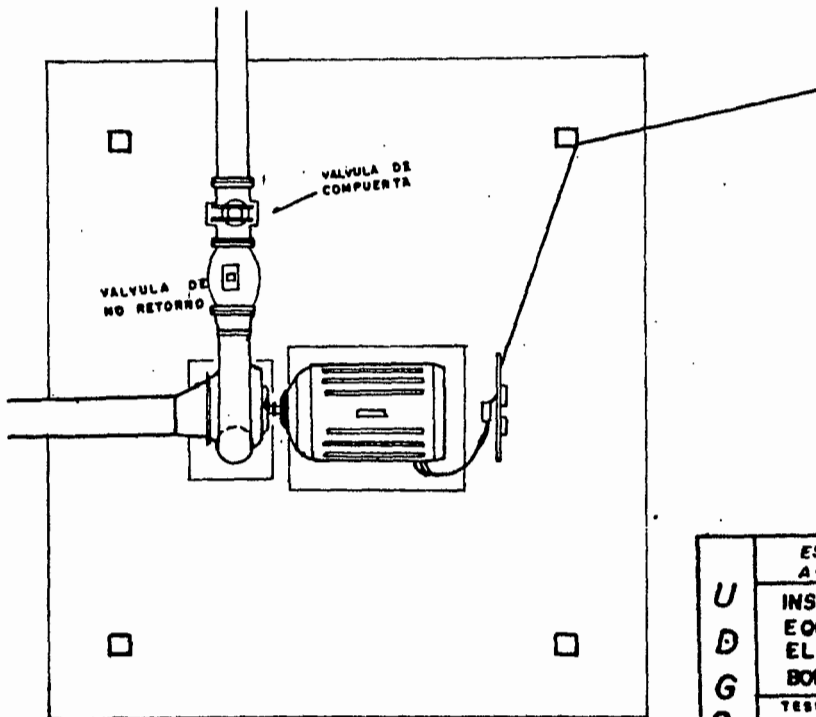
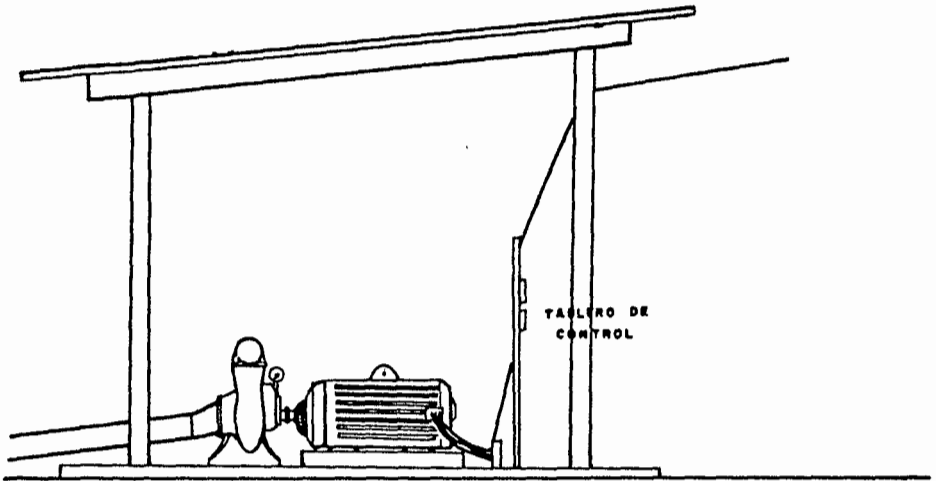
Las plantas absorben esta cantidad de agua por medio de su sistema radicular, por lo tanto el agua requerida por el cultivo debe estar disponible en el suelo y especialmente en la zona de raíces.

En general, la cantidad de agua absorbida por la planta, se mide en milímetros de lámina de agua.

Existe un gran número de factores que influyen en el volumen de agua absorbida por los cultivos.



U D G B 2	ESCUELA DE AGRICULTURA.
	CAPTACION Y DISTRIBUCION DE AGUA EN MAIZ
	TESIS PROFESIONAL ING. AGRONOMO EXTENSION
	ROBERTO ESPINOSA B



U D G B 2	ESCUELA DE AGRICULTURA
	INSTALACION DE EQUIPO: MOTOR ELECTRICO CON BOMBA CENTRIFUGA
	TESIS PROFESIONAL
	ING. AGRONOMO EXTENSION
	ROBERTO ESPINOSA, B.

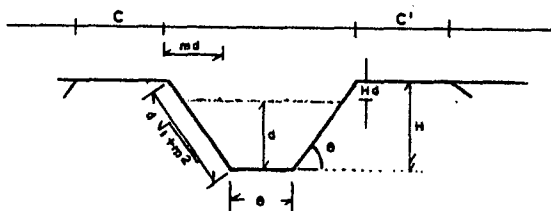
C A P I T U L O V

OBRAS DE DISTRIBUCION.

CANALES:

Son conductos abiertos en los cuales el agua circula debido a la acción de la gravedad y sin ninguna presión, pues la superficie del líquido se encuentra en contacto con la atmósfera.

G E N E R A L I D A D E S



- d = Profundidad máxima del canal: Tirante.
- B = Base, ancho de la plantilla.
- T = Ancho de la lámina de agua.
- C - C' = Corona del bordo.
- H = Altura del bordo.
- Hd = Bordo libre.
- θ = Angulo inclinación de las partes laterales del canal.
- m = Talud: Relación de la proyección horizontal a la vertical de la pared lateral.

La finalidad de un sistema de canales es de proporcionar agua en cantidades y velocidades adecuadas a todas las propiedades agrícolas que se encuentren en la zona servida.

El sistema debe de ser cómodo y mezclarse en el patrón agrícola sin distorsionarlo innecesariamente.

Los canales se pueden clasificar de la siguiente manera: De distribución, de distribución y control de flujo y de capacidad.

En general, el canal principal sigue la elevación mayor del terreno y los canales laterales o secundarios, se encuentran a elevaciones y niveles menores.

El drenaje principal sigue la mayor depresión, mientras que los drenes secundarios son de menores dimensiones.

En todo sistema de irrigación, debe de haber un sistema equivalente de drenaje.

Dentro de los drenajes hay limitaciones, de las cuales, la más importante de ellas, es la longitud de los drenes colectores que es debida a su profundidad creciente.

El control de la capa freática, requiere que las zanjas de drenaje de los terrenos se encuentren a una profundidad de 1.5 a 2.5 mts.. Por ende, la profundidad mínima de un dren colector, será de 1.8 mts., por su parte se necesita una inclinación (pendiente de 5 mts. por Km.), para obtener el flujo necesario.

Esto se compensa en algunos casos por medio de una alineación ligeramente inclinada al nivel del terreno.

Se ha descubierto que la longitud de 1 a 1.5 Km. es habitualmente la máxima para evitar una profundidad excesiva. Evidentemente este factor, depende de los tamaños de las propiedades agrícolas al sistema de distribución y la cooperación entre los agricultores; si la longitud es mayor, trae por consecuencias efectos secundarios como son: aumento de filtración, evaporación (pérdidas), ampliación del canal, volumen y velocidad que elevan el costo original del proyecto.

Los canales, suelen construirse con materiales de los suelos adyacentes, que tienden a tener características variables, raramente se justifica el análisis detallado de las estabilidades de los taludes.

En general, los taludes deberán ser menos pronunciados para canales profundos y los niveles fluctuantes del agua.

Se pueden escoger taludes menos pronunciadas que el máximo, por consideraciones técnicas.

TALUDES MAXIMOS DE LOS BORDOS DE LOS DRENES

Arcilla arenosa blanda	3:1
Arcilla arenosa, marga limosa	2:1
Arcilla fina, marga arcillosa	1 1/2:1
Asfaltado sobre marga arcillosa	1:1
Arcilla rígida con revestimiento de concreto (roca).	1/2-1:1

Formas de Circulación del Agua en Canales:

Si una serie de secciones de un canal pasa por el mismo punto, con el mismo gasto, se dice que el régimen es continuo o permanente. Si no se cumple esta función, el régimen es variable.

En el primer caso, puede suceder que la sección hidráulica del canal sea constante y por tanto, las velocidades son las mismas en todos los puntos a lo largo del canal; en tal caso, el régimen es uniforme.

Así en esta situación, la pendiente S del canal, es exclusivamente la necesaria para vencer la fricción en el escurrimiento; la superficie del agua y la rasante son paralelas.

Puede suceder que la pendiente del canal sea muy fuerte y entonces el agua adquiera más velocidad y el tirante de agua disminuya, o bien que el desnivel del canal sea muy pequeño y suceda lo contrario. En ambos casos se dice que el régimen es variado, acelerado y retardado respectivamente.

En el Régimen Variable puede suceder que las variaciones de gasto sean a pequeños intervalos de tiempo y rítmicas, alcanzando valores de máximo y mínimo determinados, es decir, que el gasto esté oscilando continuamente, se dice que el régimen es Ondulatorio.

Si el gasto aumenta y disminuye de una manera irregular, o sea, sin seguir una ley, se dice que el régimen es Creciente, generalmente las corrientes naturales son crecientes, lo cual da a entender que no tienen un gasto constante.

Régimen Uniforme:

Cuando el escurimiento se efectúa de manera uniforme o conservando el canal la misma sección, todos los elementos de la vena líquida tales como: Area, velocidad y la pendiente de la superficie del agua (gradiente hidráulico) serán constantes de una sección a otra.

En estas condiciones, la superficie del agua es paralela al fondo, a ésto se le llama " Tirante Normal " (d) y es el valor porticular que hace que se verifiquen las fórmulas de velocidad en los diversos autores.

Radio Hidráulico

Si tenemos un canal con una sección dada, con una plantilla de ancho B y un tirante d , la parte del conducto que está en contacto con el líquido, recibe el nombre de " perímetro mojado ", que es igual a:

$$p = B + 2d \quad \text{Sección rectangular}$$

Así tendremos que para un área, sección de líquido y un perímetro mojado hay un:

$$\text{Radio Hidráulico} = \frac{A}{P} = r$$

Para los casos de tener formas de canales circulares, la fórmula es:

$$r = \frac{A}{P}$$

Donde: $A = \frac{\pi D^2}{4}$ y $p = \pi D$ O sea $\frac{D}{4} = 4$

$$r = \frac{A}{P} = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{D}{4}$$

En el canal Trapezoidal la fórmula es:

$$r = \frac{A}{P}$$

Donde ; $A = Bd + md^2$ $p = B + 2d \sqrt{1 + m^2}$

Los valores más comunes para m son:

$$0.5 : 1 = 63^\circ 26'$$

$$1 : 1 = 45^\circ 00'$$

$$1.5 : 1 = 33^\circ 41'$$

$$2 : 1 = 26^\circ 34'$$

$$3 : 1 = 18^\circ 26'$$

Si queremos saber la pérdida de carga, utilizaremos la fórmula:

$$H_f = f \frac{L}{d} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Sustituyendo d por 4r , ya que : $r = \frac{D}{4}$: $D = 4r$

$$H_f = f \frac{L}{4r} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

$$v^2 = \frac{H_f \cdot 4r \cdot 2g}{L \cdot f}$$

Lo que podemos tener en la forma.

$$v = \sqrt{\frac{8gr Hf}{L f}} = \sqrt{\frac{8g}{f}} \cdot \sqrt{\frac{r Hf}{L}}$$

Donde:

$$\frac{Hf}{L} = S$$

$$\sqrt{\frac{8g}{f}} = C$$

Así queda:

$$v = C \sqrt{r S}$$

que es la fórmula de CHEZY para canales aplicable solo cuando el régimen es uniforme.

El término "S", es la pendiente hidráulica.

El valor del coeficiente "C" está dado por varios autores, entre los que podemos mencionar esta GANQUILLET y KUTTER, en la cual "C" depende de varias constantes: Radio hidráulico, de la Pendiente Hidráulica.

Las condiciones del canal reunidas en un valor "n" llamado Coeficiente de Rugosidad.

Otra fórmula menos elaborada y simple que la anterior y que da valores de v muy aceptables (con respecto a experimentos), por lo que es más comúnmente empleada es la de MANNING.

$$C = \frac{1}{n} r^{1/6}$$

FORMULA DE MANNING.

Esta fórmula si se sustituye en la fórmula de CHEZY, tendremos:

$$v = C \sqrt{r S} \quad \text{nos da} \quad v = \frac{1}{n} r^{2/3} S^{1/2}$$

A continuación se dan los valores de "n", para la fórmula de MANNING, en canales y zanjas.

<u>SUPERFICIE</u>	<u>CONDICIONES DE LAS PAREDES</u>			
	<u>Perfecta</u>	<u>Buena</u>	<u>Regular</u>	<u>Mala</u>
En tierra, alineado y uniforme.	.017	.020	.0225	.025*
En roca lisa y uniforme.	.025	.030	.033*	.035
En rocas con salientes y sinuosos.	.035	.040	.045	
Sinuosos y de escurrecimiento lento.	.0225	.025*	.0275	.030
Dragado en tierra.	.025	.0275*	.030	.033
Con lechos pedregosos y bordes de tierra con hierbas.	.025	.030	.035*	.040
Plantilla de tierra, talud áspero.	.028	.030*	.033*	.035

(*) Valores más empleados al proyectar.

En 1897, BAZIN propone otro coeficiente "C", para la fórmula de CHEZY, tendremos:

$$C = \frac{87}{1 + \frac{Y}{\sqrt{r}}}$$

v = Velocidad en metros por segundo.

r = Radio hidráulico en metros.

δ = Valor abstracto que depende de la rugosidad de las paredes del canal.

Sustituyendo nos da:

$$v = \frac{87 \sqrt{r} S}{1 + \frac{Y}{\sqrt{r}}}$$

VALORES DE Y PARA LA FORMULA DE BAZIN

<u>SUPERFICIE</u>	<u>Perfectas</u>	<u>Buenas</u>	<u>Regular</u>	<u>Malas</u>
Canales de tierra en buenas condiciones.	.50	.69	.88	1.05
Canales de tierra, - con malezas, piedras y sinuosos.	1.05	1.38	1.74	2.10
Corrientes naturales en buenas condiciones.	1.05	1.38	1.74	2.10
Corrientes naturales con malezas, piedras.	1.74	2.43	3.48	4.86

TABLA DE RELACIONES PARA EMPLEO DE SIFONES

DIAMETRO DEL SIFON	CARGA HIDROSTATICA			
	<u>5 cm.</u>	<u>10 cm.</u>	<u>15 cm.</u>	<u>20 cm.</u>
1 cm.	0.05	0.67	0.08	0.09
2 "	0.19	0.26	0.32	0.37
3 "	0.43	0.59	0.73	0.84
4 "	0.75	1.06	1.29	1.49
5 "	1.17	1.65	2.02	2.33
6 "	1.68	2.38	2.91	3.36
7 "	2.29	3.24	3.96	4.58
8 "	2.99	4.23	5.18	5.98
9 "	3.78	5.35	6.55	7.56
10 "	4.67	6.60	8.09	9.34

Los caudales son expresados en lts/seg.

Cuando los gastos son mayores y no se incluyen en la tabla anterior, la fórmula para el cálculo es la siguiente:

$$Q = A v \quad Q = C a \sqrt{2g h} \quad Q = C^{1/2} \pi (d^2) \sqrt{2g h}$$

Donde:

Q = Gasto.

A = Area del orificio, en este caso diametro (\emptyset).

v = Velocidad.

C = Constante de dificultad de salida del Q un orificio = .6

h = Diferencia de altura del canal al nivel de -- descarga o también llamada carga hidrostática.

CAPITULO,VI .- CALCULOS

M A I Z

El terreno en cuestión, está nivelado por anteriores cultivos, en su mayoría maíz, frijol; pero en su rendimiento era deficiente por estar supeditado al temporal y por falta de asesoría.

La factibilidad del proyecto, está basado en el abastecimiento de agua, en este caso un estanque, que era una poza que se amplió para captar mayor volumen de líquido.

El desnivel del espejo de agua a la descarga, es de 30 metros. La calidad del agua es buena, ya que no contiene sales o alkalis que impidan su uso, dado que su norma de calidad es de S¹ C¹.

La instalación del equipo motobomba, no representa dificultades, puesto que el lugar para implementar el equipo es de fácil acceso. Los cultivos absorben una cierta cantidad de agua para la construcción de sus tejidos, desarrollo y producción, el maíz utiliza un promedio de requerimientos hidráulicos por ciclo vegetativo de 750 mm.

RECURSOS Y CONDICIONES

Superficie: _____ 40 Hectáreas = 400 000 m²., en términos exactos: 398 750 m².

Topografía: _____ Plana.

Suelo: _____ Migajón arcillo-arenoso, la capacidad de almacenaje se estima mediante la gráfica de equivalencia de textura, suelo y volumen área.

Método de cultivo: _____ Por surcos, con distancia entre ellos de 80 cm.

Clima: _____ Cálido húmedo.

Lámina De Agua

La lámina necesaria, será la siguiente:

750 mm. x 1 Ha.

.75 x 10 000 = 7 500 m³.

1 mm. = 10 m³ . x Ha.

1 Ha. de maíz contiene en promedio 25 000 plantas.

Por lo tanto:

$$\frac{7\ 500}{25\ 000} = 0.3\ m^3. \text{ por planta.}$$

7 500 x 40 = 300 000 m³., para las 40 horas.

$$\frac{300\ 000}{5\ \text{riegos}} = 60\ 000\ m^3. \text{ x riego}$$

Requerimientos:

- Cantidad específica de agua que se va a aplicar en cada riego.
- Frecuencia o intervalo entre las aplicaciones de riego.
- Tiempo necesario para efectuar cada riego.

C A L C U L O S

- 1.- La capacidad de almacenaje se estima en 1.4 mm. x 90-cm. que es el nivel del estrato aprovechable por la planta; que es igual a 126 mm. Este tipo de suelo es migajón arcillo-arenoso.
- 2.- La velocidad de infiltración en este tipo de suelo es de 7.6 mm/hora.
- 3.- Se aplican 126 mm de agua cuando hay una velocidad de infiltración = 7.6 mm/hr.: se divide $126 \div 7.6$ lo que nos dá un tiempo de 16.5 horas.

Esto es en el primer riego.

- 4.- El riego se hace cuando hay un tercio de agua almacenada, en este caso es = 42 mm.
El resultado de restar $126 - 42 = 84$, corresponde al nivel entre c.c. y p.m.p de este suelo.
- 5.- La eficiencia del riego es aproximadamente del 70%.
- 6.- El consumo de agua por evapotranspiración es del orden de 6.5 m.m./dfa.
- 7.- La cantidad de agua para compensar las pérdidas por transpiración y evaporación en el riego son:
 $100/70 \times 84 = 120$ mm.
70% = eficiencia 84 = Necesidades hidricas.
- 8.- Los intervalos entre los riegos se calculan dividiendo $84 \div 6.5 = 12$ días, que es cuando se han consumido las dos terceras partes del agua almacenada.

Esto es en los riegos subsecuentes

El riego se deberá aplicar en 16 horas, para evitar escurrimientos de esta manera el suelo absorbe el agua a la misma velocidad a que llega.

Los Requerimientos Básicos para el Primer Riego son

Cantidad de agua que se debe aplicar por riego	126 mm
Frecuencia o intervalo en riegos subsecuentes	12 días
Tiempo de absorción para el primer riego	16 horas

La distancia entre surcos es de 80 c., el número de surcos, tomando en cuenta que se dividió el terreno en dos partes, es de 906 surcos por terreno, lo que nos da un total de 1812 surcos con una longitud de 270 mts., cada uno.

Así la superficie por regar surco es de: $0.80 \text{ m} \times 270 \text{ m}$. es igual a 216 m^2 , la superficie total será de 1812×216 que es igual a $391\,392 \text{ m}^2$.

La cantidad de agua necesaria de riego por surco, para el primer riego será la siguiente:

$$126 \text{ mm} \times 216 \text{ m}^2 = 27\,216 \text{ lts./surco.}$$

Para el caso de riego por surcos, la velocidad de suministro debe de ser mayor que la velocidad de infiltración, la cual es de 16.5 horas, por lo tanto, la velocidad de suministro será de 8 horas.

$$8 \times 3600 = 28\,800 \text{ seg.}$$

Método de Suministro

Se van a emplear sifones: el caudal mínimo por sifón debe ser:

$$\frac{27\,216}{28\,800} = 0.94 \text{ lts/seg.}$$

Se estima la carga hidrostática o sea la diferencia entre el nivel del canal y el nivel de salida del sifon mediante la tabla correspondiente, que nos da un valor de 20 cm.,

De aquí mismo se deduce que el diametro necesario a emplear es de 3.5 cm., = 1 1/4 " Ø para obtener el --gasto de 0.94 lts./s.

Un sifon trabaja 8 horas para dar el volúmen de 27 216 lts x seg., ya que: $\frac{27\ 216}{0.94} = 28\ 953\ \text{seg} = 8\ \text{horas.}$

En el período de máxima demanda se trabajan dos --turnos que es igual a 16 horas; así que cada sifon puede regar dos surcos por día; $16 \div 8 = 2.$

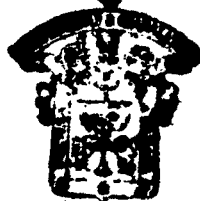
Se deberán regar 1812 surcos con una frecuencia de 12 días o sea que se deben regar $1812 \div 12 = 151$ surcos - por día, con lo que podemos calcular que los 151 surcos - se riegan con 75 sifones, por los dos surcos que puede re gar cada sifon diariamente.

El volúmen total de los 151 surcos que se riegan - por día es el siguiente:

151 x 27 216 = 4 109 616 lts.
 el gasto será : 4 109 616 + 16 = 256 851 lts/hr.
 o sea : 256 851 + 3600 = 71.3 lts./seg.

Potencia del Motor:

Para surtir esta demanda es necesario contar con - un equipo con las siguientes características de potencia- que se calculan mediante la siguiente fórmula:



**ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA**

$$Hp = \frac{G.P.M. \times Hf}{3\ 960 \times ef.}$$

Donde:

- Hp = Horse Power (caballos de fuerza).
 G.P.M. = Galones por minuto.
 Hf = Suma de pérdidas de carga por altura, --
 fricción.
 3 960 = Constante.
 ef. = Eficiencia del equipo motobomba.

Se transforma el caudal expresado en Lts/seg. a G.P.M..

$$71.3 \div 3.78 = 18.8 \times 60 = 1\ 128 \text{ G.P.M.}$$

Pérdida de carga: _____ Pérdida de carga.
 Tubería de 10"Ø succión: _____ Tubería de 8"Ø descarga.
 Long. 2 mts. = 6 ft. _____ Long. 120 mts. = 393.5 ft.

$$\begin{array}{rcl} Hf = 100 \text{ ft} - 1.22 & \text{_____} & Hf = 100 \text{ ft} - 3.60 \\ 6 - X & \text{_____} & 393.5 - X \\ X = 0.07 \text{ ft.} & \text{_____} & X = 14.16 \text{ ft.} \end{array}$$

Desnivel de la succión a la descarga:

$$30 \text{ mts.} = 98.40 \text{ ft.}$$

Suma de Hf.

Tubería de 10" _____	0.07
Tubería de 8" _____	14.16
Desn. _____	98.40
	112.63

$$H_p = \frac{1\ 128 \times 112.63}{3\ 960 \times .75} = 42.7$$

LA CONDUCCION POR GRAVEDAD:

La distribución del agua, se lleva a cabo por medio de la fuerza de gravedad, después de haberla extraído del punto de abastecimiento por medio de bomba.

Se descarga en un canal principal que tendrá el fin de distribuirla a lo largo del campo, ya que pasa por enmedio de los dos terrenos, utilizando sifones de tubería de P.V.C. o cualquier material que reúna las características similares.

CANAL DE 725 METROS DE LONGITUD

Características:

Condición de las paredes: ————— buena.
 Forma: ————— Trapezoidal.
 Lecho de tierra: ————— Taludes ásperos y limpios
 Coeficiente de rugosidad: ————— 0.030
 Valores para fórmula de Bazin: — .88
 Valor del talud "m" ————— m = 1.5:1 = 33° 41'.

VALORES DE LA SECCION

B = Ancho de la plantilla: ————— .60 mts.
 d = Tirante de agua: ————— .30 "
 S = Pendiente general: ————— .0005
 A = Area de sección hidráulica: ————— .315 m².
 p = Perímetro mojado: ————— 1.68 mts.

r = Radio hidráulico - - - - - : 188 mts
 H = Altura del canal - - - - - .70 "
 T = Ancho del espejo del agua en el canal - - - 1.32 "

Tomando estos datos se determino el gasto y la velocidad en el canal;

$$A = bd + md^2 = 0.60 \times 0.30 + 1.5 \times 0.3^2$$

$$A = 0.315 \text{ m}^2$$

$$p = b + 2d \sqrt{1 + m^2} = 0.60 + 2 \times 0.30 \sqrt{1 + 1.5^2}$$

$$p = 1.68 \text{ m}$$

$$r = \frac{A}{p} = 0.188 \text{ m} \quad r^{2/3} = 0.328$$

$$v = \frac{r^{2/3} S^{1/2}}{n} = \frac{0.328 \times 0.0005^{1/2}}{0.03}$$

$$v = 0.244 \text{ mts/seg.}$$

$$Q = A \times v \quad 0.315 \times 0.244 = 0.077$$

$$Q = 0.077 \text{ m}^3/\text{seg.} = 77 \text{ lts./seg.}$$

La velocidad es recomendable, por no producir en este tipo de canales ni depósitos ni erosión.

Drenajes:

El drenaje esta situado en los extremos del terreno teniendo una longitud de 725 mts., cada uno.

Su forma es trapezoidal, su profundidad es mayor que la del canal principal y su plantilla es menor, también.

- C A P I T U L O VII
 SISTEMA DE RIEGO POR BOMBEO Y GRAVEDAD
M A I Z

Costos de Construcción

PARTIDA	C O N C E P T O	VOLUMEN	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
A)	<u>CAPTACION:</u>				
A-1	Excavación c/herramienta manual en material I, hasta 2.00 mts. de profundidad.	50	m ³ .	121.07	6 053.00
	Mano de Obra.				6 053.00
	30% Imprevistos				1 815.90
		T O T A L :			7 868.90
B)	<u>CONDUCCION:</u>				
B-1	Excavación con retroexcavadora hasta 2 mts. de profundidad para canal principal y dren principal.	24	Hr.	1 170.37	28 087.88
B-2	Afinación de taludes c/herramienta manual en canal principal.	1 416	m ² .	3.00	4 248.00

PARTIDA	C O N C E P T O	VOLUMEN	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
B-3	Afinación de coronas y bordes, c/herramienta manual en canal principal.	1 450	mts.	0.80	1 160.00
	<u>SUMINISTROS:</u>				
	Suministro de tramos de tubería de P.V.C. o similar de 35 mm. (1 1/4") diámetro, 3 mts. de longitud.	75	Piezas	30.00	2 250.00
	<u>R E S U M E N :</u>				
	Mano de Obra				33 595.88
	Suministros.				2 250.00
					<hr/> 35 845.88
	30% Imprevistos.				10 599.64
					<hr/> 46 599.64
			T O T A L :		

PARTIDA	C O N C E P T O	VOLUMEN	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
C)	<u>INSTALACION DE RED ELECTRICA (Obra Eléctrica):</u>				
C-1	Instalación de línea de transmisión eléctrica, distribución y erección de postes de concreto 13 mts. (incluye consolidación).	6	Piezas	19 595.98	117 575.88
C-2	Instalación de vestiduras de estructura en línea de transmisión, en poste de concreto, tipo (TM) deflexión 0 - 8°.	6	Piezas	6 539.09	39 214.54
C-3	Tendido, tensado y amarrado - conductores en línea transmisora, conductores aluminio, Núm. de conductores 3, Cal. (AWG/ -/MCM) 2.	0.400	Km.	95 560.86	38 224.34
C-4	Instalación de transformador - baño de aceite; Askarel o similar; 13 800 - 480, Potencia de 50 Kva.	1	Pieza	85 029.19	85 029.19
C-5	Instalación de interruptores - de potencia; 3 posiciones, auto-fuera-normal, 3 polos.	1	Pieza	4 007.65	4 007.65
T O T A L :					284 051.60

PARTIDA	C O N C E P T O	VOLUMEN	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
D)	<u>INSTALACION DE EQUIPO MOTOBOMBA (Obra Mecánica):</u>				
D-1	Instalación de motor eléctrico acoplado a bomba centrífuga para una potencia de 45 HP Trifásico.	1	Pieza	220 000.00	220 000.00
D-2	Instalación de tablero de control y arranque para equipo motobomba.	1	Pieza	5 070.00	5 070.00
T O T A L :					225 070.00
E)	<u>INSTALACION DE COBERTIZO (Obra Civil):</u>				
E-1	Elaboración e instalación de estructura liviana 2".	0.450	Ton.	62 442.28	28 473.60
E-2	Instalación de lámina de asbesto de 6 ondas.	25	m ² .	229.52	5 738.00
E-3	Elaboración y vaciado de colado para piso, espesor de 10 cm.	16	m ² .	240.57	3 849.12

PARTIDA	C O N C E P T O	VOLUMEN	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
E-4	Elaboración y vaciado de colado para base de equipo espesor 20 cm. y 2 m ² .	0.4	m ³ .	2 707.80	1 083.12
E-5	Anclas de acero al carbón, 4 - tuercas para sujeción de equipo motobomba.	4	Piezas	270.24	1 080.96
T O T A L :					40 224.80

R E S U M E N :

Captación	7 868.90
Conducción	46 599.64
Obra Eléctrica	284 051.60
Obra Mecánica	225 070.00
Obra Civil	40 224.80
T O T A L :	
	603 814.94

DATOS GENERALES

Tipo de tenencia	Pequeña propiedad
Nombre del predio	" El Sauce ".
Nombre del propietario	Miguel Ascencio.
Experiencia del dueño	15 años en el cultivo - del maíz y en este tipo de suelo.
Recursos de explotación	40 Hectáreas.
Riesgos más frecuentes	Vientos fuertes y sequías cortas.
Rendimientos :	
Tecnología tradicional	2.7 ton. por hectárea
Riego proyectado	3.5. " " "
Topografía	Plana, nivelada.
Institución Aseguradora	ANAGSA
Cobertura del seguro	Total de los fastos de - producción conforme al - seguro agrícola integral
Tasa de interés	12 % anual
Plazo del crédito	12 meses
Monto de préstamo en tec- nología tradicional	\$ 480,900.00
Monto del préstamo riego proyectado	\$ 517,440.00

Costo del Cultivo de Maíz H.M.F.

Tecnología Tradicional.

Concepto	Cantidad	Costo \$ / Kg.	Costo Total	Observaciones
<u>Insumos</u>				
Semilla				
H-503	25 Kg.	\$ 65.00	\$ 6625.00	
Fertilizante				
Nitrato de amonio	417 Kg.	\$ 2.86	\$ 1196.00	incl. flete
Super fosfato simple	100 Kg	\$ 4.20	\$ 420.00	incl. flete
Insecticida				
Dipterex 2.5%	15 Kg	\$ 40.00	\$ 600.00	
			<u>4,605.00</u>	
<u>Máquinaria</u>				
Preparación del Suelo				
Barbecho	1	\$1000.00	\$ 1000.00	2ha/trac/día
Rastra	2	\$ 500.00	\$ 1000.00	4ha/trac/día
Siembra	1	\$ 500.00	\$ 500.00	9ha/trac/día
Labores culturales				
Escarda	2	\$ 400.00	\$ 800.00	8ha/trac/día
Pizca	1	\$1500.00	\$1500.00	4ha/trac/día
Acarreo	1	\$1200.00	\$1200.00	
			<u>\$6,000.00</u>	
<u>Mano de Obra</u>				
Siembra				
Ayudante	1	\$ 62.50	\$ 62.50	1 jornal/4ha
Fertilización				
Ayte. 1a. Fert.	1	\$ 62.50	\$ 62.50	1 jornal/4ha
Aplic.2a. Fert.	2	\$ 250.00	\$ 500.00	1 jornal/ha.

Concepto	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total	Observaciones-
Combate de Plagas	1	\$ 450.00	\$ 450.00	1 jornal /ha.
Labores Cul- -turales				
Destape milpa	1	\$ 62.50	\$ 62.50	1 jornal/4ha.
<u>Gastos de administración</u>			1147.50	
Seguro Agrícola	1	\$ 270.00	\$ 270.00	
Pago interés de préstamo de avío	1	\$1442.70	\$1442.70	
			1712.70	

Estimación de ingresos

Redimiento por hectárea.....	2.7 ton.
Precio de venta	\$ 8,550.00
Rendimiento total	108 ton.
Valor de la producción	\$ 923,400.00

Resumén

Cultivo	Maíz H.M.F.
Superficie	40 hectáreas
Costo por hectárea	\$ 13,465.20
Costo total	\$ 538,608.00
Valor de la Producción por Ha.	\$ 23,085.00
Valor total de la Producción	\$ 923,400.00
Beneficio	\$ 384,792.00
Relación B/c	(0.714)

Costos De Cultivo : Mazz R.M.F.

Riego

Concepto	Cantidad	Costo \$/ Kg.	Costo Total	Observaciones
INSUMOS				
Semilla				
H-507	20 Kg.	\$ 65.00	\$ 1300.00	
Fertilizante				
Nitrato de amonio	417 Kg.	\$ 2.86.0	\$ 1.196.00	incl. flete
Super Fosfato simple	100 Kg	\$ 4.20	\$ 420.00	incl. flete
Insecticida				
Dipterx 2.5%	15 Kg	\$ 40.00	\$ 600.00	
Herbicidas				
Gesaprim 50	4 Kg.	\$ 350.00	<u>\$1,400.00</u>	
			4,916.00	
<u>MAQUINARIA</u>				
Preparación del suelo				
Barbecho	1	\$1,000.00	\$1,000.00	2ha./trac/día
Rastra	2	\$ 500.00	\$1,000.00	4ha./trac/día
Siembra	1	\$ 500.00	\$1,000.00	9ha./trac/día
Combate de malezas				
Aplicación Herbicida	1	\$ 250.00	\$ 250.00	8ha./trac/día
Labores Culturales				
Escarda	2	\$ 400.00	\$ 800.00	8ha./trac/día
Pizca	1	\$1,500.00	\$1,500.00	4ha./trac/día
Acarreo	1	\$1,000.00	<u>\$1,000.00</u>	
			6,050.00	

Concepto	Cantidad	Costo \$/Kg.	Costo Total	Observaciones
<u>Mano de Obra</u>				
Siembre				
Ayudante	1	\$ 62.50	\$ 62.50	1 jornal/4ha.
Fertilización				
Ayudante 1a. fert,	1	\$ 62.50	\$ 62.50	1 jornal/4ha.
Aplicación 2a. fert2		\$ 250.00	\$ 500.00	1 jornal/ha.
Combate Malezas				
Ayudante aplicación		\$ 62.50	\$ 62.50	1 jornal/8ha.
Combate Plagas				
Aplicación de insecticida				
	1	\$ 450.00	\$ 450.00	1 jornal/ha.
Labores Culturales				
Destape de milpa	1	\$ 62.50	\$ 62.50	1 jornal/4ha.
Riegos				
Aplicación	5	\$ 100.00	\$ 500.00	
			1,700.00	
<u>GASTOS DE ADMINISTRACION</u>				
Seguro agrícola	1	\$ 270.00	\$ 270.00	
Pago de interés, préstamo de avío				
(para c/ha.)	1	\$ 1,552.32	\$ 1,552.32	
			1,822.32	
<u>ESTIMACION DE INGRESOS</u>				
Rendimiento por hectárea	3,500 Kg.			
Precio de Venta	\$ 8,550.00/ ton-			
Rendimiento total	140 toneladas.			
Valor de la producción	\$ 1'197,000.00			
<u>RESUMEN</u>				
Cultivo	Maíz R.m.f.			
Superficie	40 Hectáreas.			
Costo por hectárea	\$ 14,488.52			

Costo total	\$ 579,532.80
Valor de la producción/ha.....	\$ 29,925.00
Valor de la producción total	\$1'197,000.00
Beneficio	\$ 617,467.20
Relación B/C.	\$ (1.065)

RESUMEN

Considerando el crecimiento de la población y como consecuencia la necesidad del aumento en la producción de alimentos, se realizó esta obra para tratar de ayudar a comprender mejor los métodos de aplicación de Riego.

Las bases para la elaboración de éste proyecto se dividen en -- las siguientes partes:

La monografía de la región, que servirá de guía, para la elaboración de posteriores trabajos o estudios.

Las características del cultivo en la zona, en nuestro caso el Maíz principal cultivo básico, que son las siguientes:

Las variedades, las plagas y enfermedades y su método de control.

Las necesidades hídricas del cultivo, su cuantificación, por medio de diversos métodos de análisis.

Dentro de las técnicas de aprovechamiento de la maquinaria hidráulica, tenemos las bombas con su correspondiente estudio de tipos, características, calculos de potencia y fórmulas de eficiencia.

Los diversos tipos de captación de aguas, fórmulas y desarrollo.

Las obras de distribución entre los cuales destacan los canales sus diseño y calculo.

Los costos como evaluación presupuestaria de construcción y en lo relativo del costo del cultivo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se concluye que por medio de las técnicas tradicionales el rendimiento promedio es muy bajo y por lo tanto se debe introducir las técnicas de Riego, como las descritas en este trabajo.

Al observarse las relaciones beneficio costo de los estudios de viabilidad se nota un incremento en la de la técnica bajo sistema de riego, lo cual es indicativo que es más redituable.

Se recomienda para el aumento de la productividad los siguientes pasos:

Introducción del sistema de Riego por bombeo.
Mejor uso de los fertilizantes.
Mayor difusión a los compuestos de control de las malas hierbas.

Asesoría técnica en las siguientes ramas:

Asesoría y capacitación en producción; elaboración de proyectos económicos.

Asesoría y capacitación en contabilidad, administración y organización.

Ambas para la comercialización de los productos del campo.

La asesoría será proporcionada regularmente por la Unidad de Temporal con sede en Cazones de Herrera, Veracruz

B I B L I O G R A F I A

BRUCE WITHER/STANLEY VIPOND

El Riego: Diseño y Práctica
Editorial Diana 1979.

DE AZEVEDO NETTO/A. ACOSTA G.

Manuel de Hidráulica.
Editorial Harla, 1976.

GOMEZ POMPA A.;

Ecología de la vegetación del Estado de
Veracruz. Editorial CECSA 1980.

ORTIZ VILLANUEVA B.

Edafología.
Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo.

PALACIOS VELEZ E.

Introducción a la teoría de la operación de
Distritos y sistemas de Riegos.
Centro de Hidrociencias, Chapingo 1981.

SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA.

Manual de Educación Agropecuaria, Area:
Administración Rural. Editorial Trillas 1982

SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA.

Manual de Educación Agropecuaria, Area:
Producción Vegetal, Cultivos Forrajeros.
Editorial Trillas 1982.

SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA.

Manual de Educación Agropecuaria, Area:
Producción Vegetal, Pastizales Naturales.
Editorial Trillas, 1982.

SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA.

Manual de Educación Agropecuaría Area:
Suelos y Agua, Riego y Drenaje.
Editorial Trillas.

SERVICE CONSERVATION SOIL

Manual de Ingeniería de Suelos, Sec. 15
Riego # 3: Riego por diques de Contorno.
U. S. A. Departament.

TRUEBA CORONEL S.

Hidráulica. 19a Edición.
Editorial CECSA 1981

VEDERNIKOV M.I.

Manutención de las Instalaciones para el
Transporte de Fluidos Químicos.
Editorial M.I.R. Moscú 1967.

ZURITA RUIZ J.

Obras Hidráulicas, Monografías C.E.A.C. sobre
'Construcciones y Arquitectura.
Barcelona, España.