

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

---

---

ESCUELA DE AGRICULTURA



Planes de Riegos y Cultivos de las Unidades de Riego  
para el Desarrollo Rural

## TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO  
EXTENSIONISTA

P R E S E N T A

Carlos Ron Cortés

GUADALAJARA, JALISCO. 1976

EL PRESENTE TRABAJO SE LO DEDICO:

CON CARIÑO A MIS PADRES

ALBERTO RON CASTAÑEDA

JOSEFINA CORTES DE RON.

POR TODOS LOS SACRIFICIOS Y ESFUER  
ZOS A QUE ESTUVIERON SUJETOS; PARA  
LLEGAR A LA FELIZ TERMINACION DE -  
MI CARRERA.

**A MIS HERMANOS:**

**LETICIA, ROBERTO, ERNESTO,  
JORGE Y MA. DEL ROSARIO.**

**A MI NOVIA:**

**MA. PATROCINIO SOLIS TORRES  
POR LA AYUDA Y APOYO QUE -  
SIEMPRE ME BRINDO PARA - -  
SEGUIR ADELANTE.**

**A MIS MAESTROS:**

**EN ESPECIAL A MI DIRECTOR DE  
TESIS Y ASESORES, QUE SUPIE-  
RON GUIARME PARA LA REALIZACION  
DE ESTE TRABAJO.**

**ING. ADEODATO RUIZ ALCANTAR  
ING. EDUARDO GOMEZ VILLARRUEL  
ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA**

**A LA ESCUELA DE  
AGRICULTURA.**

**A LA UNIVERSIDAD  
DE GUADALAJARA.**



**ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA**

**A TODOS MIS FAMILIARES, AMIGOS Y  
COMPAÑEROS, QUE EN ALGUNA FORMA  
ME AYUDARON PARA LA REALIZACION  
Y PRESENTACION DE ESTE TRABAJO..**

**Í N D I C E**  
= = = = =

	Pág.
<b>I.- INTRODUCCION Y ANTECEDENTES</b>	1
<b>II.- OBJETIVOS</b>	5
<b>III.- ELABORACION DE PLANES DE RIEGO Y FUNCIONAMIENTO</b>	6
<b>1.- NORMAS DE PROGRAMACION</b>	
1.1.- Aprovechamientos por Bombeo.	
1.2.- Aprovechamientos por Almacenamiento.	
<b>2.- BALANCE HIDRAULICO</b>	
2.1.- Aprovechamiento por Bombeo.	
2.2.- Aprovechamiento por Almacenamiento.	
<b>3.- FORMAS Y PROCESOS</b>	
3.1.- Forma maestra de operacion en aprovechamiento por Bombeo.	
3.2. Forma maestra de operación en aprovechamiento por Almacenamiento.	
<b>IV.- CONTROL DE PLAN DE RIEGOS Y CULTIVOS</b>	25
<b>1.- DISTRIBUCION DE AGUAS</b>	
1.1.- Demanda libre.	
1.2.- Demanda Semanal.	
1.3.- Tandeo.	
1.4.- Límina y frecuencia única.	
<b>2.- APLICACION Y USO CONSUNTIVO DE LOS CULTIVOS</b>	
2.1.- Definición.	
2.2.- Utilidad.	
2.3.- Factores que lo determinan.	
2.4.- Métodos para su determinación.	
<b>V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	54
<b>VI.- BIBLIOGRAFIA.</b>	57

## ANTECEDENTES E INTRODUCCION

Las Unidades de Riego para el Desarrollo Rural son -  
pequeñas áreas dispersas, que en el territorio Nacional representan  
el 35% de la superficie de Riego del país, beneficiadas con el alma  
cenamiento de pequeños caudales, por derivaciones de corrientes o -  
por la explotación de acuíferos subterráneos y que a diferencia de\_  
los Distritos de Riego son administradas por los propios beneficia-  
rios de las obras, para cuya operación, conservación y mejoramiento  
la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos les dá todo ti-  
po de asesoría técnica para su correcto manejo y operación.

Su Organización.- Surgió institucionalmente con la -  
Ley Federal de Aguas, con el propósito de actualizar tecnológicamen  
te a los beneficiarios de éstas áreas que habían carecido de auxi--  
lio técnico, teniendo como objetivo principal, impulsar la produc--  
ción para beneficio directo de su economía y para el incremento de -  
la producción nacional de alimentos y materias primas.

Antes de la promulgación de la Ley Federal de Aguas,  
se tenían creadas 189 unidades de riego con una superficie de - -  
36,492 Has., los últimos avances hasta el 31 de marzo de 1976, re--  
gistraron 4,686 unidades organizadas con una superficie de 900,307\_  
Has., para beneficio de 256,870 familias campesinas. Lo más impor-  
tante, es el incremento que se ha tenido mediante la asesoría técni\_  
ca y supervisión, en la productividad de las unidades atendidas, ya

que en el ciclo de 1972, el valor medio de la producción a nivel Nacional fué de \$ 2,091.00 por hectáreas y el último ciclo registró un valor de \$ 4,000.00 por hectárea, determinado a los antiguos precios de maíz y frijol, lo que representa un incremento del 91% en la productividad.

Se proyecta la incorporación de nuevas áreas incluyendo básicamente los proyectos que determina la propia Secretaría dentro del Plan Nacional de Obras de Riego para el Desarrollo Rural habiéndose fijado una meta de 1'000,000 Has., al 31 de diciembre de 1976.

Debido a los resultados altamente positivos se ha reforzado la asesoría técnica en las unidades con el establecimiento del PLAMEPA (Plan de Mejoramiento Parcelario), que es un programa de asistencia técnica a escala Nacional.

Persigue como finalidad principal, el incremento de la Producción Agrícola, mediante planes de mejoramiento en las unidades de riego en operación para superar la eficiencia del aprovechamiento del agua y del suelo.

Se ha puesto de manifiesto que las aguas aprovechadas para el riego, vienen utilizándose con una baja eficiencia.

En los principales Distritos del país se obtuvo un promedio 49.5% de eficiencia de conducción en el ciclo 65 - 66. Ag

tualmente se tienen un 65% de eficiencia en Unidades de Riego para el Desarrollo Rural. Se señala que en condiciones medias, sólo se aprovecha el 60% del agua aplicada en parcela debido a diferentes tipos de pérdidas entre las cuales destacan, el mal manejo del agua los escurrimientos, infiltración profunda y evaporación.

Estimadas las posibilidades de rescate de volúmenes a partir de las actuales condiciones, la Secretaría de Recursos Hidráulicos, se ha puesto la meta del ahorro del 20% del agua disponible llevando la eficiencia de conducción del 60 al 75% y del 60 al 80% la eficiencia parcelaria, incrementando así la eficiencia total y por consiguiente, la superficie de riego y el valor de la producción agrícola.

Se han construido grandes obras civiles para captación, conducción y drenaje de las aguas de riego para la agricultura de nuestro país. Toca a la ciencia agronómica alcanzar los máximos beneficios derivados de éstas grandes inversiones y que es el total aprovechamiento del agua de riego por los usuarios.

En ésta tarea, donde el agua de riego concursa no solamente como uno de tantos factores que intervienen en la producción agrícola, es de gran importancia sistematizar la planeación para propiciar y aún forzar, la asimilación de mejores prácticas agrícolas para lograr cada vez más un mayor nivel técnico de los agricultores.

De acuerdo a la finalidad de las Unidades de Riego - para el Desarrollo Rural, es de comprenderse que éstos trabajos tendrán que realizarse en forma permanente, ya que cada vez más, se están desarrollando nuevas técnicas de producción para responder a las demandas de los productores agrícolas de nuestro país y es preocupación mundial el desarrollo de mejores técnicas en el aprovechamiento del agua, para incrementar en el rendimiento de las cosechas.

## II.- OBJETIVO

El presente estudio tienen por objeto mostrar los -- recursos disponibles que se tienen y lograr con las recomendaciones que se hacen el máximo aprovechamiento de los mismos.

Lo cual para ésta finalidad es de mayor importancia\_ trabajar en estrecha coordinación y comunicación a todos los nive-- les, sumando esfuerzos, comunicando sus experiencias en apoyo a pro gramas específicos de interés general, entre todas las empresas y - organismos que en alguna forma estén relacionados con la agricultu- ra.



### III.- ELABORACION DE PLANES Y FUNCIONAMIENTO

El plan de riegos, consiste basicamente en los requ~~er~~imientos de agua de los cultivos programados en el ciclo de que se trate, formulando de manera tal, que se lleve un control de hectáreas, riego y volumen neto por aplicar mensualmente, a la vez que se determina mediante la eficiencia de conducción, los volúmenes brutos y la lámina media mensual.

Para la elaboración del Plan de Riegos y Cultivos, es necesario la concurrencia de:

**USUARIOS.-** Quiénes darán su opinión referente a los cultivos que deseen sembrar.

**SARN.-** Como encargada de la planeación Agrícola e Hidráulica Nacional, la cual auxiliará en la elaboración de los planes de riego y cultivos de la unidad con base a volúmenes disponibles.

**BANCOS.-** Los cuales informarán sobre las líneas de crédito autorizadas y el monto de las mismas.

Una vez que se tenga la programación de cultivos y de riego, se somete a la aprobación del REPRESENTANTE, que informará al comité Directivo de Unidades de Riego para el Desarrollo Rural, para su sanción aprobatoria.

1.- NORMAS DE PROGRAMACION.- Son las que en un momento dado, indican si la programación efectuada puede llevarse a cabo en la unidad de riego o es necesario hacer los ajustes correspondientes.

### PROGRAMACION AGRICOLA

1.1.- Tratándose de un aprovechamiento por bombeo; conviene seguir y aplicar las siguientes normas y recomendaciones según las características de cada tipo de instalación.

BOMBEO	NORMAS DE OPERACION	PROGRAMACION AGRICOLA
De corrientes	Programar el máximo rendimiento del equipo en vasos. Iniciar operación al término de la estación lluviosa.	Agricultura tecnificada o del pleno dominio de los usuarios. En bombeo de vasos, cultivos de ciclo corto y poco exigente de agua.
De acuíferos Con menos de 20 m, entre 20 y 50 m, - más de 50 m.	Períodos definidos de riego a gasto y superficie, proyecto para abatir costos, programar un día de la semana para mantenimiento y revisión de equipo, procurar electrificación y cuidar aplicación de tarifas de energía.	Programar dos cosechas para abatir costos, cultivos altamente remunerativos, tender a la especialización de productores, preferentemente de especies frutícolas, en bombeos mayores asegurar asistencia técnica.

1.2.- Tratándose de un almacenamiento cuyo llenado depende directamente de los escurrimientos del agua de lluvia.

a).- Esconveniente programar la siembra del 100% del área, con cultivos de estación húmeda que tendrán la doble protección del agua almacenada y de la precipitación. Al término de éstos primeros cultivos, programar con segundos la superficie compatible con el almacenamiento disponible.

b).- Para determinar la superficie a programar con segundos cultivos (de estación seca) y a partir del almacenamiento disponible, deberá elaborarse funcionamiento analítico del vaso para éste período considerando los requerimientos normales de los cultivos programados y en pie, así como pérdidas de evaporación; debiendo registrar el análisis el mes tradicional de siembras de los siguientes primeros cultivos, un volumen disponible suficiente para el riego de asiento al 100% del área que marca el inicio de un nuevo ciclo.

c).- En el análisis anterior, sólo considerar aportaciones seguras.

d).- El establecimiento de cultivos perennes, deberá estar autorizado por la Asociación de Usuarios y la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

2.- BALANCE HIDRAULICO.- Es otra parte muy importante para la programación del Plan de Riegos, que en un momento dado, indica si la programación efectuada puede llevarse a cabo en la unidad de riego o es necesario hacer los ajustes correspondientes.

2.1.- Balance Hidráulico.- Tratandose de un aprovechamiento por bombeo.

1.- Elaborar con asociación de usuarios el Plan de Riegos (Oct. - Sep.) siguiendo el esquema de Plan de Riegos con datos de número de riegos, intervalos entre riegos y lámina neta para cada cultivo.

2.- Determinar el mes de máxima demanda según renglón de sumas.

3.- Considerar que 25 l.p.a., en parcela, permiten regar:

3.00 Has. con lámina neta de 6 cm, cada 20 horas.

2.25 Has. con lámina neta de 8 cm, cada 20 horas.

1.80 Has. con lámina neta de 10 cm, cada 20 horas.

1.50 Has. con lámina neta de 12 cm, cada 20 horas.

1.27 Has. con lámina neta de 14 cm, cada 20 horas.

1.12 Has. con lámina neta de 16 cm, cada 20 horas.

1.00 Has. con lámina neta de 18 cm, cada 20 horas.

Se dejan 4 horas para mantenimiento.

4.- Con los valores "suma" del mes crítico y el auxilio de la tabla anterior, determinar:

a).- Lámina neta media (mes crítico) \_\_\_\_\_ cm.

b).- Avance diario de riego/25 l.p.s. netos \_\_\_\_\_ Has

5.- Potencial del sistema:

a).-  $\frac{25 \text{ l.p.s. netos}}{\text{Ef. de conducción}} = \text{_____ l.p.s. en des carga equipo.}$

b).-  $\frac{Q \text{ l.p.s. del equipo}}{25 \text{ l.p.s./Ef. cond.}} = \text{_____ servs. pos. - de 25 l.p.s.- neto.}$

c).- Potencial del equipo:

Servicios posibles de 25 l.p.s. netos x avance diario (4 b) en Has. = \_\_\_\_\_ Has. riego / día (máximo avance diario de rgo. del sistema)

d).-  $\frac{\text{Hectáreas, riego del mes crítico}}{\text{Potenc. del equipo (Has. riego/día)}} = \frac{\text{días}}{\text{necesarios}}$

Este valor deberá ser menor de 30 y preferible 21, - si resultare mayor, proceder a programar cultivos, por no cubrirse las necesidades de máxima demanda.

2.2.- Balance Hidráulico: Tratándose de un aprovechamiento por Almacenamiento

1.- Ajustar la programación a la secuela anterior.

2.- Elaborar plan de riegos tentativo siguiendo el -  
esquema del plan de riegos.

3.- Determinar el mes de máxima demanda.

4.- Considerar 100 litros por segundo en parcela per  
miten regar.

14.4 Has. con lámina neta de 6 cm, cada 24 horas

10.8 Has. con lámina neta de 8 cm, cada 24 horas

8.6 Has. con lámina neta de 10 cm cada 24 horas

7.2 Has. con lámina neta de 12 cm cada 24 horas

6.2 Has. con lámina neta de 14 cm cada 24 horas

5.4 Has. con lámina neta de 16 cm cada 24 horas

4.8 Has. con lámina neta de 18 cm cada 24 horas

5.- Con los valores del mes crítico determinar:

a)  $L N m$  (mes crítico = \_\_\_\_\_ cm.

b) Avance diario de riego/100 lp.s. netos \_\_\_\_\_ Has

6.- Potencial del sistema:

c)  $\frac{100 \text{ l.p.s. netos}}{\text{Ef. de conducción}} = \frac{\text{_____}}{\text{_____}} \text{ l.p.s. en pre}$   
sa.

d)  $\frac{\text{Gasto del Canal princ. (l.p.s.)}}{100 \text{ l.p.s. Ef. de conducción}} = \frac{\text{_____}}{\text{_____}}$  servs.  
pos.-  
100 lps.-  
netos.

e) Potencial del sistema = No. servicios x avance -  
diario = \_\_\_\_\_ Has., riego/día.

f)  $\frac{\text{Hectáreas riego del mes crítico}}{\text{Potencial teórico del sist. por día}} = \frac{\text{_____}}{\text{_____}}$  días nec.

Este valor deberá ser menor de 30 y preferible 21.-  
Si resultare mayor de 30, proceder a programar cultivos por no cubrirse las necesidades de máxima demanda, checar volumen total bruto necesario contra disponibilidad almacenada.

3.- FORMAS Y PROCESOS.- Forma maestra de operación en unidades:

Existiendo 2 tipos, para aprovechamiento por bombeo, de agua y aprovechamiento por almacenamiento.

Instructivo para la Forma Maestra de Operación en Unidades por Bombeo.

Finalidad.- La "Forma Maestra" deberá colocarse en las oficinas de Asociación de Usuarios, fijándose en un lugar visible a efecto de que autoridades, técnicos y usuarios puedan observar el desarrollo del programa para el ciclo y consultar las características de la unidad.

Toma de datos.- Los técnicos de las unidades con el auxilio de los miembros del Comité Directivo de la Entidad, harán la toma de datos en los campos correspondientes.

Presentación.- Se usará la forma correspondiente a bombeo, o sea la 12 - 9, que se anexa en las siguientes hojas.

Formación de datos.- En la forma se distinguen dos grandes bloques, los que son las características de la unidad y el

control de operación.

Características de la unidad.- Aquí podemos distinguir cuatro grupos de datos, obra civil, zona de riego, cultivos de la zona y tenencia de la tierra.

Obra civil.- Nombre o número del pozo: El nombre o número conocido del pozo, si en una unidad existen dos o más pozos, se deberá llevar una hoja por cada pozo.

Profundidad del pozo.- Profundidad de la perforación en m.

Profundidad del ademe.- Profundidad ademada en metros.

Gasto aforado con equipo actual.- El gasto que proporcione el pozo en las condiciones actuales, en litros por segundo.

Nivel Estático.- Profundidad del agua sin bombear.,

Nivel Dinámico.- Profundidad del agua con el equipo en operación (relacionarlo en el gasto).

Tipo de bomba y marca.- Los correspondientes.

Tipo de motor y marca.- Combustión eléctrica o interna y la marca del mismo.

Potencia del motor.- La potencia nominal del motor -  
instalado en H.P.

Canales o tuberías principales.- Su longitud en Km.

Canales o tuberías secundarias.- Su longitud en Km.

Capacidad unitaria de canales o tuberías.- El gasto-  
de diseño del canal en litros por segundo y por hectáreas beneficia-  
da.

Caminos de servicio.- Su longitud en Km.

Drenes.- Su longitud en Km.

Capacidad unitaria en drenes.- El gasto de diseño en  
litros por segundo y por hectáreas drenada.

Estructuras.- Número existente en la unidad (tomas,-  
puente, sifones etc.).

Hectáreas por toma granja.- El número total de hectá-  
reas cubiertas, dividido entre el total de tomas granja en hectá-  
reas.

Normas de mantenimiento.- Decir si se tienen o no es-  
tablecidas.

Estado del equipo.- Condiciones en que se encuentra.

**Zona de Riego.-**

**Superficie total dominada.-** Es la superficie que en un momento dado se podría regar con los canales construidos y estructuras existentes, en hectáreas.

**Superficie regable.-** Es la superficie que se puede regar por limitantes de suelo, agua, construcciones, caminos, etc.

**Topografía general.-** Anotar si se trata de una topografía plana, ondulada, quebrada o muy quebrada, enseguida si la pendiente es uniforme, diferenciada o desuniforme.

**Textura de suelos.-** Indicar el porcentaje de la superficie total, la textura existente en la unidad determinada al tacto si no se cuenta con el análisis del laboratorio.

**Clasificación Agrológica.-** Indicar el porcentaje en superficie, de cada clasificación existente en la unidad de acuerdo al estudio agrológico.

**Salinidad aparente.-** Indicar el porcentaje en superficie, de suelos que tengan afectación aparente de salinidad clasificada en leve, regular o fuerte.

**Calidad del agua de Riego.-** Clasificación del agua de riego, de acuerdo al laboratorio.

**Altura media de la zona de riego sobre el nivel del mar** relacionarla con los cultivos.

**Cultivos del Area.-**

En éstos renglones, se pondrán los cultivos que tradicionalmente se siembran en el área que rodea la unidad y que tienen condiciones ecológicas y climáticas semejantes, indicando la producción media por hectárea que se obtiene en ellos.

**Tenencia de la Tierra.-**

Se debe llenar el cuadro de acuerdo al padrón de usuarios de la unidad.

**Fecha de inicio de la operación.-** La fecha en que empezó a regarse la unidad.

**Constitución de la Asociación de Usuarios.-** Fecha de integración.

**Valor medio de la producción.-** Valor medio de la producción obtenida en ciclos anteriores en pesos.

**Valor, producción por hectárea.-** El valor de la producción dividido entre las hectáreas sembradas en el mismo ciclo en pesos, se refiere a ciclos anteriores.

**Fuentes de crédito.-** Instituciones que proporcionen el crédito cuota de operación fijada y administrada por los usuarios la vigente mediante acta de asamblea.

Hoja control de Operación.- En ésta parte podemos -  
distinguir cuatro grupos: Plan de Riegos, Control de Plan de Riegos  
Distribución de Aguas y Datos Generales del Ciclo.

Instructivo para la Forma Maestra de Operación en -  
Unidades con Almacenamiento.-

Finalidad.- La Forma Maestra deberá colocarse en las  
oficinas de Asociación de Usuarios fijéndola en un lugar visible a -  
efecto de que autoridades, técnicos y usuarios, puedan observar el\_  
desarrollo del programa para el ciclo y consultar las característi-  
cas de la unidad.

Toma de datos.- Los técnicos de las unidades con el\_  
auxilio de los miembros del Comité Directivo de la entidad, harán -  
la toma de datos en los campos correspondientes.

Presentación.- Se usará la forma correspondiente a -  
almacenamiento; o sea la URDERAL 12 - 8.

Formación de datos.- En la forma se distinguen dos -  
grandes bloques, los que son las características de la unidad y el\_  
control de operación.

Características de la unidad.- Aquí podemos distin-  
guir cuatro grupos de datos: obra civil, zona de riego, cultivos de  
la zona y tenencia de la tierra.

**Obra Civil.-**

**Corriente aprovechada.-** El nombre de la corriente so  
bre la cual se tiene el aprovechamiento.

**Capacidad total de almacenamiento.-** En millones de -  
metros cúbicos.

**Capacidad útil.-** Se obtienen de la diferencia del da  
to anterior y del que a continuación se escribe.

**Capacidad de azolves.-** El volumen muerto en millones  
de metros cúbicos.

**Capacidad, obra de excedencias.-** Máximo gato que pue  
de desfogarse por dicha obra, en metros cúbicos por segundo.

**Canales principales.-** Su longitud en Km.

**Capacidad unitaria de Canales.-** El gasto de diseño -  
de la red de canales, en litros por segundo y por hectárea benficia  
da, anotar si es el caso, las diferencias de proyecto de red mayor  
y red menor.

**Caminos de servicio.-** Su longitud dentro de la unidad  
en Km.

**Drenes.-** Su longitud en Km.

**Capacidad unitaria en drenes.-** El gasto de diseño -  
del dren en litros por segundo y por hectárea drenada, anotar si es

el caso, las diferencias de proyecto de la red mayor y la red menor.

**Estructuras.-** El número de tomas, puentes, represas, etc. hectáreas por toma-Granja: Superficie de riego dividido entre el número de tomas-granjas existentes, se expresa en hectáreas.

**Q - Obra de Toma.-** Se anota el gasto que da la obra de toma cuando la presa se encuentra al 10 % de la carga total (a presa llena). Se expresa en metros cúbicos por segundo.

**Zona de Riego.-**

**Superficie total dominada.-** Es la superficie que en un momento dado se podrán regar con los canales construídos y estructuras existentes, en hectáreas.

**Superficie regable.-** Es la superficie que se puede regar por limitantes de suelo, agua, construcciones, caminos, etc.

**Topografía general.-** Anotar si se trata de una topografía plana, ondulada, quebrada o muy quebrada; en seguida si la pendiente es uniforme, diferenciada o desuniforme.

**Clasificación Agrológica.-** Indicar el porcentaje de la superficie de cada clasificación existente en la unidad de acuerdo al estudio agrológico.

**Texturas de Suelos.-** Indicar el Porcentaje de la Superficie Total, la textura existente en la unidad, determinada al tacto, si no se cuenta con el análisis del laboratorio.

**Salinidad aparente.-** Indicar el Porcentaje en Superficie de suelos que tengan afectación aparente de salinidad clasificada en leve, regular o fuerte.

**Calidad del agua de riego.-** Clasificación del agua de riego de acuerdo al laboratorio.

**Altura media de la zona de riego sobre el nivel del mar.-** Para relacionarla con los cultivos.

**Cultivos del área.-**

En estos renglones, se pondrán los cultivos que tradicionalmente se siembran en condiciones ecológicas y climáticas semejantes indicando la producción media por hectáreas que se obtienen en ellos.

**Tenencia de la Tierra.-**

Se debe llenar el cuadro de acuerdo al padrón de usuarios de la unidad.

**Fecha de inicio de la operación.-** La fecha en que empezó a regarse en la unidad.

Constitución de la Asociación de Usuarios.- Fecha de su integración.

Valor medio de su Producción.- Valor medio de las -- producciones obtenidas en ciclos anteriores en pesos.

Valor producción por hectáreas.- El valor de la Pro-- ducción dividiendo entre las hectáreas sembradas en el mismo ciclo\_ en pesos, se refiere a ciclos anteriores.

Cultivos Principales.- Indicar los cinco cultivos -- principales, según ciclos anteriores.

Fuente de crédito.- Instituciones que proporcionen - el crédito.

Cuota de Operación fijada y Administrada por los - - Usuarios.- La vigente mediante acta de asamblea.

Hoja Control de Operación.-

En ésta parte podemos distinguir cuatro grupos.- Plan de riegos, control de plan de riegos, distribución de aguas y datos generales del ciclo.



DE COMITE DIRECTIVO

DEL BALANCE HIDRAULICO:

ELABORAR CON ASOCIACION DE USUARIOS EL PLAN DE RIEGOS... ELABORAR CON ASOCIACION DE USUARIOS EL PLAN DE RIEGOS... ELABORAR CON ASOCIACION DE USUARIOS EL PLAN DE RIEGOS...

DETERMINAR EL MES DE MAXIMA DEMANDA SEGUN PERIODO DE SUMAS... CONSIDERAR QUE 25 LITROS EN PARCELA PERMITEN REGAR:

Table with 2 columns: Litros, Horas. Rows: 300, 200, 100, 50, 25. Includes note: 'EN DESCARGA EQUIPO'.

CON LOS RESULTADOS DEL MES OPTICO Y EL AUXILIO DE LA TABLA ANTERIOR DETERMINAR:

DE LA LAMINA META PARA MES OPTICO... EL VALOR DE LA META... EL VALOR DE LA META...

INDICACIONES PARA EN DE 25 EN METROS BALANCE DIARIO (40) EN METROS... UN VALOR DE LA META...

DE METROS REGISTRO DEL MES OPTICO... DETERMINAR EL VALOR DE LA META...

CONFORME: DIRECTOR DE LA ASOCIACION DE USUARIOS... PRESIDENTE...

Observations section with blank space for notes.

OBSERVACIONES DATOS GENERALES DE OPERACION TIPO Y METODO DE RIEGO

Blank space for general operation data and irrigation type/method notes.

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS SUBSECRETARIA DE OPERACION DIRECCION GENERAL DE UNIDADES DE RIEGO PARA EL DESARROLLO RURAL

FORMA MAESTRA BOMBEO

Form fields for name, address, and other details.

CONTROL GRAFICO PLAN... ELABORAR ESTA ESCALA EN FUNCION DE LOS MAXIMOS VALORES... HORIZONTAL DE TIEMPOS LA MAYA DE SUMAS...

CONTROL DEL PLAN DE RIEGOS. Table with columns for months (OCT to SEP) and rows for precipitation, static level, dynamic level, and pumping hours.

RESULTADOS DETALLADOS DEL CICLO DISTRIBUCION DE AGUAS

Detailed irrigation cycle distribution table with columns for days (21-39) and rows for crop types and water distribution.

AVANCE DE SIEMBRAS MECANIZACION DE LA AGRICULTURA FERTILIZACION COSECHAS Y VALOR DE LA PRODUCCION

Table for sowing progress, agricultural mechanization, fertilization, and production data across months.

SUMAS row at the bottom of the production table.





DIRECCION GENERAL DE UNIDADES DE RIEGO  
PARA EL DESARROLLO RURAL  
PLAN DE RIEGOS CICLO 1975-1976

ENTIDAD	Nº PLANES DE RIEGO	UNIDADES	SUPERFICIE HAS.
AGUASCALIENTES	159	159	12,745.4
B. C. NORTE	59	59	3,697.0
B. C. SUR	56	48	13,337.5
COAHUILA	85	85	24,355.5
COLIMA	85	39	8,003.0
CHIAPAS	36	36	9,765.0
CHIHUAHUA	273	207	24,374.0
DURANGO	136	132	28,862.0
GUANAJUATO	217	217	63,339.0
GUERRERO	93	93	17,999.9
HIDALGO	165	165	24,176.0
JALISCO	92	92	57,377.1
MEXICO	192	192	32,090.0
MICHOACAN	265	265	57,508.5
NAVARRIT	104	104	37,105.0
NUEVO LEON	584	584	78,524.2
OAXACA	79	79	6,896.0
PUEBLA	157	157	26,432.0
QUERETARO	146	146	17,223.0
QUINTANA ROO	10	10	2,691.0
SAN LUIS POTOSI	217	217	34,891.6
SINALOA	49	49	14,288.0
SONORA	131	131	17,212.6
TAMAULIPAS	365	365	64,913.5
TLAXCALA	118	118	13,797.0
VERACRUZ	39	39	11,807.0
YUCATAN	56	52	1,403.5
ZACATECAS	378	342	12,636.3
R. HUASTECA	70	70	25,324.0
R. LAGUNERA	86	60	7,221.0
T O T A L	4,502	4,316	749,996.3

#### IV.- CONTROL DE PLAN DE RIEGOS Y CULTIVOS

Plan de Riegos.- Se elabora con los Usuarios, en coordinación con la S.A.R.H., y debe ser aprobado por el Comité Directivo de la Entidad. Los datos del Plan de Cultivos y de Riegos se anotan en el cuadro denominado, Plan de Riegos de la Hoja Maestra de Operación.

Las columnas 1 y 6 presentan un resumen de lo antedado para el ciclo.

1.- Cultivos.- Los cultivos que se van a sembrar.

2.- Superficie Física (Has.).- El número de hectáreas - programadas a riego para cada cultivo, resultando de la suma de los datos mensuales en la columna de Has. Físicas.

3.- Lámina Neta Total.(cms.).- La Lámina Neta (en parcela) total que se aplicará para cada cultivo, resulta de dividir el Volúmen Neta Total (columna 5) entre la Superficie Física Regada -- (columna 2).

4.- Hectáreas Riego.- Se anota la superficie regada de cada cultivo, multiplicada por los riegos aplicados, es el resultado de sumar los datos mensuales de las columnas Has. Riego.

5.- Volúmen Neta Total (millar m<sup>3</sup>).- Anotar el volúmen programado a servir a cada cultivo a nivel parcelario, es el resultado de la suma de los datos mensuales de las columnas de Volúmen - Neto.

6.- Volúmen Bruto Total.(millar m<sup>3</sup>).- Anotar el Volúmen Total que se espera servir a cada cultivo a nivel de Pozo, es el resultado de dividir el Volúmen Neto (5) entre la Eficiencia de Conducción promedio de la unidad, la que se anota en la parte inferior de la columna.

Esta Eficiencia de Conducción se fija con arreglo a experiencias de ciclos anteriores.

7-18.- Programación Mensual de Riegos.- En ésta grupo de columnas se anotarán los datos que se esperan por cada cultivo en el mes correspondiente, en lo que se refiere a:

Hectáreas Físicas.- Las Hectáreas Físicas de cada cultivo que se programan ir incorporando al riego durante el mes, o sea las que se riegan por primera vez en cada cultivo.

Hectáreas Riego.- La superficie de hectáreas que se programa regar de cada cultivo en el mes, si una hectárea se riega dos veces en el mes, se anotan dos Hectáreas Riego.

Volúmen Neto.- El Volúmen Neto en millares de metros cúbicos correspondientes a las Hectáreas Riego, que servirán a cada cultivo en el mes, computando a nivel parcelario.

En la parte inferior de esta columnas se pondrán los sumas de cada una de ellas; en base al Volúmen Neto y la Eficiencia de Conducción que se estima tener, se calcula el Volúmen Bruto en el mes, finalmente se anota la Lámina Media General, que resulta de dividir el Volúmen Neto Total entre las Hectáreas Riego Totales del mes.

Las columnas 19 y 20 nos servirán como ejes verticales del control gráfico del programa, el eje horizontal sera la línea de sumas con la escala mensual indicada en la parte superior.

19.- Adecuar la escala en función del valor máximo acumulado a esperar de las Hectáreas Riego, con ésta base y conforme al punto anterior, llevar mensualmente el avance gráfico en color rojo.

20.- Adecuar la escala en función del valor máximo acumulado a esperar de los Volúmenes Netos, con ésta base y conforme al punto anterior, llevar mensualmente el avance gráfico en color azul.

A la derecha se tienen normas de programación y Balance Hidráulico, las cuales se deben seguir al planear la programación.

#### CONTROL DE PLAN DE RIEGOS

Se presenta un cuadro semejante al de sumas programas, el cual llevará los datos correspondientes a lo realizado, los cuales se tomarán del Cuadro de Distribución de Aguas.

En seguida vienen los renglones correspondientes a:

Precipitación Total.- Se anotará lo que se presente en el mes correspondiente y al final del ciclo, la suma de los mensuales en las columnas de resultados globales. La precipitación va en milímetros.

**Nivel Estático.-** En aprovechamiento por bombeo la profundidad que tiene el agua cuando se bombea en el mes.

**Nivel Dinámico.-** La profundidad que tiene el agua cuando se está bombeando.

**Horas bombeadas.-** Se pondrán las horas que se bombean durante el mes, y luego la suma para el año.

#### EN APROVECHAMIENTO POR ALMACENAMIENTO

**Almacenamiento al 10. de cada mes.-** Se anotará el almacenamiento útil que se tenga el día 10. de cada mes, en millares de metros cúbicos.

**Derramas Totales.-** Se pondrán las derramas que ocurren en el mes, en la columna de resultados, la suma de los mensuales usando unidades de miles de metros cúbicos, en seguida se tienen las columnas de:

**Observaciones.-** Para los comentarios de interés durante cada mes, así como los fenómenos meteorológicos acontecidos, plagas, etc., y fundamentalmente, las razones de las diferencias entre Plan de Riegos y la Distribución de Agua real.

#### 1.- DISTRIBUCION DE AGUAS

Dentro del proceso de la operación de una Unidad o Distrito de Riego, la forma en que se planea y realiza la distribu--

del agua, es un factor, además de importante trascendental no sólo al servicio de riego propiamente dicho, sino a la organización personal, maniobras en los canales y finalmente a la eficiencia general del Distrito o Unidad.

Los métodos de distribución, con ligeras variantes, pueden clasificarse como sigue:

- a) Demanda Libre
- b) Demanda Semanal
- c) Tandeo
- d) Lámina y frecuencia únicas

1.1.- Demanda Libre.- Este método de distribución, - consiste en dejar al libre criterio del Usuario, la aplicación del riego a su parcela, tanto en intensidad como en frecuencia.

Consecuentemente requiere que no se tengan restricciones hidráulicas y buena calidad de obra, tanto de servicio como de control.

Puede afirmarse que en México no se tiene éste tipo de distribución, por lo menos en la forma tan liberal como se describe siendo los Distritos que más se apegan, el del Río Yaqui (DR-41) y el del Río Humaya (DR-10) en que, a partir del recibo de solicitud al servicio se entrega a las 24-48 horas.

En México, éste método ha sido posible con base en la consideración de que, una Unidad o Distrito bien operado, define

para cada canal, en forma franca tres fases:

- a).- Creciente
- b).- Estable
- c).- Decreciente

Aún cuando estas tres fases son mucho más marcadas - en áreas con mono-cultivo, también se acusan en áreas diversificadas, una vez establecidos los cultivos y por otra parte, en cada canal siempre tienen un cultivo dominante: de tal manera que las variaciones que originan los demás caen regularmente dentro del poder de control de sistema.

En pequeñas unidades, sobre todo de bombeo si puede tenerse lo que podría llamarse "demanda super libre" más o menos -- frecuente en los E.U.A. en que la conducción del agua al interior - del predio, va entubada y a relativa presión de tal manera que el - Usuario simplemente, abre y cierra sus alimentadores a placer.

Este tipo de distribución sería en México no sólo -- prohibido por sus costos sino que no se considera recomendable por -- que de inmediato surgirán los siguientes vicios, características -- del método.

- 1.- Los Usuarios suspenden sus riegos de noche.
- 2.- No riegan los fines de semana ni días festivos.
- 3.- Tienden a sobre-regar.
- 4.- Afectan el control general del sistema.
- 5.- Requieren medidores totalizadores de presión.

6Q.- Las obras no estan proyectadas para ésta liberalidad de uso.

7Q.- Es forzoso el cobro por volúmen.

8Q.- Baja la eficiencia sobre todo en tiempo de lluvias

Para éste método de distribución, en México, el mejor control es la determinación y diaria obserbación del coeficiente que hemos llamado "de balance" en cada canal y que resulta de dividir el gasto en bocatoma el número de servicios establecidos (número de regantes) y que tiende a ser sensiblemente estable, de tal manera que una variación, acusa alguna irregularidad. Nuestros Distritos con "demanda libre" basan su pedido (a 24-48) en el número de servicios solicitados y el coeficiente general de balance a nivel presa; sin perjuicio del cálculo analítico clásico.

El coeficiente de balance en un canal ( $Q$  en bocatoma/ - No. de Usuarios regado), se ha observado que es un valor estable -- (no fijo) y ésta característica tiene su origen en que la natural defensa de costos (en salarios o trabajo) todos los Usuarios "tenden " a sacar su riego en el menor tiempo posible, guardados los -- cuidados y procedimientos diversos que determinan los factores: Suelo, Topografía, Cultivo, Obras, calidad del Usuario, Mecanización - de labores, etc.

Estos factores no cambian por lo menos de uno a otro día y es por esto que el coeficiente se estabiliza. Así si el coeficien

te se estabiliza. Así si el coeficiente en un canal determinado se mueve alrededor de 80 L.P.S./servicio y súbitamente se registran -- 110 L.P.S./servicio.

Esta variación acusa que debe visitarse dicho canal.

Es posible que se deba a que se está represando algún tramo, o bien, a que entró a riego un cultivo de alta demanda manifiesta como el arroz, o que está tirando el agua o a cualquier otra causa. En todo caso es necesario determinar el origen de la variación.

A nivel de control mayor, el coeficiente es más estable aunque a nivel canal y es dato muy valioso para la diaria revisión de los pedidos.

Por todo lo anterior y sin ser uso privativo de la demanda libre, es muy importante determinar, con base en los datos estadísticos, el valor del coeficiente de balance a los siguientes niveles:

- 1.- A nivel canal
- 2.- A nivel sección
- 3.- A nivel zona
- 4.- A nivel unidad
- 5.- A nivel canal principal (toma)
- 6.- A nivel presa derivadora
- 7.- A nivel presa de almacenamiento

1.2.- Demanda Semanal.- Este método de distribución, como su nombre lo indica, consiste en planear el riego de cada semana a la otra y se basa en que, no hay cultivo bien llevado que no admita una espera en el riego de 7 días máximo.

Para su aplicación es preciso "educar" o "acostumbrar" al Usuario a que haga su pedido, preferentemente en los días jueves a fin de tener los días restantes disponibles para la planeación y ejecución de movimientos.

La demanda semanal, se basa en las solicitudes de los Usuarios para riego de determinada superficie y con especificación de cultivo. Con arreglo a datos de ciclos anteriores se asigna -- una lámina de riego para cada cultivo y para cada lámina, se calcula un "coeficiente" en litros por segundo que, multiplicado por el número de segundos contenidos en 7 días, acumule un volumen equivalente a la lámina deseada para el riego de una hectárea, después -- bastará multiplicar el coeficiente respectivo por la superficie a beneficiar de cada cultivo para obtener por suma, el gasto neto a derivar por el canal en cuestión y al que, finalmente se le adiciona en bocatoma, ejemplo:

	LAMINAS FIJADAS		COEFICIENTES LAMINA		
MAIZ	14 cm.		6 cm.	1.00	1.p.s.
SORGO	14 cm.		8 cm.	1.32	1.p.s.
HORTALIZAS	6 cm.		10 cm.	1.65	1.p.s.
CARTAMO	18 cm.		12 cm.	2.00	1.p.s.
CAÑA	12 cm.		14 cm.	2.30	1.p.s.
FRIJOL	16 cm.		16 cm.	2.65	1.p.s.
			18 cm.	3.00	1.p.s.

DETERMINACION DEL GASTO NETO NECESARIO

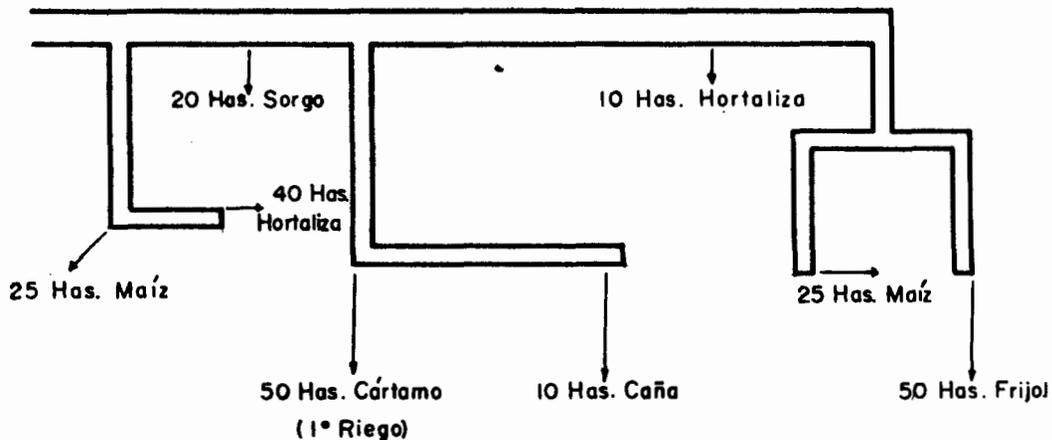
	DEMANDA CULTIVO SUPERFICIE	LAMINA CMS.	COEFICIENTE POR HA.	PARCIAL	TOTAL
MAIZ	25 Has.	14	2.30	57.5	
SORGO	20 Has.	14	2.30	46.0	
HORTALIZAS	40 Has.	6	1.0	40.0	
CARTAMO	50 Has.	18	3.0	150.0	
CAÑA	10 Has.	12	2.0	20.0	
HORTALIZAS	10 Has.	6	1.0	10.0	
MAIZ	25 Has.	14	2.30	57.5	
FRIJOL	50 Has.	16	2.65	132.5	513.5

Q neto a servir: 513.5 l.p.s.

Q pérdidas: 200.0 l.p.s.

Q en bocatomas: 713.5 l.p.s. = 0.7 m<sup>3</sup>/s.

# GRAFICA DE DEMANDA SEMANAL



Lo anterior, no significa necesariamente, que a cada Usuario se le de el gasto semanal neto calculado; sino que el cálculo, sirve para determinar en el canal una alimentación uniforme en cantidad tal, que al término de la semana se haya cubierto a satisfacción el plan trazado.

Así por ejemplo; al Usuario que pretende regar 10 Has de hortalizas, no se le van a dar 10 l.p.s., del cálculo durante 7 días; es perfectamente posible que se le den 70 l.p.s.

En un día ó 20 l.p.s., en tres días y medio o cualquier otra equivalencia, ésto deberá resolver principalmente, el encargado de la distribución del agua por cada canal.

Por otra parte es importante consignar que los valores de láminas a cada cultivo, deberán afinarse de una a otra semana hasta determinarlos correctamente considerando que serán distintos para cada canal; sin embargo, para todos deberá aplicarse la tendencia de cuadrarlos conforme a los lineamientos técnicos especiales en lo referente a suelos, cultivos y obras.

La demanda semanal en lo general, permite esperar mayores eficiencias que la demanda libre.

1.3.- Tandeo.- Este método de distribución, es sin lugar a dudas el que propicia un mejor aprovechamiento del agua

por parte de los Usuarios por ser, en cierta forma, coercitivo.

Consiste en liberar al Usuario un gasto determinado - por un tiempo también determinado. Es manifiesto que éste tipo de distribución sólo es posible establecerlo en áreas con monocultivo y regularmente se aplica parcial o totalmente cuando se tienen problemas de disponibilidades hidráulicas o por cuestión de orden.

En éste método, es importante fijar módulos de gasto que generalmente son 50 - 100 l.p.s.; y el tiempo también debe fijarse en función del módulo para dar a cada hectárea la lámina deseada.

En cultivos comunes, suele fijarse 100 l.p.s., durante 3-3.5-4 hrs., por cada hectárea para dar respectivamente una lámina de 10.8 cm., 12.6 ó 14.4 cms., dependiendo de las condiciones que dominen en lo relativo a auelos y cultivos. Es indudable que cultivos como el arroz demanden mayor gasto, pero ésto queda para análisis particular de cada situación.

Lo importante en éste método es determinar el equilibrio entre capacidad de conducción y demanda, por ésto se sigue la siguiente secuela:

- 1.- Para 100 l.p.s. y lámina (ejemplo) de 12.6 cm., - se tiene un avance de riego de 6.86 has., cada 24 hrs.

- 2.- Un gasto neto de 100 l.p.s., con una eficiencia - de conducción media de 60%, supone un gasto en - punto de derivación (o control mayor) de 167 - - l.p.s.
- 3.- El gasto máximo del canal dividido entre éste gasto bruto (167 l.p.s., para el ejemplo que se ilustra), nos indica el máximo número de servicios -- que puedan establecerse de 100 l.p.s., netos para cada uno.
- 4.- El máximo número de servicios que puedan establecerse (de 100 l.p.s., c/u netos) multiplicados -- por 6.86 (en el ejemplo) nos dá el máximo avance de riego de la unidad.
- 5.- La superficie total a beneficiar, dividida entre el máximo avance diario de riego nos dará el mínimo intervalo teórico posible de uno a otro riego, considerando que desde el primer día hasta el último, se tuviera la operación en máximo.
- 6.- Las consideraciones de riego reales (fases recientes, máxima y decreciente) y las exigencias del - cultivo de que se trate en cuanto intervalos de -

riego, determinarán si hay equilibrio entre capacidad y demanda.

7.- Caso de desequilibrio, tantear con otra lámina y estar atentos en cerrado control climatológico para aprovechar las lluvias.

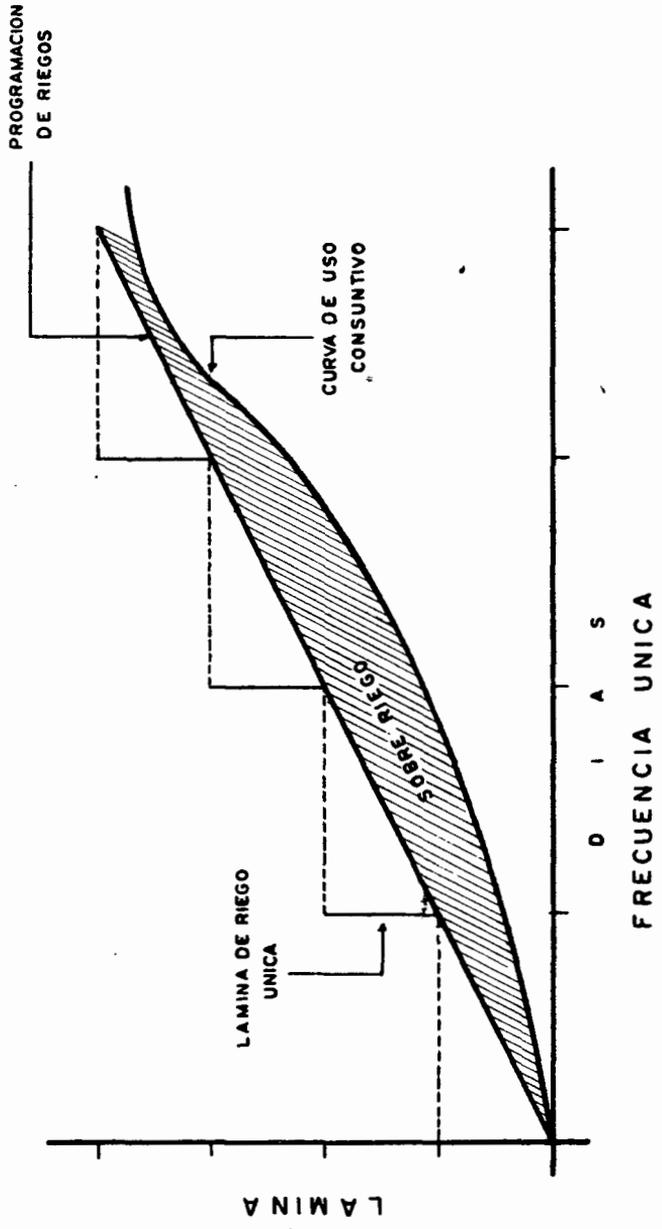
1.4.- Lámina Unica y Frecuencia Unica.- Este método de distribución, se basa en el supuesto de que la curva de uso conjunto del cultivo, se trata como una recta al ajustarse por la eficiencia parcelaria y en tal condición, es posible dar al cultivo cada determinado tiempo, la misma lámina de riego bajo estricta programación.

Este método propicia altos rendimientos, pero debe estar asociado a una agricultura eficiente y sin probabilidades de lluvia.

En México aún debe experimentarse más.

En todos los métodos la eficiencia puede variar de una unidad a otra, dependiendo del cuidado y acierto del personal técnico.

# GRAFICA DE FRECUENCIA UNICA



UNIDADES DE RIEGO PARA EL DESARROLLO RURAL  
 LAMINAS DE RIEGO DE ALGUNOS CULTIVOS PARA LA REPUBLICA MEXICANA

CULTIVO	REGIONES HUMEDAS			REGIONES SECAS		
	LAMINA NETA		No. DE RGD.	LAMINA NETA		No. DE RGD.
	TOTAL (cm.)	POR RGD. (cm.)		TOTAL (cm.)	POR RGD. (cm.)	
Arroz	80	16	5	90	15	6
Ajonjolí	48	12	4	55	11	5
Algodón	60	15	4	75	15	5
Cacahuete	70	14	5	75	15	5
Caña de azúcar	165	15	11	180	15	12
Cártamo	48	12	4	65	13	5
Cebada	40	10	4	50	10	5
Chile	32	8	4	48	8	6
Florea	96	12	8	96	12	8
Fresa	64	8	8	130	13	10
Frijol	21	7	3	36	9	4
Garbanzo	24	8	3	40	10	4
Jitomate	50	10	5	70	10	7
Linaza	60	12	5	90	15	6
Maíz	40	10	4	55	11	5
Melón	35	7	5	42	7	6
Papa	32	8	4	35	7	5
Sorgo	33	11	3	60	12	5
Trigo	40	10	4	60	12	5
<b>PERENNES :</b>						
Frutales	120	12	10	144	12	12
Alfalfa	100	10	10	140	14	10
Praderas	100	10	10	150	15	10
Vid	--	--	--	110	10	11

**SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS**

SUBSECRETARIA DE OPERACION

DIRECCION GENERAL DE UNIDADES DE RIEGO PARA EL DESARROLLO RURAL

DIRECCION DE PROMOCION Y DESARROLLO RURAL

ESTADO: \_\_\_\_\_ REGION: \_\_\_\_\_

UNIDAD: \_\_\_\_\_

**PLAN DE CULTIVOS**

CICLO 197\_\_-197\_\_

CULTIVOS	SUP. FISICA SEMBRADA (Has.)	SUP. FISICA REGADA (Has.)	LAMINA BRUTA TOTAL (cm.)	VOLUMEN BRUTO TOTAL MILLAR m <sup>3</sup>	NUMERO DE RIEGOS
SUMAS PROGRAMA	_____ Has.	_____ Has.	LAMINA MEDIA _____ cm.	MILLAR m <sup>3</sup>	EF DE CONDUCCION _____ %

**DATOS BASICOS**

CAPACIDAD UTIL TOTAL o GASTO \_\_\_\_\_

VOLUMEN DISPONIBLE EN EL CICLO \_\_\_\_\_ MILES m<sup>3</sup>

SUPERFICIE DOMINADA \_\_\_\_\_ Has.

SUPERFICIE BAJO RIEGO \_\_\_\_\_ Has.

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

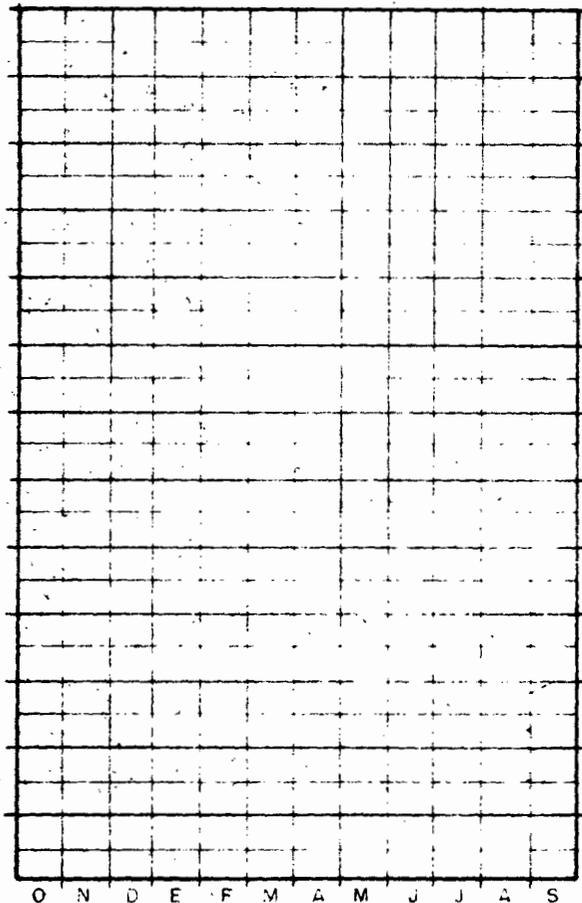
PROGRAMACION DE CICLOS 197__-197__							PROGRAMACION MENS																			
1	2	3	4	5	6	7	8			9			10			11			12			13			14	
CULTIVOS	SUP FISICA SEMBRADA (Hos)	SUP FISICA REGADA (Hos)	LAMINA NETA TOTAL (cm)	Hos RIEGO	VOLUMEN NETO TOTAL MILLAR m <sup>3</sup>	VOLUMEN BRUTO TOTAL MILLAR m <sup>3</sup>	OCT.			NOV.			DIC.			ENE.			FEB.			MAR.			ABR.	
							Hos FISICAS	Hos RIEGO	VOL NETO MILLAR m <sup>3</sup>	Hos FISICAS	Hos RIEGO	VOL NETO MILLAR m <sup>3</sup>	Hos FISICAS	Hos RIEGO	VOL NETO MILLAR m <sup>3</sup>	Hos FISICAS	Hos RIEGO	VOL NETO MILLAR m <sup>3</sup>	Hos FISICAS	Hos RIEGO	VOL NETO MILLAR m <sup>3</sup>	Hos FISICAS	Hos RIEGO	VOL NETO MILLAR m <sup>3</sup>	Hos FISICAS	Hos RIEGO
Cultivos Ciclo. Anterior																										
ALGODON			14	9	12.6	15.75		9.0	12.6																	
PERENNES FRUTALES	10.0	10.0	94.0	80	94.0	117.5	10.0	10.0	10.8		10.0	10.8								10.0	10.8		10.0	14.0		8.0
ALFALFA	30.0	30.0	109.0	273	329.4	411.75	21.0	21.0	25.2		21.0	25.2								21.0	25.2	9	30.0	37.8		30.0
Subciclo Invierno																										
TRIGO	20.0	20.0	60.8	80	121.6	152.0	12.0	12.0	21.6	8.0	20.0	31.2				20.0	28.8		20.0	28.8		8.0	11.2			
CEBADA	6.0	6.0	74	30	44.4	55.5									6.0	6.0	10.8		6.0	8.4		6.0	8.4			6.0
Subciclo Prim-Verano																										
SORGO	45.0		60	225	270.0	337.5																			45.0	45.0
MAIZ	20.0		53	85	106.0	132.5																			15.0	15.0
Asociados																										
MAIZ-FRUTALES																										
MAIZ-FRIJOL	10.0	10.0	57.0	45	57.0	71.25													5.0	5.0	7.0	5.0	10.0	14.0		10.0
<b>SUMAS PROGRAMA</b>	<b>141</b>	<b>141</b>	<b>LAMINA MEDIA 73.4</b>		<b>1035.0</b>	<b>1293.75</b>	<b>43</b>	<b>52.0</b>	<b>70.2</b>	<b>8.0</b>	<b>51.0</b>	<b>67.2</b>				<b>6.0</b>	<b>26.0</b>	<b>39.6</b>	<b>5.0</b>	<b>62.0</b>	<b>80.2</b>	<b>14.0</b>	<b>64.0</b>	<b>85.4</b>	<b>60.0</b>	<b>114.0</b>
	Hos	Hos	cm		EF DE CONDUCCION 80%																					
							VB 87.8			VB 84.0			VB			VB 49.5			VB 77.5			VB 106.8			VB 175.8	
							EC 80% LNM 13.5cm			EC 80% LNM 13.1cm			EC 80% LNM			EC 80% LNM 15.2cm			EC 80% LNM 12.9cm			LC 80% LNM 13.3cm			EC 80% LNM	

RIEGOS

U A L D E R I E G O S															PREDICION DE RESULTADOS PROBABLES Y DATOS GENERALES DE LA UNIDAD					
15			16			17			18			19		20	21	22	23	24	25	
M A Y			J U N			J U L			A G O			S E P		VALORES ESPERADOS			PERIODOS		CARACTERISTICAS DE LA UNIDAD	
VOL NETO MILLAR m³	Hos FISICAS	Hos RIEGO	VOL NETO MILLAR m³	Hos FISICAS	Hos RIEGO	VOL NETO MILLAR m³	Hos FISICAS	Hos RIEGO	VOL NETO MILLAR m³	Hos FISICAS	Hos RIEGO	VOL NETO MILLAR m³	Hos FISICAS	Hos RIEGO	RENDIMIENTO TON / ha	PRECIO MEDIO RURAL \$ / TONELADA	VALOR DE LA PRODUCCION \$	SIEMBRA		COSECHA
																				SUPERFICIE DE PROYECTO 120 Ha
																				SUPERFICIE BAJO RIEGO 116 Ha
																				SUPERFICIE FISICA A SEMBRAR 141 Ha
																				USUARIOS DE PROYECTO NUM. 20
9.2	8.0	9.6	8.0	8.0	9.6	8.0	8.0	9.6	8.0	8.0	9.6	8.0	8.0	9.6	2.5	8000.00	200 000.00		abril-junio	USUARIOS QUE TRABAJARAN EN EL CICLO NUM. _____
36.0	30.0	36.0	30.0	30.0	36.0	30.0	30.0	36.0	30.0	30.0	36.0	30.0	30.0	36.0	60.0	150.00	270 000.00	marzo	todo el año	CAUSAS DE LAS DIFERENCIAS Y OBSERVACIONES
8.4	6.0	8.4													3.0	1750.00	105 000.00	oct.-nov.	marzo-abril	
															1.2	1400.00	10 080.00	enero	junio	
54.0	45.0	54.0	45.0	45.0	54.0	45.0	45.0	54.0	45.0	45.0	54.0	45.0	45.0	54.0	2.0	1200.00	100 800.00	abril	septiembre	
21.0	15.0	18.0	15.0	15.0	18.0	15.0	15.0	18.0	5.0	20.0	25.0	5.0	5.0	6.0	1.8	1800.00	64 800.00	abril-agosto	sept.-dic.	
12.0	10.0	12.0	5.0	5.0	6.0	5.0	5.0	6.0									22 200.00	feb.-mzo.	agos.-sept.	
																	42 500.00	feb.-mzo.	junio-agosto	
140.6	114.0	138.0	103.0	103.0	123.6	103.0	103.0	123.6	5.0	103.0	124.6	35.0	35.0	42.0						
MILLAR m³	VB 172.5 MILLAR m³		VB 154.5 MILLAR m³		VB 154.5 MILLAR m³		VB 155.8 MILLAR m³		VB 52.5 MILLAR m³											
12.3 cm	EC 80% LNM 12.1 cm		EC 80% LNM 12.0 cm		EC 80% LNM 12.0 cm		EC 80% LNM 12.1 cm		EC 80% LNM 12.0 cm											

VOLUMENES

ALMACENAMIENTO (MILES M<sup>3</sup>)



O N D E F M A M J J A S

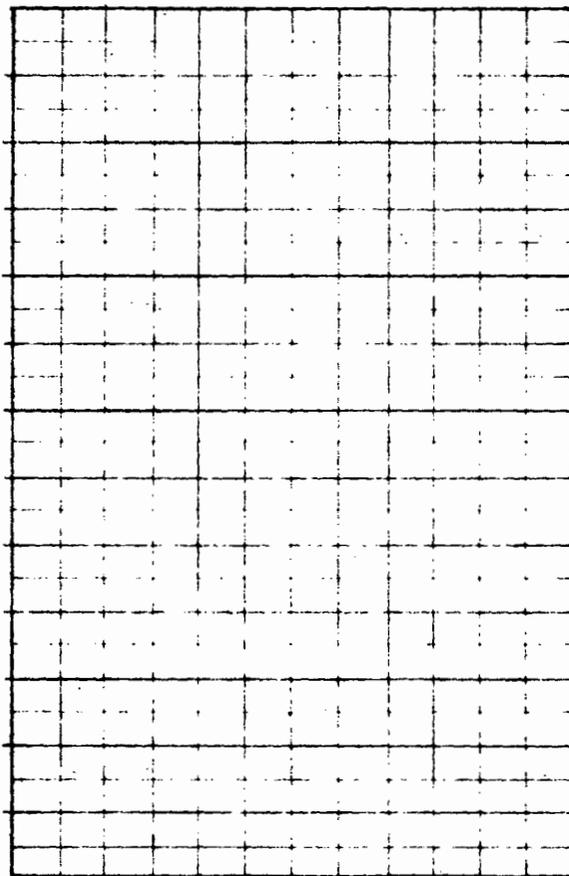
M

----- programado

————— realizado

SUPERFICIES

EXTRACCIONES (MILES M<sup>3</sup>)  
HECTAREAS RIEGO ACUMULADAS



O N D E F M A M J J A S

S

*lámina bruta promedio  
por riego al finalizar  
el ciclo*

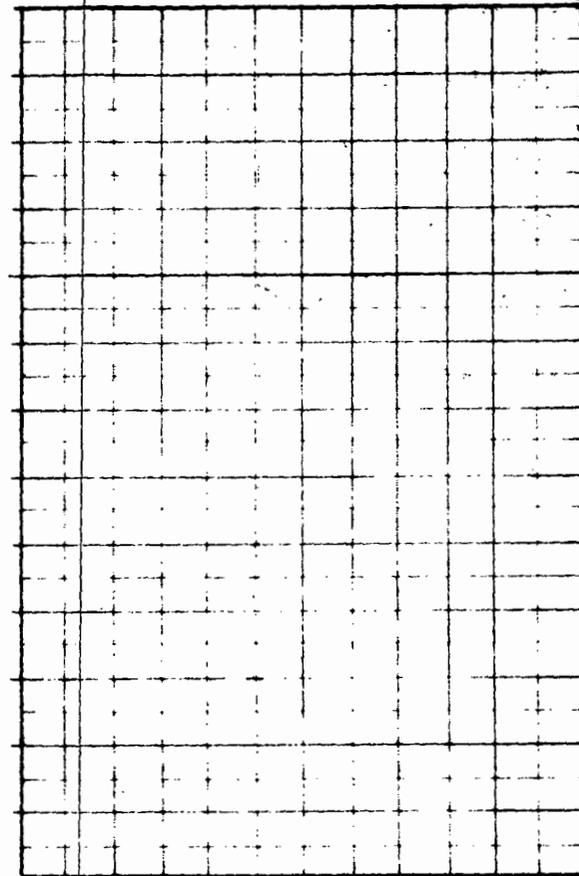
$$= \frac{\text{Vol. bruto total}}{\text{Total Has riego}}$$

*lámina neta promedio  
por riego al finalizar el  
ciclo*

$$= \frac{\text{Vol. neto Total}}{\text{Total Has riego}}$$

LAMINAS

HECTAREAS FISICAS REGADAS ACUMULADAS  
LAMINA BRUTA ACUMULADA EN cms.



O N D E F M A M J J A S

E

cms

CONTROL GRAFICO DEL PLAN DE RIEGOS

CICLO 19... 19...

cms

UNIDAD DE RIEGO

LAMINA NETA ACUMULADA EN cms.

## 2.- APLICACION Y USO CONSUNTIVO DE LOS CULTIVOS

a).- Definición.- El consumo de agua por los cultivos\_ o uso consuntivo es la cantidad total de agua que necesitan las - - plantas para la formación de sus tejidos celulares, la transpira--- ción y la evaporación en el suelo donde éstas se desarrollan.

En general se pueden establecer que el agua utilizada\_ para la formación de los tejidos de las plantas no excede del 1% - del total involucrado como uso consuntivo, por lo que prácticamente puede considerarse igual a la evapotranspiración de una superficie cubierta por plantas. Se ha considerado por evapotranspiración de\_ una superficie cubierta, (evapotranspiración potencial) a la canti- dad de agua que consume un cultivo de talla baja y uniforme que cu- bre totalmente el suelo y que siempre está provisto de humedad apro- vechable.

b).- Utilidad.- Es la base del cálculo para determinar la superficie regable de un sistema de riego, pudiendo formularse - diferentes soluciones para la optimización del recurso agua, en fun- ción de las condiciones ecológicas y considerando la eficiencia del sistema.

Permite establecer el nivel de eficiencia en el uso -- del agua en parcela  $ER=100 UC/LN$ , donde ER=EFICIENCIA DE RIEGO en % UC=USO CONSUNTIVO en cm y LN=LAMINA NETA en cm con los valores acu

mulados y graficados pueden determinarse los calendarios de riego - más adecuados.

A partir de los datos del uso consuntivo, eficiencia- de riego, lámina neta, intervalos y eficiencia de conducción, se -- formular los Planes de Riego.

Su comparación con los volúmenes de lámina aplicadas- permiten determinar los programas de mejoramiento.

Auxilian en la determinación de riego complementario- en sistemas ubicados en regiones de buena precipitación.

Auxilian en el cálculo de los volúmenes a drenar en - grandes proyectos.

En problemas de salinidad de suelos se utilizan para- la estimación de sobreriego.

Programación más adecuada de los cultivos de temporal.

c).- Factores que lo determinan.- El valor de uso con- sumtivo depende de factores determinados y relacionados con el cli- ma, el cultivo, los suelos, el agua e inclusive del manejo de los -- suelos bajo riego.

Factores climatológicos.- Temperatura, luminosidad, -- vientos, humedad relativa, precipitación.

Suelos.- Topografía, profundidad, textura, estructura, capacidad de retención de humedad, nivel freático, salinidad.

Agua.- Calidad, cantidad.

Manejo de suelos.- Prácticas de riego.

d).- Métodos para su determinación.- Existen métodos directos e indirectos para estimar el valor del consumo del agua de los cultivos.

Métodos Directos.- Se utilizan para medir directamente la evapotranspiración real o la evapotranspiración potencial variando la metodología según el cultivo, la procedencia de aguas de riego, su calidad, etc.

Los principales métodos son los siguientes:

Uso de tanques y lisímetros.- Consiste en un recipiente lleno de suelo donde se desarrolla un cultivo, determinado el consumo de agua de las plantas por diferencia de pesos entre riegos a través del ciclo vegetativo del cultivo.

El agua consumida se repone automáticamente en un sistema de un costo muy elevado que altera las condiciones del suelo y cuyo uso queda limitado a los cultivos con desarrollo radicular no mayor de la profundidad del tanque donde se establece el cultivo.

Estudio sobre las variaciones de humedad en el suelo.- Consiste básicamente en cuantificar la variación del contenido de humedad del suelo durante el ciclo vegetativo del cultivo, indicando, en términos de lámina o volumen, los consumos de agua entre riegos y en la totalidad del ciclo.

Métodos Indirectos.- Los métodos indirectos utilizan generalmente los factores climatológicos para estimar los valores de uso consuntivo, entre los más comunes se encuentran los siguientes:

Métodos de Penman.- Relaciona la evapotranspiración con la energía solar recibida.

Lówery - Johnson.- Método empírico que relaciona la evapotranspiración con el calor efectivo, (Integral de las temperaturas máximas diurnas por encima de 0°C, expresadas en grados por día durante el período de desarrollo).

Métodos Thornthwaite.- Obtiene la evapotranspiración potencial, empleando datos de temperatura e introduce el Factor Latino para incorporar luminosidad.

Método Blannay y Cridole.- Utiliza la temperatura y la iluminación diaria, referida a la latitud e incluye un factor que depende del cultivo para establecer el uso consuntivo.

Método Blanney y Cridole modificado.- La variante es--  
triba en utilizar una curva propuesta por Hansen para determinar el  
coeficiente de crecimiento del cultivo y se ajustan los valores de\_  
uso consuntivo con el coeficiente propuesto por Blanney y Cridole.

e).- Metología Adoptada.- Para la determinación de los  
valores del consumo de agua en los sistemas de riego operados y ase  
sorados por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, se  
ha adoptado el método gravimétrico para la determinación directa y\_  
el de Blanney y Cridole modificado, con determinación indirecta.

Aplicación.- Sobre los usos consuntivos puede decirse\_  
que hasta ahora su utilidad se ha limitado a la determinación de so  
bre riego y al cálculo de la eficiencia general.

El presente trabajo pretende establecer la aplicación\_  
de los usos consuntivos a la operación de los sistemas de riego con  
base en los siguientes razonamientos:

Enfoque.- Estudiando los planes de riego de sistemas -  
nacionales de grande irrigación que tienen una gran diversidad de -  
cultivos, se observa fácilmente que pueden establecerse grupos de -  
cultivos en función de las láminas y frecuencia de riego programa--  
das; de tal manera que, para cultivos de un mismo grupo, la única -  
variación viene siendo, según el plan, el número de riegos a apli--  
car partiendo de ésta observación se llegó a los siguientes plantea

mientos:

O los cultivos así clasificados tienen un uso consuntivo mensual muy próximo entre sí, o el plan de riegos está mal proyectado (se descarta la posibilidad de eficiencias por cultivos, en la técnica de riegos, que den tal uniformidad).

Ante éste planteamiento se procedió a hacer una revisión de los usos consuntivos que se habían calculado con anterioridad en un sistema de grande irrigación para doce diferentes culti--vos y cuya confiabilidad de valores se apoyó en pruebas y trabajos\_ de campo que, aún cuando no en todos los casos corono en un valor - que pueda considerarse definitivo a nivel de investigación, si en - cambio han servido para aproximar suficientemente el coeficiente empírico de la fórmula de Blanney - Criddle, aprovechando para el ca- so de las determinaciones de los períodos bajo control riguroso.

Los cultivos a que nos referimos son:

Algodón de Invierno, Trigo, Frijol de Invierno, Tomate, Cártamo, Maíz de Invierno, Caña de Azúcar, Milo, Maíz de Primavera, Milo, Maíz de Verano, Ajonjolí de Primavera, Maíz de Verano y Ajonjolí de Verano.

CULTIVOS USOS CONSUNTIVOS = 51 =

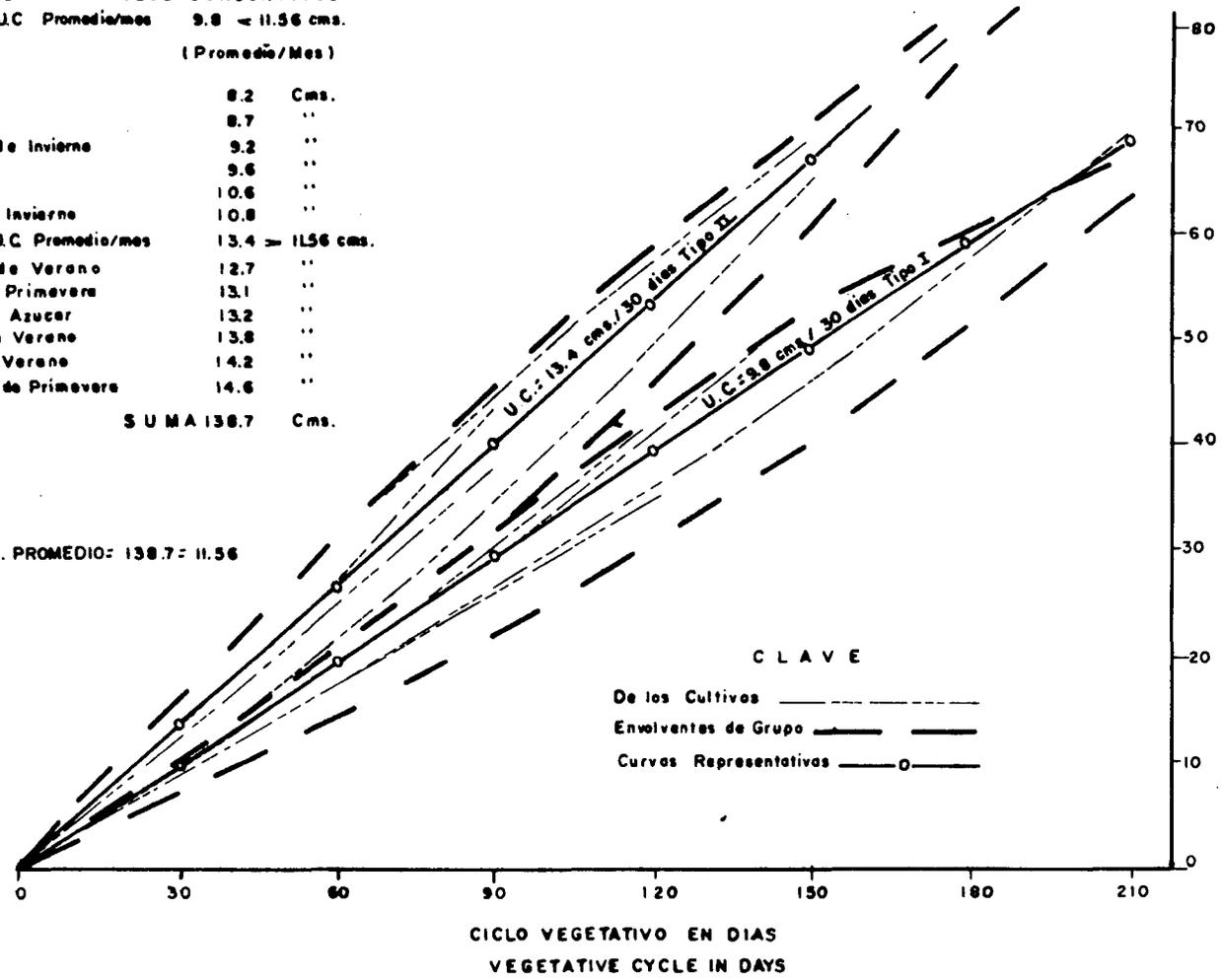
Grupo I U.C. Promedio/mes 9.8 = 11.56 cms.

(Promedio/Mes)

Cartamo	8.2	Cms.
Frijol	8.7	"
Algodón de Invierno	9.2	"
Tomate	9.6	"
Trigo	10.6	"
Maíz de Invierno	10.8	"
Grupo II U.C. Promedio/mes	13.4 = 15.56 cms.	
Ajenjolí de Verano	12.7	"
Sorgo de Primavera	13.1	"
Caña de Azúcar	13.2	"
Sorgo de Verano	13.8	"
Maíz de Verano	14.2	"
Ajenjolí de Primavera	14.6	"

S U M A 138.7 Cms.

U.C. PROMEDIO: 138.7 = 11.56



USOS CONSUNTIVOS EN CENTIMETROS  
CONSUMPTIVE USES IN CMS.

C L A V E

- De los Cultivos
- Envolventes de Grupo
- Curvas Representativas

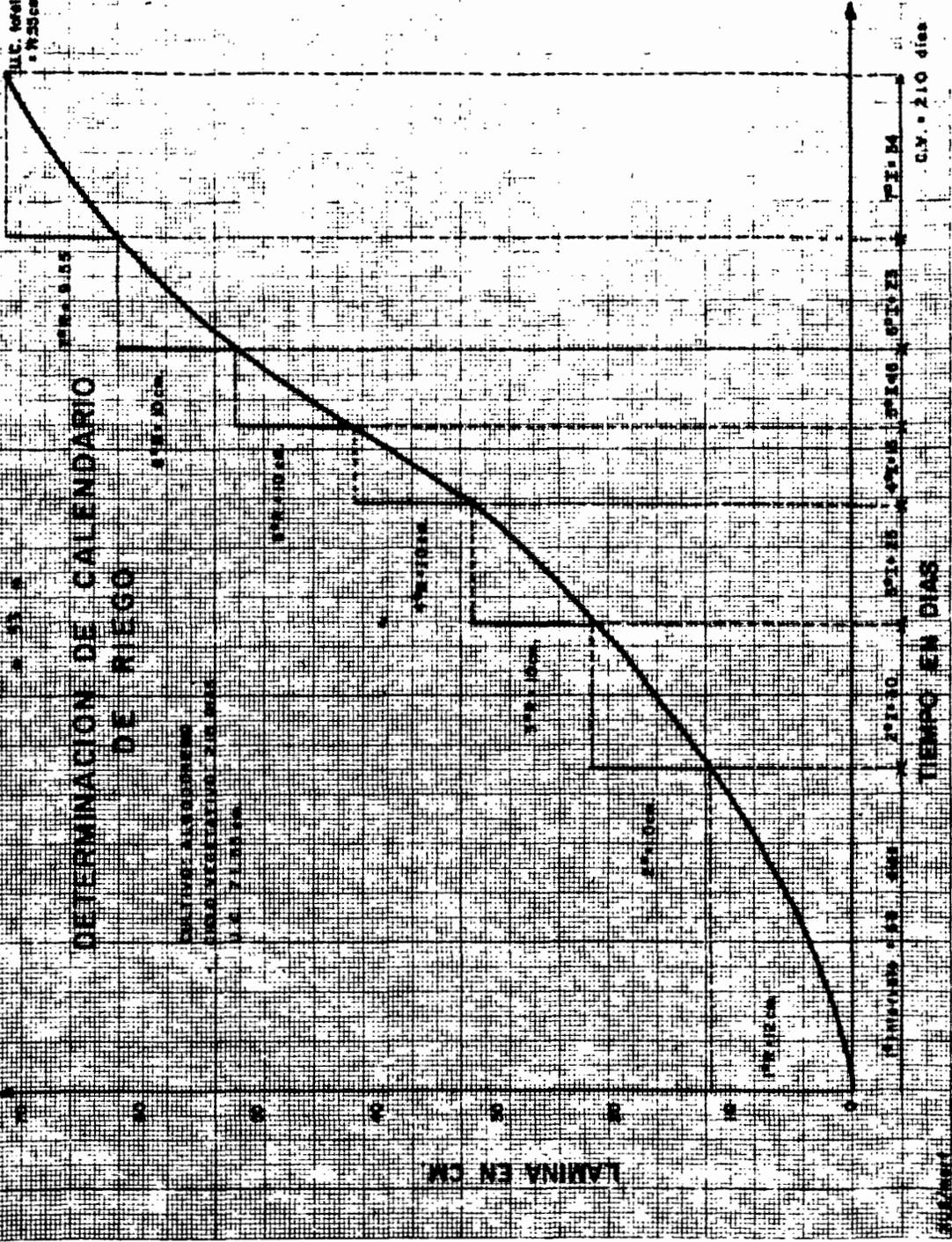
CICLO VEGETATIVO EN DIAS  
VEGETATIVE CYCLE IN DAYS



U.L.C. Nivel  
= 70.30cm.

# DETERMINACION DE CALENDARIO DE RIEGO

CULTIVO ALGODONERO  
TIPO VEGETATIVO 210.000  
U.L.C. 7.100.00



#### V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Concientes de la importancia que tiene la correcta y oportuna elaboración de los Planes de Riego para el desarrollo de cada ciclo agrícola, tanto para su análisis y revisión por parte de la Dirección General como para su aplicación, desarrollo y control de las Unidades de Riego, a fin de obtener la aprobación, es conveniente se cumplan con los siguientes puntos:

a).- Tomando en cuenta las disponibilidades de agua y los lineamientos de la Programación Nacional, formulada por la S.A.R.H., en coordinación con el representante se elaborará el cuadro de cultivos y superficies más adecuadas, procurando para éste fin escuchar la opinión de los Usuarios en sus diferentes organizaciones y de las dependencias conectadas con la Producción Agrícola.

b).- El cuadro así conformado será sometido a la consideración y acuerdo correspondiente debiendo remitirse ya integrado de acuerdo con el artículo 75 de la Ley Federal de Aguas.

Para el cálculo de volúmenes totales disponibles deberán realizarse y analizarse dos alternativas: La primera con valores medios probables, considerando la tendencia de los escurrimientos a través del tiempo, utilizando los registros estadísticos disponibles y que contemplara el normal desarrollo del Plan de Riegos. La segunda, con datos conservadores, que puedan considerar el beneficio de riego al total del área con primeros cultivos, dejando pa-

ra ajustes en la época conveniente, la determinación de superficies para segundos cultivos.

En caso de ciclos agrícolas en que por causas de - - fuerza mayor, los recursos hidráulicos sean insuficientes para atender la demanda de la Unidad de Riego, la distribución de las aguas disponibles se hará en forma equitativa entre Pequeños Propietarios Colonos, Ejidatarios y Comunereros considerando al núcleo Ejidal o Comunal constituido por tantos Usuarios como Ejidatarios o Comunereros figuren en el censo del poblado.

Aprovechando los trabajos del Departamento de Riego y Drenaje sobre cálculo de láminas netas y brutas de los diferentes cultivos que han servido de base para la clasificación de eficiencia, el Plan de Riegos, deberá integrarse con planes parciales a nivel de Unidad, tanto para mayor precisión en las previsiones, como para un mejor control del ejercicio por parte de la Jefatura de Unidades de Riego para el Desarrollo Rural.

Sin perjuicio de una correcta y realista determinación de valores de lámina y eficiencias, deberá considerarse, para la elaboración del próximo Plan de Riegos, la acción eficaz del programa para la tecnificación del riego, tanto en el aspecto de la operación como en la aplicación parcelaria. Al efecto, las Jefaturas de Unidades de Riego deberán analizar el plan propuesto, en formales sesiones de trabajo con los Jefes y Técnicos de cada departa-

mento para lograr una eficaz coordinación de actividades y la fijación y realización de las metas inmediatas de los programas.

Al recibir la aprobación del Plan de Riegos de referencia, para su realización y debido cumplimiento, se recomienda - que la Gerencia a cargo del Representante de la S.A.R.H., y la Jefatura de Unidades de Riego observen en forma rigurosa su desarrollo con la periodicidad conveniente a fin de que se puedan dictar oportunamente las medidas necesarias para mejorar el servicio o corregir desajustes que se presenten con respecto al programa.

Este control permitirá formular y remitir la información mensual de distribución de aguas dentro de la primera decena de cada mes.

c).- La realización del Plan de Riegos.- Requiere de una estrecha coordinación de actividades de cada uno de los departamentos de las Unidades, por lo que la programación y realización de las obras de conservación y actividades del PLAMEPA conjuntamente con las de distribución de aguas, deben tener fundamentalmente el objetivo de proporcionar a los Usuarios cada mes un mejor y más eficiente servicio.

Con éste objeto es necesario incrementar, hasta donde las posibilidades presupuestales lo permita, la instalación de estructuras aforadoras en todos los niveles, incluyendo el parcelario para obtener cada mes una mejor medida de los volúmenes aplicados.

VI.- BIBLIOGRAFIA

Castilla P. Oscar Ing., determinación práctica del Uso -  
Consuntivo. Revista Ingeniería Hidráulica en México, Volúmen XIX Nº 4

Secretaría de Recursos Hidráulicos 1962, Instructivo para  
el Control en el Ejercicio de los Planes de Riego.  
(Instructivo Técnicos Nº 25).

Secretaría de Recursos Hidráulicos 1972, Tomos (I, II, -  
III), para Curso de Capacitación a Nivel Técnico Superior Sobre Mane-  
jo y Supervisión de las Unidades de Riego para el Desarrollo Rural.

Secretaría de Recursos Hidráulicos 1972, Lineamientos --  
para Obtener la Aprobación de los Planes de Riegos.  
(Circular Nº 3.3.2.- 32-72).

Servicio de Conservación de Suelos. Departamento de Agrí-  
cultura de los Estados Unidos de América. Manual de Ingeniería de Sue-  
los. Relación entre Suelo-Planta-Agua. 1a. Edición Abril de 1971, 3a.  
impresión, Febrero de 1974.