



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

“ACATLAN”

CONSERVACION Y OPERACION
DE UN SISTEMA DE RIEGO

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A N

GERARDO GARCIA CASTILLO
JESUS ALVAREZ HERNANDEZ

MEXICO, D. F.

1984



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

Introducción. - - - - -	1
Cap. I. Las Obras del Sistema de Riego. - - - - -	3
Cap. II. Conservación de un Sistema de Riego.- - - - -	11
Cap. III. Conservación de las Obras de Captación. - - - -	26
Cap. IV. Conservación de la Red de Distribución y la Red de Drenaje. - - - - -	52
Cap. V. Conservación de Caminos, maquinaria de conserva ción y Obras auxiliares.- - - - -	99
Cap. VI. Los Planos de Riego.- - - - -	117
Cap. VII. Hidrometría de Operación. - - - - -	132
Cap. VIII. Métodos de Distribución de aguas. - - - - -	143
Conclusión. - - - - -	151

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

Algunos de los principales problemas que afronta la humanidad son la escasez de alimentos y de materias primas obtenidas de la agricultura problemas que se agudizan al existir una demanda cada vez mayor y delimitadas áreas de cultivo en el mundo; por esta razón es necesario abrir nuevas zonas agrícolas, así como incrementar la productividad de las tierras de cultivo; esto sólo se podrá lograr si se cuenta con los insumos necesarios, que requieren los vegetales para su supervivencia, crecimiento y desarrollo adecuado y del elemento máspreciado; el agua, que debe ser suministrada en forma, cantidad, calidad y momento para alcanzar la relación óptima suelo-planta agua. Para ello es necesario contar con la infraestructura adecuada, como son las Obras de un Sistema de Riego, que sirven para la captación, conducción, distribución y drenaje del agua en las zonas de cultivo, formándose así un sistema, cuyos resultados serán productos agrícolas cualitativa y cuantitativamente mejores en la función de la eficiencia operativa. En lo que respecta al insumo agua, no basta con construir la infraestructura necesaria para su obtención y distribución, además es imprescindible realizar dos actividades fundamentales para que las obras para el riego funcionen correctamente dichas actividades son: la conservación y operación del sistema.

En el presente trabajo, se da primeramente una descripción de los elementos que integran un sistema de riego, es decir, se exponen las obras y estructuras del mismo, obras complementarias y obras auxiliares.

Después de esta identificación inicial, se explica en que consiste la conservación, finalidad, objetivo e importancia de la misma y la necesidad previa de planearla y programarla para obtener resultados satisfactorios. Posteriormente se tratan detalladamente procedimientos técnicos, normas y actividades, requeridas para realizar la conservación específica, de cada una de las partes del sistema de riego.

Así mismo se da una definición e interpretación de la operación de un sistema de riego, resaltando sus fines, metas, alcances y la importancia que todo ello tiene su buen funcionamiento. Por último se desarrolla una explicación de las formas, secuencias, procedimientos, métodos, elementos y actividades que se llevan a cabo para realizar de una manera práctica y racional la operación eficaz de un sistema de riego.

CAPITULO I

LAS OBRAS DEL SISTEMA DE RIEGO

En el desarrollo de nuestro País se ha incrementado considerablemente la infraestructura hidráulica, para lograr en un grado cada vez mayor, abatir el déficit alimentario buscando superarlo y obtener el nivel productivo deseado para llegar a las metas programadas de desarrollo, así como al mejoramiento social y económico de la población campesina y de la nación en general.

El riego a los cultivos tiene un papel importante en el contexto agrícola del mundo, llamado riego al aporte de agua en forma controlada y programada a los cultivos, es complementado con el uso de fertilizantes, equipos mecánicos, agrícolas y asesoría técnica para obtener la eficacia deseada.

Para llevar el agua se necesitan "obras", llamadas de riego cuando su finalidad es llevar el líquido a las zonas de cultivos, considerando a una obra como aquella creación humana que ha pasado por los procesos de planeación, evaluación, proyecto y construcción, realizada para lograr un beneficio social.

El conjunto de obras que captan, derivan, conducen y distribuyen el agua para el riego de tierras de cultivo que satisfacen las necesidades de estos cultivos se dominan "obras de riego", "obras de un sistema de riego u "obras de un Distrito de Riego". Cada obra de riego tiene un papel que cumplir en el control de líquido y su situación con las restantes forma una interrelación requerida para integrar un sistema de riego.

Las obras que forman el sistema de riego son:

1.- Obras de Captación.- Las obras de captación son aquellas que tienen como

finalidad el retener, elevar, derivar, extraer o dirigir el agua para su control y uso de acuerdo a programa de riego, entregando el líquido directamente al sistema de conducción.

Como obras de captación tenemos:

a).- Presas de almacenamiento.- Una presa de almacenamiento se construye con el objetivo de almacenar los escurrimientos para regar tierras, generar energía, o bien dotar de agua potable a poblaciones o centros industriales. También se utilizan para regular el flujo de una corriente que provoca inundaciones en predios o poblados. Dicha estructura no siempre tiene una de las finalidades antes enumeradas, en ocasiones se proyectan para funciones múltiples, coordinando los servicios de riego, electrificación y regulación de avenidas con miras al desarrollo integral de una región.

Debido a que en gran parte de nuestro País se presenta un régimen torrencial de lluvias que generan grandes avenidas y una época de estiaje de escasos escurrimientos que no cubren la demanda de riego de las tierras de cultivo más que en una porción muy pequeña de la República, las presas de almacenamiento tienen la función de almacenar dichas avenidas y permitir extraer los volúmenes almacenados a medida que los cultivos lo requieran.

Las presas de almacenamiento de acuerdo con los materiales utilizados en su construcción se clasifican como de concreto, de materiales graduados y de tierra. Los elementos o partes que la constituyen son: El vaso de almacenamiento, la cortina o dique, la obra de seguridad (vertedores de excedencias), las turbinas o planta hidro-eléctrica, la obra de toma, las compuertas, válvulas, mecanismos e instalaciones eléctricas.

b).- Presas de Derivación.- Una presa Derivadora es una estructura que obstruye el cauce de un río o arroyo con la finalidad primordial de elevar el tirante del agua en el mismo y mantenerlo con la carga necesaria para derivar un gasto determinado y poder satisfacer las demandas de un canal, una planta hidroeléctrica, una planta de bombeo. Además, se requiere que funcione un forma apropiada como vertedor para dar paso a las avenidas. Son generalmente de cresta vertedora con poca altura y gran longitud.

La cortina vertedora tiene la doble función de elevar los tirantes del río y proporcionar suficiente carga para permitir la derivación necesaria y dejar pasar el volumen excedente.

Las obras de toma están formadas por las compuertas y sus mecanismos de operación y por el conducto de derivación que terminan en el inicio del canal principal. Con los dispositivos de limpia o desarenadores está la obra de toma. Estos dispositivos constan básicamente de un canal de acceso o de llamada, el canal o estructura de limpia que corre frente a las compuertas de toma y el canal de salida o desfogue. El funcionamiento de este canal es regulado por una o varias compuertas, que por lo general son de tipo radial accionadas por mecanismos. Abajo del conjunto de obras indicadas se encuentran las protecciones de las márgenes de las corrientes.

En las obras de derivación construidas en épocas pasadas, es común que no tengan los dispositivos de limpia o desarenadores que hace que su funcionamiento no resulte satisfactorio, especialmente, cuando las corrientes acarrear grandes cantidades de limo, arena, ramas, troncos, etc.

Las obras de derivación permanentes son aquellas en que los materiales empleados para su construcción la hacen que sea una obra definitiva (relativamente) como son las de concreto, de mampostería y las de enrocamiento con

pantalla impermeable. Existen obras de derivación que no son permanentes, -
sino las que se construyen durante la época de estiaje con un bordo deriva-
dor provisional o "barrage" con los materiales disponibles en el lugar como-
son: rocas, grava y arena del mismo lecho del río, ramas, troncos, etc., que
permite utilizar los escurrimientos de esa época. Este bordos se destruye -
con la primera avenida del río.

c).- Plantas de bombeo.- Diversas fuentes de abastecimiento, tales co-
mo manantiales, norias, pozos profundos, galerías, filtrantes construidos en
ríos o lagos proporcionan agua que requiere ser usada en sitios ubicados a -
mayor elevación. Para elevarla se construyen plantas de bombeo que van desde
la simple instalación de un equipo de bombeo de pozo profundo, hasta sofisti-
cados conjuntos que incluyen tratamientos químicos para mejorar la calidad -
del líquido.

2.- Las Obras de Distribución.- Las obras de distribución tienen como
objetivo conducir el agua para riego y entregar la misma en los sitios de -
aprovechamiento directo a las tierras.

Las obras de distribución comprenden todos los canales que conducen -
el agua de riego desde la obras de captación hasta las tierras de cultivo, -
es decir desde los canales principales hasta la más pequeña regadera.

Los canales que forman el sistema de distribución se clasifican de -
acuerdo a su localización relativa y capacidad en: Canal Principal es aquel-
que domina toda el área regable y abastece al sistema de canales laterales.
Generalmente se localiza a lo largo de las curvas de nivel, tratando de do -
minar la mayor superficie posible de tierras.

Canales Laterales.- que son aquellos que dominan las divisiones principales - del área regable y abastecen a los sublaterales.

Canales Sublaterales.- que son necesarios para ramificar un lateral en dos o más canales.

Los ramales.- que son abastecidos por los sublaterales y que a su vez abastecen a las regaderas. En algunos Distritos de Riego aún es necesario subdividir los ramales y en esos casos se construyen los subramales, antes de llegar a las regaderas.

Regaderas.- Son las últimas ramificaciones de la red de distribución.

Los canales abiertos los encontramos en tierras o revestidos de concreto (reforzado, simple colado insitu o de losas precoladas), de mampostería (tabique, piedra), de concreto asfáltico, de membrana asfáltica (enterrada), de lámina asfáltica (protexa), suelo-cemento, gunita de plásticos y otros menos aplicados o en estudio. Los conductos cerrados, utilizados generalmente como protección cerca de poblados o en ellos, para cruzar obstáculos topográficos (túneles) o cruce con ríos, arroyos u accidentes naturales (sifones), los encontramos de concreto, asbesto, acero y plásticos (pvc) comunmente.

La red de distribución cuenta con estructuras especiales que se encuentran construídas en los canales tanto para realizar el control del funcionamiento del sistema como para llevar a cabo la distribución de las aguas, así como las destinadas a la protección y defensa de los canales, de esta forma se clasifican las estructuras en:

De operación.- Represas, tomas laterales, de sublaterales y tomas granja.

De Cruce.- Sifones, alcantarillas, diques y puentes canales.

De protección.- Caídas, desfogues, entradas de agua, cunetas, aliviadores y rápidas.

De Medición.- Estaciones de aforo, estructuras aforadoras.

3.- Las Obras de Drenaje.- Las redes de drenaje tienen como objetivo satisfacer la necesidad de eliminación del agua libre o nociva, tanto de la superficie del terreno como del suelo en la zona de las raíces de las plantas. El drenaje impide la acumulación superficial del agua, la elevación excesiva del agua freática y la acumulación de sales solubles en la zona reticular de los suelos.

Por su localización relativa se clasifican en:

Colectores.- Reciben las aguas de dos o más sistemas de drenaje (generalmente primarios) y las descargan a cauces naturales ó al mar.

Primarios.- Son los drenes principales que descargan sus aguas a drenes colectores.

Secundarios.- Son los tributarios de los drenes primarios.

Ramales.- Son los tributarios de los drenes secundarios.

Parcelarios.- Son los drenes agrícolas para beneficio específico y directo de un lote, predio o parcela.

Comunmente el drenaje es abierto en canales o cauces naturales, cerrados maderos confinados, cauces artificiales, cauces piloto, cauce mayor y sección combinada, en el caso de drenaje en conductos cerrados los encontramos formados de tubos de concreto, tubos de barro, de pajas, topos, y grava.

El sistema de drenaje se clasifica de acuerdo a sus funciones en:

Drenaje Pluvial.- Recibe, conduce y descarga todas las aguas procedentes de escurrimientos superficiales, principalmente las de lluvia.

Drenaje de Arroyo.- Básicamente lo construye el drenaje pluvial, sólo lo que debe satisfacer los requisitos de descarga del drenaje agrícola parcelario.

Drenaje de Intercepción.- Corresponde a drenes que captan los escurrimientos perjudiciales, superficiales y/o subterráneos, siguiendo una mínima pendiente a partir del punto de descarga. Muy usado para saneamiento de zonas bajas locales (ciénegas).

Drenaje agrícola parcelario.- Drenes ubicados dentro de cada parcela.

La red cuenta con estructuras que se clasifican en:

De admisión.- Entradas de agua y lavaderos, vertedores.

De protección.- Caídas, represas rústicas, enrocamientos, alambradas, celdas de estaciones.

De cruce.- Alcantarillas, sifones, puentes.

4.- **La Red de Caminos.-** Las redes de caminos dentro del Distrito, deben satisfacer la necesidad de comunicación entre sus distintas áreas, tanto para el acceso de los agricultores con sus equipos, materias y productos, como para el acceso del personal y equipo destinado al manejo de las obras.

La red de caminos de acuerdo a sus funciones son de cruce, de comunicación entre distintas áreas de un Distrito, de operación para servicios

de conservación y de acceso a las obras del sistema de riego.

Los caminos los encontramos pavimentados (concreto, asfalto), revestidos (grava, caliche, tezontle, cementantes) o de tierra y sus estructuras básicamente con alcantarillas, puentes y vados.

5.- Obras Auxiliares.- Consisten en las casas de canaleros o encargados de sección, en las oficinas Generales, de Unidad, etc., así como las redes telefónicas, estaciones de aforos y estaciones meteorológicas.

Cada uno de los componentes fundamentales mencionados anteriormente de las obras tienen su importancia dentro del sistema que forman cada conjunto de obras y las inseparables relaciones que guardan entre si formando un todo completo, pues sólo bastará que uno de ellos falte o funcione deficientemente para que la finalidad no se cumpla satisfactoriamente obstaculizando el sistema. Finalmente para que sea perfecto el funcionamiento se necesita el apoyo y el auxilio de los caminos.

CAPITULO II

CONSERVACION DE UN SISTEMA DE RIEGO.

2.1. Definición.

Se define la conservación de un sistema de riego, como el conjunto de operaciones tendientes a sostener en condiciones óptimas de servicio conforme a sus características de diseño de las obras, equipos o instalaciones del cual forman parte y que généricamente denominaremos como "Obras".

Interpretaciones de la conservación.

1.- Conservación Teórica de mayor eficiencia.- Y teóricamente de acuerdo con lo anterior la conservación de las obras debe de ejecutarse a medida que se vayan presentando alteraciones o cambios en sus características de diseño, o sea, ir haciendo la reposición gradual de sus partes a medida que vayan presentando sus desgastes.

En la práctica esto significa una utilización deficiente de la maquinaria, personal o equipo para realizar los trabajos de conservación y consecuentemente su costo se eleva.

2.- Conservación económica de bajo costo y perjudicial.- Para un aprovechamiento eficiente de la maquinaria, personal y equipo y obtener con ellos los costos más bajos posibles, se requiere por otro lado que los volúmenes o cantidades de obra para ejecutar en cada ocasión, correspondan a los rendimientos máximos que esa maquinaria, personal o equipo, pueden desarrollar.

Esto significa que se debe esperar a que las redes o las sistemas del Distrito acumulen esos volúmenes o cantidades de obra para llevar-

a cabo los trabajos, lo cual tampoco es posible porque las obras demandan su realización con mucha anticipación para no disminuir su capacidad con perjuicio de las necesidades de los cultivos.

3.- Conservación más conveniente.- La conservación más conveniente deberá determinarse para cada concepto de trabajo, haciendo un análisis del grado máximo de deterioro que puede permitirse a las obras sin que ellos presente una deficiencia importante en el servicio que deben proporcionar y en seguida, precisar el tiempo en el que los deterioros alcanzan ese estado para establecer la frecuencia con que deben ejecutarse los trabajos correspondientes.

2.2. Alcances de la conservación.

Actualmente existe el criterio de una conservación económica más conveniente, su propósito es prolongar la vida de las obras y reducir al mínimo posible el costo de conservación, buscando al mismo tiempo la eficiencia de los servicios.

Para lograr que las obras de riego tengan una eficiencia y larga vida, es necesario realizar constantemente trabajos encaminados a reparar, substituir y mejorar partes de las obras.

Reparación.- En el curso de la operación, es frecuente que se presenten desperfectos de poca monta causados por defectos de construcción, por incorrecto funcionamiento, por malos cálculos, por falta de datos o falsedad de los mismos, por factores económicos o de tiempo, o bien por causas accidentales; la corrección de estos desperfectos recibe el nombre de reparación.

Una eficiente operación exige que se reparen inmediatamente los desperfectos, porque además de garantizar el funcionamiento, si se abandonan, aumentan de importancia, de costo y pueden hacer peligrar las obras de que se trate.

Es recomendable que se lleve un registro cuidadoso de cada una de las partes que pueden descomponerse, llevando nota del monto y frecuencia de las reparaciones, como la bondad del diseño y construcción, así como su funcionamiento económico, por no ser conveniente hacer erogaciones adicionales indefinidamente. Cuando las reparaciones se hacen frecuentemente en determinada estructura, debe estudiarse la conveniencia económica de un mejoramiento o una substitución.

Substitución.- Cuando por diversas causas es necesario construir una estructuras o elemento de las obras para ocupar el lugar de otra, conservando el diseño, capacidad y aun sus dimensiones, se dice que se ha hecho una substitución. Esta se realiza cuando por una causa de las anteriormente mencionadas, que generalmente es por defecto de construcción, es necesario demoler la existencia y construir otra.

Mejoramiento.- En la evolución de la comarca, de la técnica, la ampliación de los servicios, etc., hacen con frecuencia que algunas partes de las obras se conviertan en obsoletas. Puede darse el caso que modificaciones o adiciones pequeñas, se adapten las partes anticuadas, en otros casos, se hace necesario construir obras de diseño, capacidad y funcionamiento diferentes, tal es el caso que se presenta en la relocalización de trazo de canales, edificación de obras de toma, de drenes, desfogues etc.

2.3. Planeación de la conservación.

Para una planeación de la conservación es necesario de antemano no conocer primero las obras que constituyen el Distrito y fundamentalmente sus propiedades, por lo tanto es importante conocer.

- a).- Números de Obras - inventarios.
- b).- Distribución y localización
- c).- Clasificación.
- d).- Posición con respecto a los niveles topográficos.
- e).- Características topográficas, hidráulicas, físicas.
- f).- Objetivos.- Red de distribución, drenaje, caminos, etc.
- g).- Dependencia de unas con otras.
- h).- Capacidades, rangos de funcionamiento, especificaciones.

Para una planeación de la conservación de las Obras, es importante la previsión en ella, es necesario investigar lo siguientes:

A).- Deterioros (Determinación de los desgastes).

- 1.- Análisis en función de las características de una obra y de los elementos que intervienen para su funcionamiento, se puede hacer un análisis de los desgastes o modificaciones a que pueden estar sujeta la misma.
- 2.- Observación.- La observación del funcionamiento de las obras y del comportamiento de sus elementos, nos ayudan a determinar los deterioros y las causas, en las obras.
- 3.- Medición.- Las obras deben medirse periódicamente para verificar si han sufrido cambios en sus características, determinado también la magnitud. del cambio sufrido y el tiempo en que se ha producido.

4.- Información.- El personal que opera las obras (canaleros o encargados de la sección, aforadores, etc.), debidamente entrenado, proporciona información oportuna de las deficiencias que sufren las mismas.

Con frecuencia, los Distritos tienen un enorme número de obras distribuidas en una área muy grande que no muy fácilmente puede ser inspeccionada por la Residencia de Conservación en un momento dado, ya que necesitaría contar con un personal muy numeroso para ello.

En tales casos es conveniente auxiliarse con el personal de operación, quienes por tener contacto continuo con los usuarios conocen los problemas en el servicio

5).- Origen de los problemas.- No basta en ocasiones con estar haciendo las reparaciones o la restitución de las características de las obras, es muy importante conocer las causas o procedencia de los problemas, porque se obtiene una mejor solución posiblemente más barata si se ataca en el origen que en los sitios en los que visiblemente se está detectando el problema, lo anterior puede indicarnos:

Falta de Obras.

Defecto del diseño.

Mejoramiento de las Obras.

Deficiencia de operación integral.

Habrán ocasiones en que la resolución integral no está al alcance de las disponibilidades o facultades del Distrito. Se deberá por lo tanto promover con las autoridades correspondientes, para que se realicen los estudios, proyectos, trámites, etc., que procedan para su solución.

C).- Frecuencia.- El paso siguiente que debe investigarse, es la magnitud del desgaste que sufren las obras en sus diferentes aspectos y también la velocidad con que se producen, para de acuerdo con el servicio que proporcionan y la tolerancia que le sea permitida, se establezcan las frecuencias con que deben realizarse los trabajos correspondientes a cada concepto de trabajo.

Debe de elaborarse en cada Distrito de Riego una tabla de frecuencia de cada uno de los conceptos de trabajo de conservación de los distintos tipos de obras que incluya el volumen o cantidad de obra que se estima se ejecutará en cada ocasión.

D).- Fuerza de trabajo disponible.- Como parte de la previsión conviene investigar la fuerza de trabajo disponible en el lugar, en mano de Obra, equipo y maquinaria, y tener el conocimiento de los rendimientos que cada uno de ellos es capaz de dar y determinar el aprovechamiento bajo distintas condiciones que puedan demandar las obras.

En la planeación de la conservación es vital la determinación de las necesidades de obra, entre estas destaca:

Obtención de los datos de campo.

Perfiles, secciones, trazos, etc.

Dibujo o el registro en material apropiado.

Confrontación con las características originales de las Obras.

Marcado de escantillones, aplicación de especificaciones, determinación de volúmenes de obra y formulación de datos de Construcción.

Como segundo punto vital para poder planear la conservación de las obras, está el conocimiento de la disponibilidad presupuestal o de los recursos económicos del Distrito de Riego, para poder canalizar debidamente las partidas que correspondan a mano de obra, acarreos y materiales.

De acuerdo con la recaudación anual del Distrito y subsidio en su caso, se integra el presupuesto anual del mismo. Descontando los gastos de operación y administración necesarios, incluyendo los de extensionismo para Ingeniería de Riego y Drenaje, queda la partida que se destinará a las obras.

El tercer punto importante es el Calendario a) en el es necesario conocer los días que se tienen disponibles en el año para poder realizar físicamente la conservación de las obras, no solamente saber el número de días, sino también es conveniente conocer las fechas y períodos y la relación que tienen con los distintos aspectos inherentes al funcionamiento de los Distritos.

b).- Y en virtud de la necesidad del funcionamiento de las obras para proporcionar los servicios para los que fueron construidas, deberá precisarse los períodos que se destinan a la conservación y hacer óptimo aprovechamiento de este tiempo para realizar oportunamente los trabajos eliminando la conservación diferida.

El cuarto punto es la Jerarquización.- Para contar con un buen aprovechamiento de las partidas que se destinan a la conservación, es necesario hacer una jerarquización o un establecimiento de prioridades:

Por su orden de importancia en el sistema.

A las obras de mayor costo.

Por mayor beneficio colectivo.

Por fallas de consecuencia funestas, etc.

El quinto punto es la Selección de Procedimientos.- Una vez determinadas las cantidades de obra que es necesario realizar y conociendo el tiempo que se tiene disponible, deberán de seleccionarse los procedimientos más convenientes o factibles de realizar, determinando el número de personal, maquinaria y equipos necesarios, de acuerdo con los rendimientos de cada uno de ellos y tomando en consideración los aspectos técnicos sociales y políticos existentes en cada caso.

Programación de la conservación.

Tomando en cuenta las metas propuestas y los medios disponibles para ello, en esta etapa se especifican las obras que van a ejecutarse, los procedimientos que deben seguirse y las fechas en que deben obtenerse los resultados planeados.

Conocido lo que contamos en el Distrito de Riego, su posible deterioro, la previsión de este y la determinación de sus causas, y decidido lo que debe hacerse es necesario indicar como, cuándo y quién debe hacerlo.

Es indispensable fijar prioridad y definir claramente cuales son las metas que se desean alcanzar y escalonarias en el tiempo. Estas deben ser cuantitativas.

En la programación deben indicarse las obras que van a ser conservadas con la localización de ellas o sus partes, las cantidades que deben producirse de cada concepto de trabajo en distintos períodos, formas de realizar el trabajo, sus especificaciones, tolerancias, el programa de utilización de equipo, precios unitarios e importe.

Este aspecto no se debe de minimizar, porque es un error grave, ya que en el es donde se cristaliza todo el esfuerzo anterior.

Los programas se inician en forma general, pero deben de irse concretando y detallando, a medida que más cerca están del que los debe realizar.

El esfuerzo en esta etapa es altamente radituable y entre mejor se elaboren los programas, la eficacia aumenta notablemente en toda la estructuración y las realizaciones corresponden más cerca a lo planeado.

2.4.- Conservación contratada y por Administración.

Los trabajos de conservación en los Distritos de Riego se realizan de tres maneras distintas en cuanto a la forma de cubrir el importe de los mismos:

Conservación Contratada.

Conservación por Administración.

Conservación por Cooperación.

1.- La Conservación Contratada.

En este caso los trabajos se ejecutan por personas ajenas a la nómina del Distrito mediante la celebración de convenios consistentes en

documentos de distinto tipo, en ellos se estipula las características - de las obras que van a realizarse, las especificaciones a las que estan sujetas y los precios unitarios que serán aplicados por unidad de obra - para los distintos conceptos de trabajo que constituyen la realización de estas obras.

Los documentos de distinto tipo que se formulan para amparar la ejecución de las obras son:

Contrato de Obra Pública y Contrato de Obra Pública Menor.- La diferencia es en el monto o importe, el segundo sistema es el más usado para obra o trabajos programados.

Ordenes de trabajo.- Usado para una obra imprevista.

Tareas de Usuarios.- En limpia y desazolve de red menor de canales y drenes. Se encomienda estos trabajos a los usuarios de los Distritos de riego consistiendo en una "gratificación" que es función del salario mínimo aprobado para la zona.

a).- Ventajas de la Conservación contratada.

1.- El Distrito sabe de antemano la cantidad de obra que puede realizar, en virtud de haberse establecido la relación de las Obras, sus volúmenes, sus especificaciones, su programa de ejecución, sus precios unitarios e importe.

2.- No tiene el Distrito problemas de tipo laboral, ya que todo el personal depende directamente del Contratista.

3.- No se altera el importe de la obra programada, ya que las especificaciones establecen que el Contratista ha previsto, para celebrar

el Contrato correspondiente y firmarlo, las contingencias correspondientes a salarios y costo de los materiales.

4.- Se lleva un perfecto control de la obra en proceso, en virtud de que hay que formularse datos de construcción sujetos a las especificaciones generales y técnicas que estipula el contrato.

5.- Presenta a las partes interesadas en que se tenga el mejor servicio posible; las pruebas, los resultados, los argumentos sobre la necesidad de aumentar o no las partidas presupuestales para realizarla correctamente.

6.- Aporta un índice preciso de los volúmenes y costos de obra realizada para usarse como guía en la comparación o implantación para otros Distritos de conceptos de trabajo semejantes.

7.- Se reduce el número de personal dedicado a la supervisión y vigilancia de la obra. Ya que en la obra contratada, el Distrito estandariza el tipo de actividad que debe realizar para supervisarla, y en cambio, con la obra por administración, debe atender no solamente la ejecución de obra sino también las prestaciones de la gente, transporte de personal y problemas de índole social. Además, por lo variado de la obra y ejecutar y de las distintas actividades, se reduce la eficacia en la supervisión, teniendo que asignar personal en mayor número conforme a las distintas especialidades que tenga que atenderse y no siempre todo el Distrito estará económicamente proporcionado.

8.- Más bajo costo de la obra.- Como consecuencia de lo anterior y a pesar de que la obra por contrato tiene un sobre precio del 30% por -

administración y utilidad, los resultados nos dicen que la conservación contratada es más barata que la que se hace por administración.

b).- Desventajas de la conservación contratada.

En la conservación contratada podemos encontrar las siguientes desventajas :

1).- Una gran demora en el trámite de autorización.- A pesar de los esfuerzos por acelerar el trámite de autorización de los documentos de la obra contratada; año con año es mayor el número de requisitos que deben satisfacerse o mayor el número de personas que intervienen en el trámite de autorización y en términos generales los documentos ya autorizados para fines de realización de los trabajos, se reciben en los Distritos en el mejor de los casos durante el mes de mayo.

Para contrarestar en parte esta situación y siempre que el Contratista esté en condiciones de financiarse por un término de 3 a 4 meses, se le autoriza a iniciar los trabajos tan pronto como las autoridades superiores de la S.A.R.H. han dado su aprobación para la designación del Contratista y sus montos de obra.

2).- No se aprovechan los meses más importantes para realizar los trabajos sin mayor tropiezo.- Esto se presenta como consecuencia de la disposición de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, en el sentido de que únicamente podrán pagarse con cargo a Contratos autorizados dentro de un año, los trabajos ejecutados al 31 de Diciembre de dicho año, siendo menester tramitar la revalidación del documento para poder aprovecharlo en el año siguiente. Este trámite es tan largo como el que se hace para un Contrato nuevo; la única ventaja es que el Contratista ya se cono

ce y no es necesario esperar para su aprobación por las autoridades superiores.

3).- Flexibilidad limitada para modificación de la obra contratada.- En virtud de que por las condiciones antes señaladas se requiere programar la obra con bastante anticipación, es frecuente el que al ejecutarla, no sea precisamente la que tenga prioridad y no siempre es posible adaptar el documento autorizado a los requerimientos de la obra nueva que urge realizar.

4).- Ocasionalmente baja calidad de la Obra.- No siempre puede preverse en la formulación del Contrato todas las variables o requisitos que se deben satisfacer para la ejecución completa de los trabajos, quedando pendientes detalles, bien sea porque el supervisor responsable no les da la debida importancia, o bien sea porque en el propio contrato se omitieron o no se previeron conceptos de trabajo pequeños o correspondientes al acabado de la obra.

II.- Conservación por Administración.

En este caso, los Distritos ejecutan los trabajos con personal que tienen en sus nóminas o bien se le contrata para realizar los trabajos de conservación, con cargo a partidas del presupuesto que les fue autorizado. Como variante y en forma generalmente frecuente, en este tipo de conservación se tiene la ejecución de los trabajos por medio de maquinaria y equipo propiedad de los Distritos operados con personal del tipo antes mencionado.

Las características de la conservación por administración, es la de pagar directamente al personal que ya tiene asignado para su funcionamiento, al que da de alta por tiempo determinado; con respecto a la -

ce y no es necesario esperar para su aprobación por las autoridades superiores.

3).- Flexibilidad limitada para modificación de la obra contratada.- En virtud de que por las condiciones antes señaladas se requiere programar la obra con bastante anticipación, es frecuente el que al ejecutarla, no sea precisamente la que tenga prioridad y no siempre es posible adaptar el documento autorizado a los requerimientos de la obra nueva que urge realizar.

4).- Ocasionalmente baja calidad de la Obra.- No siempre puede preverse en la formulación del Contrato todas las variables o requisitos que se deben satisfacer para la ejecución completa de los trabajos, quedando pendientes detalles, bien sea porque el supervisor responsable no les da la debida importancia, o bien sea porque en el propio contrato se omitieron o no se previeron conceptos de trabajo pequeños o correspondientes al acabado de la obra.

II.- Conservación por Administración.

En este caso, los Distritos ejecutan los trabajos con personal que tienen en sus nóminas o bien se le contrata para realizar los trabajos de conservación, con cargo a partidas del presupuesto que les fue autorizado. Como variante y en forma generalmente frecuente, en este tipo de conservación se tiene la ejecución de los trabajos por medio de maquinaria y equipo propiedad de los Distritos operados con personal del tipo antes mencionado.

Las características de la conservación por administración, es la de pagar directamente al personal que ya tiene asignado para su funcionamiento, al que da de alta por tiempo determinado; con respecto a la -

maquinaria y equipo, le proporciona los elementos para su operación y mantenimiento durante el tiempo que debe permanecer funcionando.

En otras palabras, en la conservación por administración se cubren los gastos de personal, maquinaria y equipo durante el tiempo que están trabajando, sin importar el número de unidades que se produzcan para objeto de pago.

Este sistema debe ser empleado solamente en los siguientes casos:

1.- Trabajos muy dispersos y de poca magnitud con características sumamente variables, como en el caso de la conservación de estructuras, líneas telefónicas, casas de canaleros, etc.

2.- En Distritos de Riego con exceso de personal que no puede dar de baja.

3.- En zonas en las que no se consiguen Contratistas.

4.- En casos de investigación temporal del procedimiento más conveniente con que debe realizarse una obra, determinando maquinaria, equipo y personal que deba emplearse, así como sus rendimientos y costos para implantar los precios unitarios correspondientes para su ejecución por Contrato.

a).- Ventajas de la Conservación por Administración.

1).- Oportuna realización de la Obra.- En virtud de que el Distrito cuenta ya con un determinado número de personas especializadas en la ejecución de los trabajos de conservación, siendo fácil formar grupos para atacar cualquier deterioro que se presente en las obras, sin mayor conse-

cuencia que el retraso de trabajos programados de segunda importancia.

2).- Amplia elasticidad para sustituir, cancelar o añadir obras que se consideren temporalmente urgentes, para satisfacer en forma rápida necesidades que demandan los cultivos..

3).- Puede obtenerse máxima calidad.- Porque bajo este sistema no hay prisa o presiones para dar término a los trabajos en determinada condición.

CAPITULO III

CONSERVACION DE LAS OBRAS DE CAPTACION

La operación eficiente de los Distritos de Riego depende en gran parte de los trabajos que se hagan para mantener las obras en buen estado de funcionamiento.

Es indispensable, que exista una buena coordinación entre el personal de los diferentes departamentos de un Distrito de Riego para el desarrollo eficiente de sus labores; esta coordinación debe ser aún más estrecha entre el personal de Operación y Conservación, tanto en la formulación de los Programas de Trabajo, como durante la ejecución para llevarlos a cabo oportunamente e interferir al mínimo los servicios de riego.

3.1. Conservación de las presas de almacenamiento.

Debido a la importancia de esta obra y a su localización (que generalmente se encuentra distante de la zona de riego), se requiere contar con personal acampado en las mismas para el desarrollo de las labores de operación y conservación.

Los trabajos de conservación de una presa de almacenamiento tiene diferencias dependiendo del tipo de presa que se trate, las cuales pueden clasificarse de acuerdo con los materiales utilizados en su construcción, en la forma siguiente:

1.- Presas rígidas (gravedad, arco gravedad, concreto reforzado tipo Amburgen, de machones cabeza redonda, etc).

2.- Presas de enrocamiento.

3.- Presas de tierra ó materiales graduados.

Además de los trabajos de limpia y desyerbe, que son generales para todas las obras que integran un Distrito de Riego, el resto de los trabajos de conservación dependen del tipo de presa que se trate, pero pueden englobarse como sigue:

1.- Conservación y reparación de la protección de los taludes (losas impermeabilizantes de concreto, enrocamiento simple, acomodado, etc.).

2.- Reparaciones pequeñas en muros de concreto o de mampostería en el cuerpo de la cortina, incluyendo parapetos y muros ornamentales y de servicio.

3.- Conservación de compuertas y mecanismos de operación.

4.- Conservación de caminos interiores.

5.- Forestación Ornamental y de protección.

En algunas ocasiones además de los trabajos rutinarios de conservación, se presenta la necesidad de efectuar obras de emergencia, ya sean para asegurar la estabilidad de la obra principal o de los cuerpos accesorios, o para satisfacer necesidades temporales. Para llevarlas a cabo, es indispensable contar con la autorización de autoridades superiores con la opinión de los Cuerpos Técnicos Consultivos. Debe mencionarse que las obras son extraordinarias y específicas según las condiciones y necesidades, como el obturar alguna gran vía de escape del agua almacenada en la zona del vaso fuera de la presa o el de extraer los almacenamientos muertos durante las épocas de sequías.

La mayor parte del trabajo rutinario de conservación es ejecutado por administración con las cuadrillas acampadas en el sitio de la

presa. El personal técnico especializado periódicamente revisa el buen funcionamiento de compuertas, válvulas y equipo electromecánico para detectar fallas y corregirlas oportunamente.

Las reparaciones mayor de válvulas y compuertas generalmente se efectúan a contrato con casas especializadas, así como también, en ocasiones, la limpieza y pintura interior ó exterior de la tuberías de presión.

Por otra parte en una presa de almacenamiento son muy importantes las observaciones y registros para conocer el comportamiento de la cortina, datos valiosos para futuros proyectos, flujo de agua dentro y fuera del cuerpo de la cortina, posible tubificación, etc.

Observaciones y registros.- Es indispensable llevar en forma continua y sistemática una serie de registros, mediciones y observaciones como son:

10.- Registros y Estudios de los asentamientos y desalojamientos.- Los asentamientos pueden ser en la base de la presa o cimentación y en el cuerpo mismo de la cortina. Los desalojamientos o movimientos laterales de las presas pueden ser de carácter temporal o a presa llena o permanentes a presa vacía. Estos registros se efectúan mediante nivelaciones periódicas que llevan a cabo las brigadas topográficas de la Residencia, corridas sobre puntos de observación previamente elegidos, como parapetos, monumentos, varillas de fierro en la corona, taludes aguas arriba y aguas-abajo, crestas vertedoras, ejes longitudinales y transversales de los canales de desfogue revestidos, pisos de túneles y de galerías, etc., Existen también dispositivos para efectuar las observaciones de los asentamientos y desalojamientos, pero a falta de ellos las nivelaciones indicadas satis-

hacen perfectamente las necesidades.

20.- Estudios y Registro de las filtraciones.- Las filtraciones que en toda presa se presentan deberán estudiarse y medirse desde que empieza a captar el agua en el vaso del almacenamiento, formando gráficas y registros de las mismas a fin de darse cuenta constantemente de su disminución o aumento y así poder saber en todo tiempo si las filtraciones pueden poner en peligro la obra.

Generalmente las filtraciones en una obra nueva son mayores que en una vieja, sobre todo si se trata de una presa de tierra, porque las filtraciones de una obra nueva con el tiempo se obstruirán debido al asentamiento del terraplén, aún en el caso de tierra bien consolidada. En las presas de concreto o de mampostería también se van obturando las filtraciones por las concentraciones calcáreas.

Deberán de observarse, medirse y analizarse todas las filtraciones por más pequeñas que sean, de los volúmenes, así como de la turbidez, clase y cantidad de sedimentos y del resultado de los análisis químicos de los sedimentos y del agua filtrada, que deberán de llevarse en forma sistemática, pues son de gran utilidad.

Las filtraciones en las presas de almacenamiento para su estudio se dividen en:

- 1º Filtraciones en el cuerpo de la cortina, dique auxiliar o vertedor.
- 2º Filtraciones debajo de la cortina o del dentellón de la obra.
- 3º Filtraciones fuera de las obras.

49 Filtraciones de flaqueo

Todas las filtraciones en las obras de captación se estudian y miden con toda exactitud y constancia en forma sistematizada, llevando registros y gráficas que en todo tiempo nos indican su importancia, sobre todo la variación de régimen y gastos en relación con la presión hidrostática.

En toda línea de filtración se instala un vertedor o algún dispositivo de medida, practicándose aforos directos en los colectores o en todos los tributarios que lo permitan para comprobación de los aforos parciales en los diferentes puntos de filtración. La frecuencia dependerá de las variaciones que se observan en el escurrimiento y de las pruebas de sedimentos y de la toma de muestras para su análisis químico.

Las filtraciones en los vasos de almacenamiento pueden contener acarreo o arrastre de materiales, bien sean de la cortiza o de las zonas fuera de las obras, debido a esta causa es necesario hacer periódicamente observaciones de los sedimentos de las filtraciones, comparandolo con los existentes de muestras de agua en el vaso y galería de inspección.

Frecuentemente el producto del agua de saturación en una presa es recogida en un dren interceptor, el cual tiene una o varias descargas donde deben instalarse vertedores u otros aparatos medidores registrando en forma diaria, semanal, mensual, según sea la magnitud de las filtraciones, régimen e importancia de la obra misma.

Las filtraciones de flaqueo se producen cuando no existe un -

cierre o empotramiento perfecto de la cortina en las laderas.

Las filtraciones fuera de la obra se presentan en cualquier parte del vaso de almacenamiento, fuera de los límites de las cortinas, veredor de demasias o diques auxiliares y pueden presentarse al fondo del vaso o en las laderas. Estas filtraciones ocurren sobre todo cuando se trata de vasos localizados en terrenos de origen volcánico, yesosos con calizas o gravas, calichosas y en algunas depresiones naturales.

32.- Estudio general de azolves.-Es importante el aspecto relativo a la sedimentación de sólidos en suspensión en los embalses, que pueden disminuir o incluso inutilizar la capacidad de almacenamiento.

Al diseñar una presa se elige una vida útil, que generalmente es de 50 años; se calcula la cantidad de sólidos que llegarán a ella durante ese periodo para conocer el volumen que será ocupado por dichos sólidos, y que teóricamente ocupa la parte más baja del vaso, la presa queda inutilizada en el momento en que los azolves alcancen el nivel de la obra de toma, debido a que en ella disminuiría extracción del agua y la capacidad de regulación.

El estudio sobre los azolves no se ha hecho en nuestro País en forma útil de los vasos de almacenamiento como la conservación de los bosques y de los suelos de la cuenca de captación. Estos estudios se llevan a cabo por sondeos según líneas fijas, transversales al eje longitudinal de la corriente principal, tomando las muestras que se consideran necesarias; también se puede utilizar otros aparatos como el radar.

Las corrientes al perder su poder de arrastre depositan los sedimentos, formándose depósitos de azolve en fajas sinuosas que siguen las orillas del agua en el vaso de tal forma que los depósitos en las inmediaciones de las cortinas y las compuertas de toma, no son significativo en las primeras etapas de la vida de las presas de almacenamiento, salvo que sean de muy pequeña capacidad.

El control de los sedimentos se logra dejando un volumen para azolve o "Almacenamiento muerto", y las entradas de las tomas arriba de este.

En el volumen de azolve depositado existen grandes variaciones de las cantidades que anualmente se acumulan y de la forma en que se efectúa ese depósito y mayores diferencias aún entre distintos vasos, en esta forma algunos vasos serán cubiertos más rápidamente de lo previsto y también otros que se van llenando lentamente.

Por consiguiente, parece deseable investigar las condiciones necesarias para alargar la vida útil de las presas de almacenamiento hasta hacerla prácticamente indefinida. Lo anterior puede lograrse si se obtiene las condiciones siguientes:

- a).- Disminuyendo la cantidad de azolve que llega a la presa.
- b).- Desazolvando las presas existentes.
- c).- Previendo un desazolve continuo en las presas futuras.

En vista de que la erosión de la superficie terrestre no puede evitarse del todo, si es recomendable disminuirla, lo cual puede conseguirse mediante una debida conservación de los suelos en las cuencas.

En cuanto al desazolve de las presas, el problema es difícil y costoso, pero debe emprenderse para que el recurso agua pase de no renovable a renovable.

En cuanto a una previsión para un desazolve continuo convendría efectuar las investigaciones necesarias, probablemente mediante modelos.

Una solución pudiera ser, combinar la necesidad de un desagüe de fondo en las presas, con la de desazolvar los vasos. Con una adecuada localización de los desagües profundos y las obras de toma, es posible tener libre de azolves las tomas y quizá desazolvar los vasos en alguna proporción que resulte atractiva.

En un futuro no muy lejano, es probable que todos los ríos estén totalmente aprovechados con presas escalonadas, de manera que será conveniente dotarlas de elementos adecuados para que exista un flujo continuo de azolves a través de ellas.

Trabajos de conservación.

A).- Conservación de los taludes de las presas de almacenamiento - en algunas presas en nuestro país, los taludes de agua arriba de las presas - construidas de enrocamiento y también de tierra se encuentran protegidos con una losa impermeabilizante de concreto reforzado con juntas de dilatación - de lámina o de hierro, generalmente, han demandado pequeños trabajos de conservación consistentes en la obturación de las pequeñas grietas que se han - formado a pesar de las juntas de expansión, dichas grietas van desde las casi imperceptibles hasta las de 1, 2 o más de anchura debido principalmente a - los acomodamientos que sufren los materiales subyacentes, a las dilataciones y contracciones de las propias losas, o bien por movimientos que ocurren al-

llenarse y vaciarse los vasos de almacenamiento.

Las grietas serán rellenadas con cualquier producto asfáltico de los apropiados que se encuentran en el mercado.

En estas grietas deberán llevarse también registros, observando su comportamiento, o sea, si aumentan, si se prolongan o se hacen más anchas. Para esto lo mejor es pintarlas, si no es necesario rellenarlos; colocar los registros de anchura, o bien pueden ser de yeso o de concreto con puntas de cobre o fierro u otra forma de medida.

Las cortinas de algunas presas, se encuentran protegidas con enrocamiento en ambos lados, y algunas veces el lado de aguas arriba se encuentran acomodado a mano. Esta protección sufre deterioro, ya sea por asentamiento de los terraplenes y enrocamiento o por la acción del oleaje.

Las reparaciones pueden hacerse periódicamente, por ejemplo cada año, o en el momento que se aprecie un desperfecto, y consiste en reponer las rocas que hayan sido desprendidas de su lugar, rodadas, hundidas con el asentamiento, despedazados o disueltos. Habrá ocasiones en que convenga llenar los huecos entre las rocas con pedacería, mortero o concreto pobre, para hacerlo más estable en las zonas de ataque más intenso del oleaje.

En los taludes de aguas abajo cuando se tiene protecciones de grava, sensibles al arrastre y por lo tanto de erosión especialmente en lluvias intensas, es necesario reponer el material faltante y el arreglo de los taludes en los lugares erosionados, así como donde se haya acumulado el material arrastrado.

Debe evitarse que pase el ganado por los taludes (debido a los derrumbes que puede causar), y que consuma el pasto, que al crecer sobre ellos contribuye a su estabilización.

Si es necesario, dentro de la protección de grava se colocarán líneas de tubos de concreto de pequeño diámetro para drenar el agua de lluvia donde se acumule y así evitar el arrastre.

Debe limpiarse y deshiervarse la cortina de la presa, en periodos que dependen de la región y clima, para evitar el desarrollo de plantas arbustivas. En algunas ocasiones los zampeados secos o embosquillados serán más efectivos para estabilizar una zona fácilmente erosionable.

B).- Reparaciones de muros de mampostería y de concreto.- Son pocos los trabajos y se reducen a reparaciones de parapetos que han sufrido desplomes o agrietamientos causados por los asentamientos del terraplen o los enrocamientos. Prácticamente no requieren las presas de concreto casi ningún trabajo de reparación ordinario, y las grietas que pudieran presentarse en estas estructuras no causan trastornos en la obra, y comunmente consiste en obturar dichas grietas, en prolongar un dentellón hacia una ladera o la reparación por el taponamiento de una fuga incipiente.

C).- Compuertas y mecanismos de operación.- Los trabajos de conservación comprenden principalmente los de lubricación de los mecanismos, como son los vástagos de compuertas o de las válvulas en la obra de toma cada dos meses, así también como el ajuste o sustitución de pequeñas piezas o accesorios (cables, empaques, soleras, tuercas, tornillos, engranes), y los de protección contra la corrosión, como son la limpia y pintura de las rejillas y las compuertas de las obras de toma cada año.

Pintura en el puente de maniobras y la tubería de presión - una vez al año, en la escala a la salida de la obra de toma, cada año.

Las compuertas de una presa pueden en forma general ser de - los siguientes tipos, ya sean de un vertedor o de un desfogue:

- 1.- Compuertas de agujas.
- 2.- Válvulas de agujas.
- 3.- Compuertas radiales.

Los trabajos de conservación de las compuertas, dada la calidad de construcción, son pocos y ya se nombraron. Las reparaciones mayores de válvulas y compuertas generalmente se hacen por contrato con casas especializadas.

Se recomienda en toda presa, que en forma sistemática y con la frecuencia necesaria, se hagan movimientos generales y totales de todos los mecanismos de operación, a fin de cerciorarse del correcto funcionamiento y evitar la creación y endurecimiento de concreaciones que no faltan en una obra hidráulica.

Estos movimientos de revisión general serán más frecuentes cuando más complicados sean los mecanismos. En las presas importantes se cuenta con dos juegos de compuertas, por lo que es fácil efectuarlos sin desperdiciar el agua son trabajos de paciencia y de observación, abriendo y cerrando por partes y no totalmente de un solo golpe. Ningún movimiento deberá ejecutarse sin antes haber hecho la limpieza y engrasado todo el mecanismo elevador. Generalmente cada conjunto de compuertas, mecanismos y válvulas, trae de fábrica sus instrucciones.

Queda como aspecto final la limpia y desazolve de la obra de toma, cada 6 meses, a partir del inicio del período de riegos; inspeccionar para encontrar fugas de agua en la obra de toma y evitar el paso de -

ganado a la salida de dicha obra.

D).- Conservación de los caminos de servicio de las presas de almacenamiento.- Estos caminos de servicio interior, aparte de los caminos de acceso a las obras, deben conservarse para permitir en todas las épocas del año la comunicación rápida a todas las partes de las obras con el objeto de llevar la vigilancia necesaria y poder movilizar el equipo requerido para ejecutar los trabajos de conservación y reparación.

Los trabajos de conservación son los que comunmente se hacen en este tipo de obras: limpieza y deshierbe del camino, alcantarillas y cunetas, al término de la temporada de lluvias, bacheo cada vez que sea necesario, conformación de coronas, reparación de cunetas y contracunetas, muros de sostenimiento para contener derrumbes, etc.

E).- Forestación o conservación del vaso de almacenamiento es necesario conocer el proceso para evitar el azolve para conservar el vaso de almacenamiento como requerimiento primordial para ésta y en sí, de todo el sistema de riego.

El problema del azolve es tan antiguo como la misma tierra, es originado por la desintegración gradual de la superficie de la tierra a causa de la acción de las lluvias, heladas, viento y otras fuerzas naturales.

Para que haya erosión y arrastre de azolve se requiere:

1º- que la corriente de agua tenga suficiente velocidad.

2º.-que tenga suficiente fuerza de arrastre.

3º.-que la superficie de escurrimiento sea fácilmente erosionada.

40.- Que los factores climatológicos y geofísicos como agentes de intemperismo ayudados por factores meteorológicos como fuertes tormentas causan la erosión.

No hay erosión cuando:

10.- Los agentes geofísicos de intemperismo sean relativamente poco efectivos.

20.- Cuando la velocidad del agua en movimiento sea relativamente baja.

30.- Cuando la superficie de escurrimiento esté debidamente protegida.

De manera que desde el punto de vista agrológico, mientras mayor sea la protección de los terrenos contra la erosión y el arrastre, mayor será la seguridad de no perderlos.

La falta de bosques y vegetación en las partes altas de las cuencas hidrográficas determina condiciones favorables de la erosión y el acarreo de azolve hacia los tramos bajos del río y hacia las obras y terrenos agrícolas.

Los perjuicios que ocasiona dicho acarreo son:

10.- Disminución de la capacidad de los vasos de almacenamiento.

20.- Disminución de la capacidad del río por los depósitos de azolve.

30.- Daños en la obra de derivación desprovistas de desarenadores.

40.- Reducción de capacidad en los canales principales y laterales a causa del depósito de azolve.

50.- Perjuicios en los terrenos de riego a causa del acarreo de grandes cantidades de suelos que puede beneficiar porque son ricos - agrícolamente o dañar porque su constitución química es nociva para los terrenos en que se deposita o tienen una constitución inorgánica inerte que es perjudicial para los terrenos y obras hidráulicas situadas aguas-abajo.

Dicha erosión se puede reducir al:

10.- Reforestar.- Esta reforestación tiene que ser varias veces mayor en rapidez que la rapidez con que esta llevándose a cabo la deforestación que actualmente sufren nuestros campos.

20.- Construir obras de control y protección diseñadas al obtener datos de confianza de los fenómenos de erosión y depósito de azolve.

30.- Educar a los agricultores, madereros, etc., sobre la manera de evitar la erosión.

Respecto al control de los aprovechamientos agrícolas, sólo se puede conseguir por medio del convencimiento, propagando y difundiendo los métodos que permitan aprovechar terrenos de fuertes pendientes - sin que se erosionen.

Por las dificultades locales, sociales o económicas para el control de las explotaciones agrícolas de la cuenca se hace necesario - pensar en algún otro medio de impedir el arrastre de los azolves y una - posible modificación del régimen de la corriente a causa de éste.

Para ello se ha tenido que recurrir a la construcción de - obras de control; particularmente son necesarios en los torrentes o en -

los sitios en que el río principal atraviesa por materiales de relleno - fácilmente transportados. Generalmente se han usado diques estabilizados - res de mampostería, concreto, madera y hasta enramadas, según la importancia de la obra, caudal del río principal o afluente tributario, materiales de la región y los fondos disponibles.

Estas construcciones requieren una conservación constante y - costosa, particularmente las pequeñas presas que son flaqueadas tan luego se llenan de azolve, iniciando una erosión lateral muy intensa.

Para evitar los derrumbes de las laderas especialmente de las que tienen fuertes pendientes, ha sido frecuente construir diques transversales al sentido de la corriente, formando terrazas escalonadas. Este procedimiento en algunos casos se completa con una reforestación posterior de las terrazas.

El lecho de deyección de las torrentes es el lecho del río en el sitio donde toma los materiales sólidos que van a causar daño en la zona baja, por lo que se hace necesario que el agua circule con velocidades lentas y que los depósitos erosionables estén protegidos. Para esto se construyen por ejemplo, los espolones de mampostería, de roca suelta, de madera o aún de los llamados permeables, que no son sino alambradas que se colocan en la corriente y que facilitan el depósito del material acarreado. Para vencer la erosión horizontal, también se emplean los espolones y diques longitudinales al sentido de la corriente y mixtos. Su inconveniente es que la ribera contraria tiene una acción de socavación, con el transporte posterior hacia aguas abajo del material sólido.

En el aspecto de forestación, es innegable la acción benéfica de los bosques sobre los gastos y, sobre del régimen de la corriente, por

ser un regulador que no permite que las aguas de lluvia se precipiten en forma torrencial, sino que la retienen con las hojas, troncos, raíces y cubiertas vegetales inferiores, dando tiempo a que penetre al suelo y sub suelo.

Como último aspecto, además de la forestación en las laderas del vaso y la cuenca para la conservación del vaso de almacenamiento, no se deben usar explosivos en las orillas del vaso o dentro de éste, ya que pueden provocar grietas por las que se fuga el agua. La limpia de tu le o lirio acuático para que no tape la obra de toma, siendo mejor detenerlo a la entrada del río. No se deben permitir las siembras agrícolas dentro del vaso.

F).- Conservación del vertedor de damasias.- Se puede sintetizar en los siguientes puntos:

10.- Limpieza y deshierbe del vertedor cada 4 meses.

20.- Desazolve y limpieza del acceso al muro vertedor, aguas arriba, cada 4 meses.

30.- Pintura en las escalas del vertedor cada año.

40.- Tapar las fugas de agua del vertedor y observar las que son permanentes, llevamos un registro de su gasto si aumentan avisar a la autoridad superior.

50.- Si el vertedor de damasias tiene agujas de riel, engrasar y usarlas con la última avenida del agua.

60.- Limpieza de los muros de aproche del vertedor.

70.- Tener tablas de la cantidad de agua que tiene la presa y llevar un registro diario y mensual en la hoja maestra. Tablas del volumen de agua que vierte la presa.

3.2 Conservación de las Presas de Derivación.

Los trabajos de consevación de las obras de derivación tienen una gran relación y semejanza con los correspondientes a las presas de almacenamiento, siendo en este caso el costo de los trabajos de conservación de mayor consideración, dependiendo del tipo de construcción de que se trate y de la capacidad del ataque de la corriente correspondien te, debido a que se encuentran más expuestas que las de almacenamiento, necesitando también mucha vigilancia, prontitud y oportunidad en las reparaciones de los desperfectos ocasionados, como es la socavación, toda erosión, que se corregirá tan pronto como se descubra en su iniciación, o en cualquier grado de avance.

Las presas de derivación pueden clasificarse en :

- Provisionales
- Permanentes

Las obras de tipo provisional pueden ser simples terraplenes de grava y arena que se construyen durante la época de estiaje y son destruidos por las primeras avenidas como son los diques formados con caballetes de madera y ramas o combinaciones de estos materiales, presas indias, etc.

Las obras de tipo permanente pueden clasificarse:

- a).- Presas de Concreto.
- b).- Presas de mampostería
- c).- Presas de enrocamiento
- d).- Presas de combinaciones de concreto y compuertas de acero

o caballetes de acero o agujas de madera o de concreto, etc.

Los trabajos de conservación pueden clasificarse como sigue:

a).- Conservación y reparación de las cortinas de las presas de derivación.- Generalmente las cortinas de concreto y mampostería cimentadas sobre un material resistente, no requieren trabajos de conservación más que ocasionalmente, consistentes en taponamientos de algunas grietas, rellenos de juntas de dilatación, calzamientos al pié de los taludes, reposición de rocas y junteo en las mamposterías.

En los casos de cortinas de concreto o mampostería cimentadas sobre grava o sobre material permeable o desintegrable, habrá ocasiones en las que haya que reponer algunos tramos de cortina que por diversas causas han sufrido volteamientos, asentamientos o grandes "cuarteaduras". El monto de las inversiones necesarias para efectuar esta clase de reparaciones y la seguridad para obtener una estabilidad adecuada y reparaciones mínimas en el futuro, de terminará la necesidad de adoptar otro tipo de construcción parcial o total de la obra.

Las reparaciones se deben hacer con la prontitud necesaria sin escatimar las inversiones que ellas demanden, pues un retraso o la incompleta ejecución de la reparación puede dar lugar a una catástrofe durante el próximo período de avenidas y consecuentemente, la necesidad de hacer una inversión mucho mayor, causando el entorpecimiento de la derivación de las aguas para riego.

En las presas de derivación de enrocamiento, las reparaciones ordinarias consisten en la reposición de las rocas que hayan sido removidas o disueltas por la acción de las avenidas y la reposición de concreto entre el

enrocamiento para afianzar los bloques.

Generalmente los trabajos se hacen después del período anual de avenidas. El volumen y costo es mayor, cuanto más intensas hayan sido aquellas.

Debe de hacerse observaciones cuidadosas durante el paso de las avenidas extraordinarias y verificarse sistemáticamente sus efectos inmediatamente después de que haya descendido a su curso normal, y en la época de estiaje cuando son visibles completamente los efectos de dichas avenidas. Las observaciones daran el criterio para realizar las reparaciones o modificaciones necesarias para adaptar, en lo posible la estructura a los escurrimientos extraordinarios y evitar futuros peligros.

b).- Reparaciones en dentellones y protecciones en general.- Los trabajos de conservación en dentellones y protecciones en general contra la erosión, son los que tienen mayor importancia en las presas de derivación permanentes, aunque también son mínimos en comparación con los que se presentan en el caso de presas de carácter semi-permanentes. Los dentellones de aguas arriba de la cortina, por lo general no sufren erosión debido a que se encuentran cubiertos con azolve. Los dentellones de aguas abajo de las cortinas, de los desfuegos y desarenadores, son los que comunmente requieren atención pues se encuentran socavados y arrastrados por la corriente y con relativa frecuencia quedan descubiertos y destruidos con grave peligro para la cortina o alguna parte de ella.

El pie del talud de aguas abajo de las presas, cualquiera que sea su tipo, la zona se encuentra sujeta a una erosión intensa, y si aún los terrenos firmes o rocosos pueden ser erosionados, los lechos gravosos

o los mantos de limos o de arcillas se encuentran más expuestos a este fenómeno, de tal manera que las protecciones que se construyen para evitarlo pueden ser socavadas y arrastradas por la corriente quedando descubiertos y destruidos los dentellones.

Las avenidas extraordinarias son las que causan mayores desperfectos y se recomienda que después de éstas se hagan inspecciones minuciosas y los estudios que el caso requiera y a la brevedad posible se realicen las reparaciones adecuadas.

Los trabajos de conservación que deben ejecutarse en casos necesarios, comprenden la reposición de los enrocamientos y los dentellones que hayan sido destruidos, profundizando estos últimos de acuerdo con las conclusiones a que llevan los estudios ejecutados previamente. Las socavaciones de aguas abajo podrán ser rellenadas con roca tirada al volteo, extendiéndose lo que se estime necesario hacia aguas abajo. En algunas ocasiones se ha aplicado concreto sobre este enrocamiento de manera de llenar las oquedades entre los bloques, siendo su espesor variado (30 y 60 cm.).

Otras de las zonas sujetas a la acción de la erosión intensa son los taludes y paredones de los cauces. Generalmente son revestidos sólo con grandes bloques, que durante las avenidas, ya sea por el arrastre de las rocas del pie de los taludes o por el asentamiento o erosión de los paredones, dejan sin protección las partes más altas que pueden ser atacadas por que ruedan las rocas hacia abajo. Por ello es conveniente utilizar bloques más pequeños para reducir el diámetro de los huecos y aplicar una capa de grava que los rellenen y aplicar concreto sobre la superficie o en base a las observaciones y los estudios llevar a cabo las soluciones propuestas para reducir las oquedades, excepcionalmente habrá que dinamitar los bloques más

grandes y así, reducir las cantidades de grava y concreto a emplearse.

c).- Reparación de parapetos, coronamientos, etc.,

Estos trabajos generalmente consisten en pequeñas reparaciones, - pintura de parapetos, arreglo de monumentos, escalinatas, etc.,

d).- Azolve.- El azolve que se acumula frente a las obras de toma en las presas desprovistas de desarenadores, junto con las basuras, troncos y otros cuerpos flotantes, constituyen obstáculos serios para el funcionamiento de esta clase de obras y consecuentemente, se hace indispensable hacer fuertes erogaciones año con año para conservarlas.

Este problema se presente también, aunque en menor proporción, en las obras que cuentan con desarenadores.

Los trabajos de desazolve se realizan por lo común durante la época de estiaje, ya sea "a mano" o con maquinaria. En los pequeños Distritos de Riego cuyos presupuestos, no permiten el uso de dragas o tractores, este trabajo se realiza a mano o con fresnos tirados por mulas, procedimientos - inadecuados principalmente por su lentitud, la tendencia es utilizar equipo mecánico para todos los trabajos de conservación. Para el uso del equipo - más conveniente debe de hacerse el estudio correspondiente.

Cuando se carece de una estructura desarenadora deberá de hacerse los estudios de costos comparativos entre el correspondiente a una modificación radical para dotar de una obra desarenadora, y la realización de los trabajos que se desempeñan de desazolve anual. En algunos casos puede ser - compensado esta modificación radical con el ahorro de costos futuros de -

conservación, supresión de molestias y logro de un funcionamiento correcto oportuno y constante de las tomas.

e).- Computas y mecanismos de operación.- Los trabajos de conservación que hay que realizar en esta parte vital de la obra, tiene la finalidad de que esta trabaje con eficacia todo el tiempo. Los trabajos comprenden, por una parte, los que influyen sobre la durabilidad de las compuertas y sus mecanismos y por otra, los que influyen para que su operación se realice con la mayor facilidad y precisión posibles. En el primer grupo figuran los trabajos de aplicación de pinturas anticorrosivas a todas las superficies metálicas, reposición de cables, tuercas, tornillos, piezas de madera, afianzamiento de piezas flojas, y reparación de piezas de concreto y metálicas, soldaduras, etc. En el segundo grupo se encuentran comprendidas labores de lubricación y mantenimiento cada dos meses de todos los dispositivos móviles como tuercas y vástagos "Sinfín", chumaceras, engranes, etc.

La ejecución de los trabajos de conservación de las presas de almacenamiento como de las presas de derivación, se llevan a cabo regularmente por medio de cuadrillas de conservación por administración y equipo propiedad del distrito. Cuando los desperfectos son muy grandes se dan a contrato.

3.3.- Conservación de una toma directa y de manantiales.

Los trabajos son muy reducidos y consisten en el caso de una toma directa de la corriente superficial en el refuerce, limpieza y desazolve del encauce o muro de captación por lo general cada seis meses y antes del período de riego y pintura de la escala de la admisión del agua en la

derivación, cada año.

Los trabajos de un manantial consisten:

a).- Limpieza, desyerbe y desazolve del afloramiento, cada --
año.

b).- Aforos del manantial generalmente en estiaje y en tiempo
de lluvias.

c).- Prohibición de explosivos para tratar de aumentar el gas
to hidráulico del manantial.

e).- Protección perimetral del manantial para evitar el acce-
so de ganado.

3.4.- Conservación preventiva de equipo mecánico y eléctrico en obras hi
dráulicas como fuentes de captación.

Importancia.- Es necesario contar con un mantenimiento eficaz
de los sistemas electromecánicos, ya que esto nos dara mayor seguridad -
en la continuidad del servicio, obteniendose ahorros considerables al --
evitar fallas que si no se atienden cuando son incipientes pueden ser --
muy costosas. Para asegurar una correcta operación del equipo son neces
rias revisiones periodicas y pruebas sistematicas.

Mantenimiento preventivo.

Para el mantenimiento preventivo deben efectuarse inspecciones
de rutina a las partes del equipo, al que se le deben hacer pruebas perio
dicas o ajustes para asegurar que se encuentran en condiciones de trabajo
apropiadas, para ello se elaboran programas en los cuales se muestran ca
da uno de los equipos inspeccionados. Formando graficas, anotando el nom
bre el equipo y fecha programada para la inspección que el personal encar

gado efectuará.

La apropiada programación de las inspecciones de mantenimiento tiene por objeto evitar inútiles inspecciones frecuentes y a la vez asegurar que todos los daños incipientes sean localizados y corregidos antes - de que ocasionen una interrupción del servicio y daños graves en el equipo.

Como una regla se puede considerar que una planta limpia, es - una planta bien conservada y permite detectar fugas y fallas mas facilmente, también evitará que entren partículas extrañas al equipo para alargar su vida y períodos entre mantenimientos.

Los operadores, que son los que continuamente están verifican-do el equipo a su cargo, al encontrar alguna anomalía o falla de un instrumento o equipo, lo deberán de reportar en forma escrita y por duplicado - al Residente de la obra para que este enterado, y la otra sea enviada al Departamento Electromecánica de la S.A.R.H., para que este, a su vez, tome las medidas necesarias. Cuando ya se haya efectuado la reparación, es-te dará al Residente la hoja del reporte ya completa podrá ser archivada como referencia de mantenimiento.

Motores.

Aunque los motores practicamente no requieren atención en ser-vicio, es recomendable inspeccionarlos regularmente para comprobar que no estén afectados por exceso de polvo o humedad, si existe fricción o vibración, ya que estos cuatro factores son los que en un 90% que ocasiona -- las fallas de los motores.

I.- Prevención contra el polvo.- Consiste en mantener limpios

los aislamientos de los motores debe verificarse con un "Megger", a intervalos regulares de tiempo para detectar la presencia de humedad en los embobinados.- Si la resistencia del aislamiento muestra una disminución apreciable, se procede a secarlo por cualquier medio adecuado al estator embobinado antes de conectar al motor a la línea de alimentación; indispensable si la temperatura ambiente está sujeta a cambios bruscos o donde el ambiente es extremadamente húmedo. Si la disminución de la resistencia de los aislamientos no es peligrosa, basta con poner a trabajar a los motores en vacío por lo menos una vez por semana para proteger los motores contra la condensación y absorción de la humedad.

III.- Prevención contra vibración.- Para evitar fallas debidas a la vibración, basta con efectuar algunas verificaciones:

a).- Que no exista desalineamiento producido por una cimentación deficiente.

b).- La tensión de la banda o cadena no sea excesiva o bien, que el empuje producido por los engranes, en su caso, no sea muy grande.

c).- Los tornillos que sujetan al motor esten apretados, los mismo que los que sujetan a las tapas contra la cabeza del motor.

Aspectos fundamentales para la conservación:

1.- No se operará la bomba en "seco" ni con gastos excesivamente bajos.

2.- No debe estrangularse nunca la succión de la bomba para disminuir el gasto.

3.- Háganse lecturas frecuentes de los manómetros y compruébense los caudales.

- 4.- No debe impedirse totalmente el goteo de las cajas de empaque.
- 5.- No debe usarse demasiado lubricante en los rodamientos "antifricción".

6.- Inspección Semestral.-

- a).- Comprobar el libre movimiento de los casquillos de la caja de empaque, limpiar y aceitar los pernos y tuercas de los casquillos del prensa-estopas, e inspección de la empaquetadura.
- b).- Checar el aliniamiento entre la bomba y su accionamiento.
- c).- Cambio de aceite de los baleros.
- d).- Consistencia y cantidad de grasa en tableros lubricados con esta.

7.- Inspección anual.

- a).- Remover los rodamientos para limpiarlos y ver si no presenta defectos.
- b).- Quitar los empaques e inspeccionar el desgaste de las camisas.
- c).- Descontar el cople y comprobar su alineación.
- d).- Verificar y limpiar el drenaje, el sello hidráulico y la tubería del enfriamiento por agua.
- e).- Recalibrar todos los instrumentos y probar el rendimiento de la bomba.

- 8.- No debe desmontarse totalmente una bomba para su inspección general (a menos que exista una evidencia definitiva).

- 9.- Limpíese completamente los conductos de agua de la carcasa y repíntese al hacer una revisión completa.

IV.- CONSERVACION DE LA RED DE DISTRIBUCION Y LA RED DE DRENAJE.

- 1.- Deshierbe y control de malezas.
- 2.- Desazolve de canales y drenes.
- 3.- Las erosiones.
- 4.- Ruptura de los canales.
- 5.- Terracerías en canales y drenes.
- 6.- Pérdida por filtración en canales.
- 7.- Revestimiento de canales.
- 8.- Conservación de las estructuras de la Red de Distribución.
- 9.- Conservación de las estructuras de la Red de Drenaje.

4.1. Deshierbe y control de malezas.

El desarrollo y distribución de malas hierbas a lo largo de los canales y de los drenes de los Distritos de Riego y en los lagos y corrientes en general, constituye uno de los problemas más importantes de la conservación, creados por la vegetación espontánea. Esto sucede cuando son claras, tienen poca velocidad y permanecen los canales más de dos meses aproximadamente cuando se trata de vegetación acuática o cuando se crean en las inmediaciones de los canales o drenes, si se trata de vegetación terrestre.

Para la conservación de las obras en los Distritos de Riego, es importante hacer el deshierbe de maleza oportunamente por las siguientes razones:

a).- Evitar que la mezcla convierta sus tallos en condición leñosa, transformándose en monte más difícil de sacar y a un costo bastante más alto.

b).- Obstrucción a la vista de defectos que adolecen las obras, tales como erosiones, roturas, tapones, etc.

c).- Daño directo que ocasiona ella misma a las obras por obstrucción en las áreas de servicio (dentro de la sección del canal o en los caminos de servicio en la corona de los bordos) y por tubificación de las terracerías como consecuencia de sus raíces.

Las malezas en las obras hidráulicas, además de reducir la eficacia de conducción de la red de distribución, impide en ocasiones proporcionar los riegos en la cantidad y oportunidad debida o bien reducir la eficacia-

del drenaje, las molas hierbas producen millones de semillas que son arrastradas por el agua hasta las tierras de cultivo, constituyendo una fuente de invasión de los mismos. En igual forma es necesario el control de la maleza de hábito terrestre, con objeto de tener limpios los bordos y taludes exteriores de los canales y arroyos, obteniendo con ello una mejor conservación de los mismos y evitando que estas malezas, se conviertan en plantas hospederas de plagas y enfermedades (virus, hongos y bacterias) de los cultivos del Distrito; por otra parte, esta mezcla propicia la cría de roedores (tuzas, comadreja, ratas, etc), que construyen galerías a través de los bordos, ocasionando vías de escape del agua y ruptura de bordos.

Se clasifican en los siguientes tipos:

1).- Las hierbas de hábito terrestre que se desarrolla en los bordos de los canales y banquetas y bordos de los drenes.

2).- Plantas acuáticas emergentes y sumergidas, arraigadas en los taludes o en el fondo.

3.- Plantas acuáticas flotantes.

"Especies".- Dentro de las principales vegetaciones que se presentan se puede señalar las siguientes:

Nombre común	Nombre científico.
Tule o Española	<i>Typha Latifolia</i>
Pato, Lirio o Jacinto de Agua	<i>Eichornia crassipes</i>
Hisoño acuático.	<i>Bacopa rotundifolia</i> .

Nombre Común	Nombre Científico
Zacate Johnson	Sorghum Halapense
Zacate Pará	Penicum Purpurescens
Correhuela del Campo	Comululus Arvensis
Eledo o Quelite	Amamaranthus albus
Bledo espino	Amarantus espinosus
Zacate cola de zorra	Leptochlea S.P.
Zacate de agua o pinto	Echinochloa colonum
Coquillo	Cyperus Stringosus
Empanadilla	Commelia difusa
Tropello	Impomea ceccinea
Meloncillo	Cucurbita festidissima
Pasto bernuda	Symodon Bastylon
Lama	Familia algas cloroflicas
Huizacha	Acacia farnesiona
Mezquite	Prossopis spp.
Vincorama	Familias momosaceas
Alamo	Populus spp.
Bambú común	Bambusa vulgaris

Para combatir a las malas hierbas es necesario conocer el ciclo biológico, es decir, sus periodos de desarrollo y el modo de reproducción.

Las malas hierbas se clasifican de acuerdo a su ciclo de vida en:

Anuales.

Bianuales.

Perennes.

Las plantas anuales, viven en año, producen semillas y mueren. Hay plantas anuales de verano y de invierno.

Las plantas anuales de verano germinan en primavera, se desarrollan y maduran durante el verano y mueren al llegar el invierno. Como ejemplo puede citarse el bledo.

Las plantas anuales de invierno, germinan en el otoño o al principio del invierno, pasan el invierno en estado de vegetación atenuada, en primavera completan su desarrollo vegetativo y producen semilla y mueren al final de la misma estación.

Los métodos de combate contra las hierbas anuales, tienen como objetivo primordial impedir la formación de semilla.

Las plantas bianuales, presentan un desarrollo en el primer año, puramente vegetativo; la parte aérea suele estar limitada a una roseta de hoja, la raíz principal suele ser carnosa y sirve órgano de almacenamiento de reservas nutritivas. Durante el segundo año, surge el tallo de la corona y después de producir semilla, la planta muere.

Las plantas perennes viven tres o más años. En muchos casos no producen semilla en el primer año, pero sí las forman en cada uno de los años posteriores y durante toda la vida de las plantas perennes. Se clasifican según su forma de multiplicación vegetativa en: perennes simples, perennes bulbosas y perennes rastreras.

Las perennes simples se producen casi exclusivamente por semilla. Sólo se multiplican vegetativamente cuando los instrumentos de deshierbe cortan las raíces o el cuello de las plantas.

Cada trozo puede producir raíces y tallos y convertirse en una nueva planta. Como ejemplo el diente de león, la cardana y el llantén común.

Las perennes bulbosas se propagan por bulbos y bulbillos, como también por semilla.

Las perennes rastreras se extienden mediante la formación de tallos laterales sobre la superficie del suelo (estolones), por tallos subterráneos (rizomas), por raíces o por semillas. Por ejemplo, producen estolones la oreja de ratón (*Cerastium vulgatum*), el *Paspalum distichum* y las especies de *Hydrocotyle*. Entre las que se extienden por medio de los rizomas están la grama, algunas correhuelas y el pasto Johnson.

Otra clasificación importante, que depende el método de combate de las plantas perennes es: las de raíz superficial y de raíz profunda.

Las raíces y los rizomas de las plantas, cuyo sistema radicular es superficial, pueden ser movidos y después destruidos por el sol cuando se secan a la superficie por medio de instrumentos adecuados. También están expuestas a la acción tóxica de los productos químicos localizados en el suelo superficial.

La destrucción de las plantas perennes de raíz profunda se basa en el agotamiento de las reservas alimenticias de la planta por un corte continuado de sus órganos vegetativos. La acción de los productos químicos herbicidas, una penetración profunda en el suelo o en el sistema radicular.

Hierbas acuáticas.- Aunque las malas hierbas de los bordos de los canales de riego son difíciles de combatir, la vegetación acuática constituye un problema mayor ya que una parte de estas plantas o su totalidad, vegetan bajo el agua.

Las hierbas acuáticas se clasifican en 3 grupos:

1.- Plantas acuáticas sumergidas.- Estas plantas suelen estar arraigadas en el fondo de los canales y se desarrollan íntegramente bajo la superficie del agua. Su daño mayor es la reducción en la capacidad de conducción de los canales. Las hierbas acuáticas sumergidas más comunes son: el *Potamogeton pectinatus* (cola de caballo o cabello de ángel), la *Zanichellia palustris*, *Zanichellia lacustris* (cola de mono), *Ceratophyllum demersum*; las especies de chara: *Myriophyllum* (la mil hojas de agua) y la *Anacaris Canadensis* (la mala hierba de agua).

2.- Plantas acuáticas emergentes.- Son aquellas plantas arraigadas bajo la superficie (fondos de los canales o depósitos), pero cuya parte aérea sobresale por encima del nivel del agua. Estos tipos son muy frecuentes y causan muchos perjuicios, pues además de disminuir la capacidad de los canales, fomenta la propagación de mosquitos. Las más comunes son: los tules, las especies del género *Carex*, las Ciperáceas, los juncos, la sagitaria, el echimócorus cordifolius, la cabeza de flecha, las especies de *Echinodorus*, el llantén de agua y especies de liliácea.

3.- Plantas acuáticas flotantes.- En su mayor parte son aquellas que flotan libremente en el agua. otras están arraigadas en los bordos y sólo flotan en la zona donde están sujetas. En éste se haya la hierba amarilla, la *Jussiaea californica*, el lirio de agua, la lechuga de agua, la *Zanichellia* de hoja ancha, la pluma de loro (*Myriophyllum basilense*), la primavera de agua, la pluma de perico (*Myriophyllum proserpinacoides*) y las especies de *Hydrocotyle*.

Combate de las hierbas.- Existen diferentes métodos para el combate de las hierbas y se pueden clasificar en:

- a).- Manuales.
- b).- Mecánicos.
- c).- Químicos.
- d).- Fisiológicos.

Combate de las hierbas por procedimientos manuales.- Este método es muy usado para el control de las malezas, principalmente en las redes de distribución. Puede organizarse por tareas de usuarios o destajo.

Las "tareas de usuarios" es aquella en que los mismos usuarios ejecutan la limpia de canal que les toca y no les presenta más que destinar de uno a tres días al año para realizar la labor. En esta forma, en un término de dos semanas y a partir de la orden dada, de acuerdo con programas formulados previamente por la Residencia de Conservación, se tendrá despejado todo el sistema, lo que implica una enorme ventaja para el suministro eficiente del servicio que con ningún otro método se puede lograr.

Se realiza a bajo costo, en virtud de que la tarifa que se aprueba es muy baja, según la labor de convencimiento y la convicción de las autoridades del Distrito y usuarios, siendo el pago en algunos casos una mera gratificación y en el caso más crítico constituye únicamente el valor de los cargos directos que tiene el trabajador en función del salario mínimo aprobado para la zona.

Para el usuario es más ventajoso por tener el canal limpio oportunamente para poder recibir su riego completo, esto se traduce en mayor rendimiento de su cosecha y menor número de días pagados al regador, que el importe material del deshierbe que se le pague.

En las "tareas de usuarios" la Secretaría de Hacienda y Crédito Público es la que autoriza la tarifa que se le propone, permitiendo únicamente una -

percepción máxima por usuario por mes o por año fija, siendo dicho monto tal que sea eximido de impuestos.

El rendimiento para el deshierbe varía desde 500 a 1,200 m²/día por peón, según el estado en que se encuentren las obras y la condición climática de la zona, pero un rendimiento base se puede considerar de 300 m²/día por peón.

Cuando los trabajos de limpia y deshierbe manuales se ejecutan a destajo, los destajistas organizan sus cuadrillas y las proveen de los implementos necesarios (machetes, horquillas, ganchos, etc.), para efectuar la limpia y extracción de la maleza tanto de la sección hidráulica del canal como de las coronas y taludes exteriores. Estos trabajos también se llevan a cabo conforme programas previamente elaborados por la Residencia de Conservación en coordinación con las Jefaturas de Operación. Para facilitar la ejecución con los encargados de su operación, es conveniente que los canales sean previamente secados o por lo menos, bajar los niveles en el caso de no ser posibles secarlos totalmente por las necesidades de riego.

La frecuencia con que se requieren estos trabajos depende de factores climatológicos, si se opera o no en forma continua en todo el año, del grado de infestación y de las posibilidades presupuestales. En términos generales en los Distritos con períodos lluviosos y agricultura diversificada se requieren dos limpiezas al año en su red de distribución.

Los trabajos de limpia y deshierbe ejecutados, son recibidos por la Residencia y liquidados con base en cantidades de obra cuantificada en hectáreas y precios unitarios aprobados.

El combate con procedimientos manuales de las hierbas en las redes de distribución y drenaje es eficiente, pero generalmente a muy altos costos, y pueden tenerse problemas por escasez de mano de obra principalmente en épocas de recolección de cosecha.

El control de las malezas no es aconsejable para las redes de drenaje, pues además de ser caro como se indicó anteriormente, específicamente en este caso, el corte de las malezas del fondo del dren, en el cual principalmente se tiene el tule, vuelve a desarrollarse con extrema rapidez, teniéndose al mes o mes y medio nuevamente infestada toda la sección.

Combate de hierbas por procedimientos mecánicos.- Para la limpieza de los taludes interiores de canales y drenes, generalmente se utiliza la segadora lateral sobre tractores agrícolas o industriales. Como la vegetación cortada cae al agua y es arrastrada por la corriente, se requiere el empleo de personal equipado con horquillas para extraerla en los sitios en que se concentra como son las represas, para evitar el taponamiento. También se emplea para el control mecánico de malas hierbas en los taludes interiores de canales y drenes la taludadora montada, generalmente sobre un tractor D-7.

El rendimiento de deshierbe con equipo mecánico, se puede considerar del orden de 1 Km. de canal, dren o camino por jornada de 10 hrs., dependiendo del número de pasadas que tenga que dar el equipo para terminar el trabajo. En promedio se considera que la velocidad de traslado del tractor sea de 1.6 Km./hora, considerando un mínimo de pasadas de 4 necesarias para terminar el trabajo, resulta un rendimiento de 4 Km/día.

Extracción de plantas acuáticas en canales y drenes.- Las plantas acuáticas producen una fuerte obstrucción en el área hidráulica de canales y

drenes, ocasionando una disminución muy grande de los escurrimientos. En el caso de drenes forma verdaderas represas que ocasionan embalses agua arriba y como consecuencia de esto, se inyecta agua a los terrenos aumentando el nivel de los mantos freáticos en vez de que por la presencia del dren se abatieran.

Comunmente la necesidad de extracción de las plantas acuáticas es de tres a cuatro veces por año para mantener despejados los cauces; sin embargo, por razones presupuestales de los Distritos la hacen cuando más dos veces al año, habiendo una mayoría que solamente la hacen una vez por año y muchos otros, que no hacen la extracción de plantas acuáticas con los consiguientes perjuicios en sus cultivos.

Es aconsejable que por lo menos, la extracción de plantas acuáticas se haga una vez en el año; en la época de mayor demanda de riego tienen los canales o servicio los drenes y ejercer un buen control durante el resto del tiempo, ya sea con el método de combate mediante herbicidas, con la precaución que éstos requieren, o con personal vigilando los tramos y que eviten la acumulación de más plantas.

Para la extracción de la maleza acuática, tanto de drenes como de canales se emplean:

La draga con rastrillo para el caso de tule o de plantas de estructura semejante.

La draga con canasta para el caso de lirio o plantas semejantes.

La cadena arrastrada por 2 tractores transitado por las bermas del dren o bordos de canal para el caso de lama, cola de caballo y semejantes.

En el control de la lama, que es una vegetación formada por diferentes especies de algas y que constituye uno de los problemas más serios que se presentan en la distribución del agua, debido a la rapidez con que se prolifera y llega a obstruir toda la sección hidráulica, se utiliza para desprenderla, - rastras de discos tirados por tractores o cadenas de eslabones de mediano espesor. Estas se tienden transversalmente dentro del canal y se tira de sus ex - tremos por dos tractores que marchen paralelamente sobre cada uno de los bordos; se requiere de personal provisto de horquillas para extraerla en las represas y puentes del tramo donde se ataca. Para este tipo de vegetación tam - bién se utiliza para desprenderla las rastras de discos tirados por tractores o cadenas de eslabones de mediano espesor. Estas se tienden transversalmente - dentro del canal y se tira de sus extremos por dos tractores que marchan para - lelamente sobre cada uno de los bordos del canal mencionado; igualmente se re - quiere de personal provisto de horquillas para extraerla en las represas y - puentes del tramo que se ataca.

El dragado es el método más común de extirpar las malas hierbas acuá - ticas de los drenes y de los canales. La draga puede equiparse con una cucha - ra o con un rastrillo u otros implementos especiales. En el dragado con cucha - ra arrancará la mayoría de las malas hierbas y además se llevará una cierta - cantidad de limo. Cuando se usa el rastrillo arrastrará las plantas, pero, de - jará casi todo el limo. En general, cuanto más eficiente se extirpen las ma - las hierbas más fácilmente se llevará el limo junto con ellas.

Es necesario tener presente los siguientes inconvenientes del dragado;

- 1.- Sólo puede emplearse en canales abiertos.
- 2.- El canal debe ser accesible desde uno de los bordos por lo menos.
- 3.- Usualmente agranda la sección del canal y puede modificar su capa - cidad de conducción.

- 4.- Puede profundizar el canal de tal modo que el agua se estanque sobre el fondo y estimule el desarrollo del tule y otras hierbas.
- 5.- Usualmente deja un bordo de materiales de desecho, limo y hierbas, que debe ser esparcido si se ha de utilizar el terreno.
- 6.- Es un proceso lento.
- 7.- Es relativamente costoso. Su costo depende del volumen y tipo de la vegetación y del tamaño del canal. En algunas ocasiones un sólo dragado puede servir para varios años; en otras, es necesario uno más para conservar la capacidad del canal.

A causa del último punto, el dragado suele diferirse hasta que las hierbas han adquirido un desarrollo considerable, de modo que el canal en pocas ocasiones funciona a su plena capacidad.

Por lo tanto, los canales tienen que construirse de mayor tamaño que el necesario, para asegurar una corriente suficiente de agua, resultando una práctica costosa e ineficaz.

Quizá la única ventaja del dragado es que elimina todos los tipos de hierbas con la misma eficacia.

El pase de cadena es un método relativamente poco costoso. El pase de cadena no suele hacerse hasta que el canal este relativamente lleno de hierba, lo que significa que el canal sólo funciona eficientemente durante un corto período después de cada tratamiento. Este método es más eficaz para extirpar las hierbas acuáticas sumergidas. Si no se rompe toda la vegetación la primera pasada, puede hacerse de nuevo en sentido contrario.

Para que el pase de cadena de resultados satisfactorios, es necesario seguir un plan de trabajo. La vegetación vieja debe extirparse al principio de la estación, después pasar la cadena de nuevo, siempre que los nuevos brotes se resalgan unos 30 cm. por encima de la superficie del agua. De esta forma, de modo regular puede extirparse las malas hierbas en una sola estación.

Inconvenientes de el pase de cadena:

1.- Mano de obra, además de la cuadrilla que maneja la cadena, - -
suele necesitarse de 4 a 20 hombres para sacar la vegetación rota del canal.

2.- El pase de la cadena no destruye la vegetación establecida en -
los bordos, por encima de la superficie del agua.

3.- En los canales recientemente infestados o con poca cantidad de -
malas hierbas, la cadena rompe las hierbas sumergidas, que son arrastradas -
por la corriente y pueden invadir nuevos tramos del canal.

4.- La cadena remueve el limo, desmorona los bordos y puede dañar -
gravemente los revestimientos de concreto.

5.- La limpia no puede efectuarse cerca de las estructuras, espe- -
cialmente cuando es necesario volver a pasar la cadena en sentido contrario.

6.- Algunas hierbas tienden a arrollarse sobre la cadena y la hacen
ineficaz.

7.- Es indispensable poder caminar sobre los dos bordos.

8.- A causa de la presencia de compuertas, tomas y otras estructu- -
ras, es indispensable completar el pase de cadena con limpia a mano.

Por otra parte, los rendimientos obtenidos para la extracción de --
plantas acuáticas por procedimientos mecánicos son:

a).- Para draga con rastrillo, en tule.-- 400 m², con draga de - -

3/4 Yd³

b).- Para dragas con canasta, en lirio.-- 400 m², con draga de --
3/4 yd³

c).- Para tractores con cadenas, en lamas de 2 a 4 Kms., depen--
diendo de las dimensiones de la obra.

Combate de las malas hierbas por procedimientos químicos.

Desde hace mucho tiempo se han empleado los productos químicos pa
ra combatir las malas hierbas. El empleo de sal, ceniza y diversos sub-pro
ductos industriales para destruir las invaciones de malas hierbas en las -
tierras cultivables; estos productos son poco efectivos, debido a las fuer
tes dosis que deben usarse.

En la actualidad, existen pocos problemas relacionados con las ma
las hierbas que no puedan resolverse con ayuda de productos químicos y la
posibilidad de su empleo depende casi exclusivamente de su costo y de la -
toxicidad a los seres humanos, animales y siembras.

Con la ayuda de los herbicidas se logra la eliminación de plantas
acuáticas, así como para el deshierre de la maleza, pero su aplicación re
quiere precauciones extremas por el riesgo ya mencionado que su manejo re
presenta para humanos, animales y cultivos e incluso por el cambio ecológi
co que su abuso puede ocasionar.

Por otra parte, todavía no ha sido completamente dominado el em--
pleo de los herbicidas, y por lo tanto en algunos de ellos se tienen resul
tados erráticos, por lo que es aconsejable emplearlos para control y bajo
una estricta vigilancia.

Los productos químicos herbicidas pueden clasificarse como sigue:

1.- Herbicidas selectivos.

A).- Aplicados al follaje.

I.- De contacto

a).- Dinitrofenoles, cianato de potasio (KOCN), acetato ferrimercúrico (PNAS).

b).- Aceites de petróleo

c).- Acido sulfúrico (H_2SO_4), sulfato ($FeSO_4$), sulfato cúprico ($CuSO_4$), nitrato cúprico ($Cu(NO_3)_2$)

d).- Cianamida ($CaCN_2$), Kainita ($MgSO_4 \cdot MgCl_2 \cdot K_2SO_4 \cdot 6H_2O$)

II.- De Traslocación.

a).- Acido 2, 4 diclorofenoxiacético (2, 4-D).

b).- Acido 2, 4, 5 Triclorofenoxiacético (2, 4, 5-7).

c).- Acido 2 metil-4-clorofenoxiacético (MCPA).

B).- Aplicados a las raíces.

a).- 2, 4-D. MCPA.

b).- Fenilcarbonato de isopropilo (IPC), clorofenilcarbonato de isopropilo (CLIPC) .

c).- Acido Tricloroacético(TCA)

- d).- Pentaclorofenato de sodio (Na PCP).
- e).- Sulfato de 2, 4-diclorofenoxietilo de sodio
(EH No. 1, Urag no. 1).
- f).- Dicloralurea (EH No. 2).

2.- Herbicidas no selectivos.

A).- Aplicados al follaje.

I.- De contacto.

- a).- Arsenicales, cloratos, pentacloratos.
- b).- Sulfato de amonio (Amato).
- c).- Aceites y emulsiones.
- d).- Aceites reforzados y emulsiones de aceite reforzadas.
- e).- Dinitrofenoles, pentaclorofenoles (PCP), 3, 6-endoxo-
hemoxahidrofílico (endotal, niagratal).
- f).- Carbonato de clorofenilo (sulfosán).

II.- De traslocación.

- a).- Arsenicales ácidos, arsenito de sodio.
- b).- Cloratos, tiocianatos, sulfanato de amonio.

B).- Aplicados a las raíces.

a).- Sulfuro de carbono, cloropicrina, mezcla de dicloroptopano y dicloropropeno, bromuro de etileno (EDB), bromuro de metilo, tetracloroetano.

b).- Sulfato de amonio, tiocianatos.

c).- Compuestos de boro, cloratos, arsénico de sodio, trióxido de arsénico.

Los herbicidas selectivos matan o dañan seriamente a ciertas especies, sin perjudicar a otras.

Los herbicidas no selectivos, son productos químicos que se aplican al follaje o al suelo y matan toda la vegetación sin distinción de especie.

Como pudo apreciarse en el cuadro anterior, tanto los herbicidas selectivos como los no selectivos se dividen en dos grupos:

1.- Los que se aplican sobre el follaje, sea en forma de solución o de polvo. Estos son de dos tipos:

a).- Los matan los tejidos por contacto.

b).- Los que son absorbidos por el follaje, penetran en los tejidos conductores y son transportados a otros tejidos de la planta

2.- Los que se aplican al suelo, y de este modo se ponen en contacto con las raíces.

Los herbicidas son eficaces si se aplican a las hierbas adecuadamente y en el momento oportuno. Los factores climáticos y biológicos, influyen grandemente en los resultados, debe también tomarse en cuenta el tipo de maleza, su edad, la temperatura ambiente, humedad relativa, selectividad, etc.

Generalmente se ha usado con cierta intensidad, los compuestos de 2,4-D para combatir las especies herbáceas, así como las arbustivas. Empleando este producto durante varios años, se produce un cambio gradual en la vegetación y tienden a dominar las gramíneas. Cuando se use este producto, deben tenerse precauciones para que no sea arrastrado por las corrientes de aire y perjudique plantas susceptibles de los campos adyacentes.

Las zonas inmediatas a los puentes y alcantarillas, pueden tratarse con esterilizantes del suelo, evitando la necesidad de arrancar la maleza por medios mecánicos o manuales, dos o tres veces al año. En una esterilización eficaz, sus efectos pueden prolongarse durante varios años. Para esto debe usarse esterilizantes no venenosos como la sal común, el sórax. El uso de los arsenicales constituye un peligro para los animales y personas, aunque es uno de los tratamientos más económicos y más eficaces. Puede usarse en donde no haya peligro de envenenamiento del ganado o de las personas. Se aplica en pulverización sobre las hierbas poco desarrolladas o como tratamiento destinado a la esterilización del suelo.

El uso de los herbicidas para el control de las malas hierbas para la conservación del sistema de riego es relativamente reciente en México. A continuación algunas fórmulas de herbicidas usadas en los Dis-

tritos de Riego de México:

Ingredientes	Cantidad/Ha.	Unidades	Para Control de :
1).- Agua - -	1,700	Lts.	Tipha sp. y plan- tas de hoja an-- gosta.
Dowpon	12	Kgs.	
Surfactante	6.5	Lts.	
2).- Agua - -	1,700	Lts.	Tipha sp. y espe- cies arbustivas.
Dowpon	10	Kgs.	
Tordón	5	Lts.	
Surfactante	6.5	Lts.	
3).- Agua	2,250	Lts.	Plantas de hoja_ ancha y lirio -- acuático (Eichor- nia Crassipes).
2-40 Amina al 95%	4.7	Kgs.	
STCA al 9%	30.6	Kgs.	
Surfactante	2.5	Lts.	
4).- Agua	800	Lts.	Fórmula no selecti- va para usarse en_ invierno.
Weedazol	8	Lts.	
Surfactante	4	Lts.	
5).- Esterón 245 T.	8.5	Lts.	Arbustos recién - cortados.
Aceite Diesel	200	Lts.	

Combate de las plantas acuáticas por procedimientos fisiológicos.

Este procedimiento consiste en limitar o eliminar las condiciones - -

favorables para la vida orgánica de las plantas acuáticas. El proceso - - más usado es el secado de canales, quedando así expuesta la vegetación - - directamente a la acción de los rayos solares.

Cuando la vegetación infesta los canales revestidos de concreto - el secado de canales mediante programación y con las precauciones debidas, como las que a continuación se mencionan, da buenos resultados, especial- mente para las plantas sumergidas.

1.- Que la demanda de agua para riego sea tal que la suspensión - por un corto periodo (de 3 a 6 días) no cause perjuicios a los plantíos u - cultivos. Para ello es conveniente estudiar el momento propicio para su -- suspensión mensualmente. De preferencia haciendolo coincidir con los días _ festivos.

2.- La suspensión rápida del agua en los canales puede provocar - derrumbes o deslizamientos de los taludes interiores del canal, presentandose en ciertas clases de terrenos, debido a la saturación de la parte del talud en contacto con el agua. Esto se observa en terrenos mas o menos arcillosos en que los taludes se hacen más verticales y el drenaje más lento sucediendo generalmente a $1/3$ del tirante contado de la plantilla.

3.- El secarse los bordos de los canales puede producirse grietas, cuyos efectos, al reanudarse el servicio, podrian ser de consecuencias serias. Por lo general, se observa en canales pequeños y en terraplenes -- contruidos con tierras arcillosas o arcillo-humíferas, así como en todo - canal nuevo, cuyo asentamiento total aún no se ha efectuado.

4.- El perjuicio de topos, tuzas, ardillas y otros roedores, que _ al secarse los bordos del canal, quedan blandos y fáciles de horadar por - estos animales, que al reanudarse el servicio puede ser vía para el acceso

del agua y producir consecuencias fatales.

En resumen, la desecación es un método sencillo, poco costoso y satisfactorio para eliminar las plantas sumergidas. El inconveniente es que es ineficaz contra las hierbas emergentes y algunas especies flotantes, y que exige la interrupción del uso del canal frecuentemente durante periodos críticos secos del verano.

Otro procedimiento fisiológico es la utilización de aguas bracas, que es un proceso natural de eliminación de esta vegetación acuática, ya que la turbidez del agua impide la penetración de la luz solar, - especialmente las radiaciones ultravioletas que es vital para estas plantas.

Las plantas acuáticas se desarrollan cuando las aguas son claras y tienen poca velocidad, de esto se desprende para combatir dichas condiciones favorables, siendo la base de este método. Se ha enturbiado el agua usando arcilla pulverizada o carbón mineral finamente pulverizado (por ejemplo el carbón de lignito que es barato y no tóxico), y aumentando la pendiente de los canales construidos en sus tramos afectados también se produce un enturbiamiento por varios días (3 a 5) cuando se corta el servicio y se reanuda en el caso de la desecación.

Existen diversos procedimientos aparte de los ya mencionados y más usados comúnmente los que se hayan en estudio y otros empleados antiguamente, entre estos es conveniente y destacado la quema.

La quema es otro método de combate de las hierbas que puede emplearse tanto con las acuáticas, como con las que vegetan en la superficie seca de los bordos, por encima de superficie del agua.

En la quema para su mejor resultado (en ciertas vegetaciones), es chamuscando primero la vegetación en verde, y quemando de un modo completo a los 10 a 12 días. Para chamuscarla, se pasa una llama sobre la vegetación a tal velocidad que se marchiten las plantas sin carbonizarse .- El chamuscado mata muchas células de las plantas que al secarse producen muchas sustancias tóxicas que destruyen todos los tejidos de las partes situadas fuera del suelo. Estos tejidos se secan rápidamente y al cabo de 10 días se queman por si mismos. Los quemadores sólo se emplean para destruir el material seco y quemar las especies más resistentes. Los tules pueden eliminarse en dos años de quema permanente. Las mimbreras y las gramíneas perennes son afectadas, pero no quedan completamente destruidas.

Para finalizar coneste aspecto de la conservación de las redes de distribución y drenaje es conveniente destacar de acuerdo al aspecto económico el orden de los procedimientos a seleccionar:

Para canales y drenes, o caminos de distritos que no tengan " Tareas de usuarios ", el procedimiento más económico que debe pugnarse para el deshierbe, es con equipo mecánico a base de tractor agrícola con rastra con desvaradora o con tractor de orugas con taludadora, etc. según: el área y la obra en que se va a ejecutar, seleccionándose en primer lugar el destajo, en segundo lugar, el equipo mecánico propiedad del contratista y en tercer lugar con equipo mecánico propiedad de la S.A.R.H., por administración. En cuarto lugar se optaría por el procedimiento de deshierbe con gente a contrato, que aún cuando resulta más caro, también tiene la ventaja que su costo es proporcional al número de unidades producidas. En quinto lugar se optaría por el procedimiento de deshierbe por administración de gente. Finalmente; en aquellos Distritos carentes de recursos económicos, debe pugnarse por la ejecución del deshierbe por cooperación de los usuarios.

4.2. Desazolve de canales y drenes.

Se denomina azolve a toda acumulación de sólidos acarreados por las aguas de riego y las lluvias, o por cualquier otro medio depositados dentro de los canales, que lenta o rápidamente reducen la sección y consiguientemente, su capacidad. Estos materiales comprenden fragmentos de roca, cantos rodados, gravas, arenas y especialmente limos y arcillas, así como materias orgánicas, tales como troncos, ramas, hojas y toda clase de fragmentos de animales y plantas.

La acumulación de azolves realizada por el proceso de sedimentación continua de materiales limosos que las aguas de riego acarrean en suspensión, especialmente durante la época de lluvias y de avenidas de los ríos de donde se derivan las aguas correspondientes, es tanto más rápida y abundante cuanto mayor sea la cantidad de materiales en suspensión y cuanto más baja sea la velocidad del agua en los canales.

Por otra parte, todos los canales de riego se calculan con velocidades teóricas lo suficientemente bajas para no causar erosiones en los taludes, pero en la práctica lo común es que las velocidades sean inferiores a las indispensables para evitar el azolve, esto debido a diversas causas, destacando entre ellas la interrupción del escurrimiento de tramo en tramo por las represas que producen remansos, tantos más grandes cuanto más altas sean las cargas que las tomas laterales necesiten. Esto da como resultado que en el tramo de remanso por la regularización del régimen, las velocidades del agua sean muy inferiores a las velocidades teóricas calculadas produciéndose la sedimentación correspondiente.

Otra causa es la acción de la vegetación que crece sobre los taludes y especialmente la vegetación rastrera que se desarrolla al nivel de la superficie libre del agua, obrando como fijadora del azolve y aumentando la rugosidad.

Las dos causas mencionadas arriba, son las que actuando conjuntamente producen los mayores volúmenes de azolve.

El volumen de azolve de canales y drenes es muy variable dependiendo en resumen, de los siguientes factores:

- a) La procedencia del agua que conducen.
- b) El desperdicio de riegos que hagan los usuarios.
- c) Las entradas de aguas broncas sin decantación previa.
- d) El diseño de las Obras.
- e) El grado de conservación que tengan.

El azolve causa los siguientes daños en los Distritos de Riego:

1.- Obstrucción de área hidráulica de los cauces, originando la disminución del gasto que deben conducir, ocasionando con ello la deficiencia del servicio y pérdidas de cosechas.

2.- Invasión de tierras de cultivo por los depósitos de azolve extraídos.

3.- Disminución en la capacidad de conservación del Distrito, por la reducción presupuestal que ocasiona su costo de extracción.

Para llevar a cabo el desazolve generalmente se hace - - con equipo mecánico. Para ello previamente se realiza un análisis del funcionamiento de las obras.

En canales de riego puede permitirse una obstrucción hasta un 20 a un 30% del área hidráulica, según la magnitud de la sección del canal y teniendo presente la posibilidad de invadir con el tirante del canal, una parte del bordo libre para compensar en parte dicha obstrucción y no perjudicar los cultivos.

En drenes se considera que puede admitirse un espesor en términos generales hasta 0.5 m. de azolve, sin que ocasione un problema serio en el funcionamiento de las obras.

En cada caso los Distritos deberán hacer una determinación de las condiciones máximas de azolve que pueden admitir en las obras sin que ello represente una afectación en los servicios por disminución del gasto.

Definidos los límites máximos de azolve, se determina la frecuencia con que estos se presentan. Por observaciones hechas, se puede considerar que en un promedio, debe llevarse a cabo el desazolve cada 4 años, o sea, cada año debe desazolvarse la cuarta parte de la red.

Cuando en la extracción debe de emplearse mano de obra, es preferible que se haga anualmente en los canales antes de la época en que la obra va a requerir su máxima capacidad y en los drenes un poco antes de la temporada de lluvias o de avenidas.

Para la extracción de azolve en canales y drenes, el procedimiento más conveniente es la draga de arrastre con hoto y también el retroexcavador, según el caso. Estos equipos se emplean principalmente cuando los cauces están permanentemente con agua o cuando menos muy húmeda o lodosa la sección y no permite el acceso dentro de ella de algún equipo de desplazamiento rápido, que permita un menor costo.

Para el empleo del equipo mencionado, se ha visto que la draga de 1 - 1/4 Yd³. es aconsejable cuando los volúmenes de azolve son mayores de 3,000 m³ por Kilómetro y en ocasiones cuando están entre 1,000 y 3,000 m³/Km, siempre que las plantillas de los drenes o canales no sean muy anchas.

La draga de 3/4 Yd³ debe emplearse en canales y drenes para el desazolve cuando sus volúmenes son de 1,000 a 3,000 m³/Km si las plantillas de éstos son relativamente grandes, sin rebasar su alcance y para volúmenes menores de 1,000 m³/Km.

Para plantillas menores de 1.50 m de canales o drenes, el equipo más apropiado para realizar el desazolve es el retroexcavador, ya que la draga de 3/4 Yd³ abocornaría las secciones.

En general, para fines de conservación, la capacidad del equipo de dragas no pasa de la yarda cúbica, prevaleciendo entre media y tres cuartos de yarda cúbica, buscándose en todo tiempo condiciones de máxima movilidad, prefiriéndose en muchos casos disminuir la capacidad y aumentar el número de unidades.

Cuando los cauces de drenes y canales pueden estar secos y permiten bajar maquinaria a la plantilla del canal, es más ventajoso ejecutar el desazolve con tractor equipado con buldozer o angledozer, - auxiliador en casos especiales con draga para extracción rápida de volúmenes acumulados.

Utilizando el equipo de dragas el trabajo puede realizarse tanto cuando los cauces están con agua como en seco. Siempre que exista la posibilidad de realizar el trabajo en seco, debe preferirse, pues en estas condiciones se logra más perfección y mayor economía. Cuando el trabajo se ejecuta dentro del agua, el operador del equipo no puede ver la excavación que está realizando, y por lo general, va dejando bancos sin excavar que no permiten recuperar la sección del canal. Aparte de ello, se tiene que pagar el volumen total de excavación que indican las secciones transversales con un porcentaje de bonificación por trabajo en agua. Cuando se trabaja en seco, el trabajo se ejecuta con mayor comodidad y puede medirse con oportunidad y precisión el volumen removido y los precios unitarios se aplican sin ninguna bonificación.

El producto de la excavación se depositará preferentemente sobre el bordo, especialmente en aquellos que no se encuentran al nivel del bordo libre siempre que éstos no estén revestidos, o en tal forma que puedan ampliarse los coronas o hacer que los taludes exteriores suavicen su pendiente. Extendiendo dicho material tan pronto como está suficientemente seco y en su caso acondicionar debidamente los caminos sobre los bordos respectivos.

Los rendimientos en cauces muy pequeños o medianos y cuando los volúmenes son pequeños, conviene hacer el desazolve con gente, - prefiriendo el procedimiento de "tareos de usuarios", en los Distritos - que tienen implantado este sistema.

Los rendimientos para el desazolve de canales y drenes en promedio, son los siguientes:

Con draga 1-1/2 Yd³ es de 110 m³/hora en seco y 68m³/hora en agua.

Con draga 3/4 Yd³ es de 70 m³/hora en seco y 45m³/hora - on el agua.

Con retroexcavador 1/2 Yd³ es de 45 m³/hora en seco y 35 m³/hora en agua.

El rendimiento para desazolve con gente, se considera de 4 a 8 m³/turno, dependiendo de las dimensiones del canal y de las condiciones climatológicas del lugar.

4.3. Las erosiones.

Una zona de erosión se formará siempre que por cualquier causa se presente una elevada velocidad del agua o fuertes turbulencias más allá de lo que el material del canal pueda resistir que, si no se protege debidamente, puede causar una ruptura en los bordos o paredes de la sección.

En general, es recomendable observar cuidadosamente cualquier zona de erosión incipiente, para poder formarse el criterio de la prontitud con la que debe protegerse, sin tomar en cuenta la resistencia aparente de un material, ya que no siempre garantiza de que resistirá el ataque indefinidamente, existiendo casos en que un conglomerado o una roca firme y aparentemente resistente, cedan al ataque mucho antes de lo previsto y en que materiales arcillosos resistan más de lo esperado o aún indefinidamente. Así mismo puede ser origen de derrumbes intermitivos, cuyas causas no se apreciaron a simple vista, por esto se aconseja una vigilancia y observación constantes, tanto de las secciones de los canales como de las zonas adyacentes.

Los lugares en donde existen siempre altas velocidades del agua y por lo tanto fuertes erosiones, son las zonas localizadas inmediatamente aguas abajo de las estructuras, como caídas, represas, tomas, puentes, sifones, alcantarillas, puentes canales, etc. y es en donde se concentran las mayores actividades de protección a los taludes por este motivo .

En ocasiones las protecciones no cubren toda el área que es indispensable proteger del terreno natural y se producen socavaciones y asentamientos que destruyen finalmente los revestimientos de protección.

En términos generales, puede decirse que todo estrechamiento de la sección de los canales produce aguas abajo un aumento de la velocidad del agua y por lo tanto una posible zona de ataque que deberá protegerse convenientemente. Además, en la zona de unión entre un material rígido o duro y otro blando y deleznable, se producen una acción erosiva sobre el material más blando, tanto más importante cuanto mayor sea la diferencia de rigidez de los materiales, incrementándose el poder del ataque a medida que la erosión avanza.

Entre los métodos empleados para combatir la erosión de los taludes y la socavación de los revestimientos se encuentran el uso de diques permeables formados por ramas (sostenidos con postes y alambres con pñas) llamado también enfajinados, que se colocan formando verdaderos revestimientos de los taludes, combinado en ocasiones con enrocamiento a "volteo" como anclaje para las ramas. Otro medio de protección es la roca tirada a volteo dentro de los socavones formados por la erosión o sobre los taludes en su caso, prolongándose hacia aguas abajo todo lo posible. Pero el método más eficaz para resolver el problema de la erosión es el " revestimiento " de toda la sección del canal en toda la zona en que las velocidades del agua sean superiores a las que los materiales originales puedan resistir, teniéndose siempre en consideración la proporcionabilidad de los costos de conservación de las obras en general y de las protecciones en particular, longitud que por lo general, no es superior a 25 o 30 m.

El revestimiento de estas zonas puede consistir de losas de concreto construidas con diversos métodos, formas y sistemas conocidos, losas de suelo-cemento, losas de concreto pobre sin pulir, así como de zampeados emboquillados con mortero (piedra acomodada a mano y junteada con mortero de cemento), con concreto, o simples revestimientos con piedra acomodada a mano sin emboquillar. Y finalmente colocar entre el revestimiento y la tierra una pequeña zona de grava, de manera que -- haya una transición de rugosidades, con ello se ahorrará trabajos futuros de conservación.

4.4. Ruptura de los canales.

Las más frecuentes rupturas de los bordos de los canales tienen como causa una filtración excesiva o tubificación o una erosión intensa y violenta de la parte exterior de los bordos causados por un desbordamiento del agua de los canales o un flanqueo de la estructura de entrada de un arroyo o de desbordamiento de esta corriente. Puede llegar también a romper un bordo una erosión del lado mojado que no se detenga oportunamente. En condiciones normales estas causas pueden contrarrestarse con oportunidad y a bajos costos.

Cuando las filtraciones de los canales no rebasan el límite de las pérdidas ordinarias por este concepto, por lo común, no ofrecen ningún peligro de ruptura de bordos.

Cuando por cualquier causa se forma una línea de filtración excesiva, sino se localiza y se cierra oportunamente, puede producir una ruptura violenta total o parcial del bordo. Estas vías de filtración excesiva se presentan con mayor frecuencia en las zonas de rellenos o de terraplén, como es el vaso de una alcantarilla para dar paso a un arroyo por debajo del nivel del fondo del canal a través de zampados y revestimientos que descansan sobre bordos de terraplén.

En secciones de terraplén de canales localizados en terrenos sueltos y porosos, como los terrenos aluviales, son fácilmente atacados por tusas o topes que forman grandes y largas galerías en las que se forman grandes vías para el agua, en que frecuentemente aparecen a muchos metros de distancia del canal. Inmediatamente se debe recurrir

a cerrar la compuerta respectiva y taponar la galería, ya que esta vía de escape, una vez establecidas, son incontenibles y llegan a producir una ruptura de importancia en el bordo. Por lo tanto, es recomendable que los bordos de los canales no permanezcan en seco un largo tiempo, de lo contrario, se presentarán dificultades en la reanudación del ser vicio, así como trabajos de taponamiento de galerías y una estrecha vi gilancia para poder descubrir una vía peligrosa. Un remedio radical y definitivo es el revestimiento de los canales en las zonas afectadas.

4.5. Terracerías en canales y drenos.

Terracerías en Canales.- Se refiere principalmente a reforzamientos de bordos que sufren normalmente deterioros de desgaste -- por los siguientes factores:

- a) Erosiones por lluvias.
- b) Paso o acceso de ganado.
- c) Tránsito de peatones.
- d) Tránsito de vehículos.
- e) Arrastros por viento.
- f) Daños por tuzas, ardillas y topos.

Que se debilitan o disminuyen el bordo libre del canal, poniendolo en peligro de desbordar y ocasionar daños de consideración a cultivos o poblados.

Para este concepto de trabajo no tienen datos de desgaste de bordos, del orden de 5 cm por año en bordos sin compactar formados con draga y de 3 cm por año en bordos compactados.

Para el reforzamiento de los bordos, los procedimientos más recomendables son:

- 1.- Reforzamiento con tractor bulldozer de préstamo lateral.
- 2.- Reforzamiento con motoescrepa de préstamo lateral.
- 3.- Reforzamiento con motoescrepa con acarreo hasta de 2 Kms.

4.- Reforzamiento con cargador y camiones con acarreos -
mayores de 2 Kms.

Es frecuente en los Distritos de Riego hacer el reforzamiento de bordos con préstamo lateral, utilizando draga, lo cual es perjudicial para el funcionamiento de los canales; porque el préstamo lateral ocasiona filtración del canal que cuando se conecta a la red de drenaje, se forma un aren ladrón que acentúa el problema de falta de agua en el Distrito, o bien produce problema de ensalitramiento y elevación de mantos freáticos en las áreas de cultivo.

El producto de préstamo al colocarse con draga forma bordos sueltos que da mayor desgaste y al no recibir el borde viejo ninguna compactación para cerrar sus poros, carecen de finos. Por tal motivo con las filtraciones, los bordos del canal gradualmente van haciéndose más permeables.

En el reforzamiento de bordos en canales chicos, con volúmenes pequeños, se recomienda hacerlo con gente y de preferencia, en las tierras de los Usuarios.

Los rendimientos promedio para este tipo de trabajo, son de 40 a 75 m³/hora en el reforzamiento con tractor de préstamo lateral, dependiendo de la distancia de préstamo, y con tractores bulldozer D-4, D-5 ó similares, que son los equipos comunmente empleados en estas labores.

Con motoscropa de 9 Yd³ y con circuitos promedios de 200 m, el rendimiento de reforzamiento de bordos en promedio es de 80m³/hora.

Para motoscrapa de igual capacidad y acarreo de 2 Km., el rendimiento es de 25m³/hora.

Si el reforzamiento se hace con cargador abastecido por medio de un número adecuado de camiones, el rendimiento para el reforzamiento de bordos es en promedio de 50 m³/hora.

Para los volúmenes con mano de obra, el rendimiento varía de 3 a 8 m³/turno dependiendo de los factores mencionados. Para el desazolve.

Terracerías en Drenos.- Corresponde propiamente al descope de los bordos de desperdicio, por motivo del producto de desazolve -- que coloca semiacordonado sobre el bordo de desperdicio viejo y que no puede extenderse para formar bordo-camino hasta que no esté creado el material y con el punto adecuado para poder ser manejable por el equipo. Incluye también el relleno de erosiones o cárcavas que se producen por las lluvias o encurrimientos sobre las bermas.

La frecuencia con que debe llevarse a cabo el movimiento de terracerías para la conservación de las obras, es conveniente que sea del mismo índice que para el desazolve, a efecto de que se aproveche el paso de las máquinas por el lugar y reparar integralmente la obra, eliminando tránsitos superfluos de la maquinaria.

Los rendimientos para las terracerías en los drenes son muy variables, siendo también los volúmenes a descopetar y el ciclo que establece el operador para la draga variables, es recomendable hacer en cada caso un recorrido previo para balancear las condiciones en que se

encuentra el bordo y se establece un rendimiento promedio por kilómetro de dren.

Generalmente en canales y drenes que presentan la necesidad de un desazolve frecuente, no requieren que se les haga un trabajo adicional de reforzamiento de bordos, ya que con el aprovechamiento adecuado del azolve, se suple el desgaste de los primeros.

Con lo anterior, se pugna porque los canales tengan su sección máxima de eficiencia, para disminuir el costo de conservación, y que los drenes tengan el diseño de su sección accesible para su conservación con equipo de desplazamiento, como son los tractores de orugas o agrícolas y su herramienta apropiada, en vez de las dragas de arrastre.

4.6. Pérdidas por filtraciones en canales.

Las pérdidas por conducción de los canales de riego están formadas principalmente por las pérdidas por evaporación y las pérdidas por filtración. La magnitud de las pérdidas de conducción depende fundamentalmente de los siguientes factores.

- a) Características del material que constituye el perímetro mojado del canal.
- b) Tiempo del servicio del canal.
- c) Características y cantidad de los azolves.
- d) Extensión del área mojada y caudal del canal.
- e) De la temperatura del agua y del suelo.
- f) De los niveles freáticos y condiciones de drenaje del suelo y subsuelo, con relación a la elevación de la plantilla del canal.
- g) De la acción de la capilaridad y de la velocidad del agua de filtración.

Las pérdidas por evaporación se llevan a cabo sobre la superficie libre del agua de los canales particularmente, pero además a través de todas las superficies humedecidas por las aguas del canal arriba del nivel de la superficie libre que ascienden por capilaridad y tensión superficial a través de los poros del suelo y también sobre las superficies de las hojas de la vegetación que se desarrolla en los taludes o sobre la superficie libre del agua, dependiendo de los factores que le son propios para la evaporación (el viento, su humedad, dirección, velocidad, temperatura, insolación, topografía, altitud, latitud, etc.).

Del total de las pérdidas por conducción, las debidas a la filtración son, por lo general, las de mayor importancia y a disminuir dichas pérdidas en lo posible debe destinarse los mayores cuidados y esfuerzos posibles, ya que el ahorro que hagamos del agua se traducirá en un aumento de la superficie regada y por lo tanto, mayor productividad agrícola. La forma más efectiva de reducir en un elevado porcentaje las pérdidas por filtración, es la de impermeabilizar el fondo y taludes de los canales, -- revistiéndolos con cualesquiera de los materiales y métodos conocidos.

4.7. Revestimiento de Canales.

Los principales fines del revestimiento de canales es la de evitar las pérdidas por filtración, considerables ahorros en los costos de conservación de las obras por que disminuyen los costos de desa-zolves, desyerbes, extracción de vegetación acuática, putección en las zonas erosionadas y también se consigue el descenso de los niveles freagicos en las cercanías del canal. Como los trabajos de revestimiento de canales demandan una elevada inversión por metro lineal, es necesario - un estudio económico para su justificación.

Otros de los factores que contribuyen a dar la preferen-
cia para revestimiento de canales son:

- La necesidad de menores secciones transversales, que -
las que requieren otros tipos
- La tolerancia de mayores velocidades que otros tipos.
- La buena resistencia a los daños mecánicos y la facili
dad con que se hacen las reparaciones.
- La necesidad mínima de limpieza y combate de mala hier
bas.
- Eficiente combate de malas hierbas en los bordos.

Revestimiento de concreto.- En forma general, se entien-
de como revestimiento de concreto en los canales de riego el concreto -
simple o sin refuerzo. Los espesores de este revestimiento varían de 5
a 8 cm. Aunque tiene un elevado costo inicial, su larga duración hace -
que compita ventajosamente con otros revestimientos, más baratos pero de
vida más corta y que exigen, además, labores más o menos frecuentes y --

más o menos costosas de conservación.

El revestimiento de concreto es colado en el sitio, así como de losas precoladas.

Revestimiento de asfalto.- Este material, salvo en casos de poco volúmen de revestimientos, se aplica en caliente y se protege o recubre con una capa de tierra o grava. Está expuesto a daños por la penetración de la vegetación y por lo tanto el material debe esterilizarse; cuando se trata de un material no esteril por sí mismo, no se coloca en lugares donde se prevean erosiones o impactos, ni con taludes que tienen inclinaciones fuertes (se acepta 3: 1) además no evita la acumulación de azolves, ni el crecimiento de la vegetación acuática y resiste velocidades bajas si no está recubierto con grava. El único problema que resuelve es el de la filtración del agua.

Revestimientos con suelo-cemento.- Su resistencia depende de la clase de suelo empleado y de la cantidad de cemento aplicado - obteniéndose mejores resultados con suelos arenosos que con arcillosos; se debe aumentar la cantidad de cemento a medida que aumenta el contenido de arcilla. Tienen la ventaja de su bajo costo, especialmente en terrenos aluviales; resisten velocidades superiores a los canales no revestidos y evitan el crecimiento de la vegetación acuática; impide que las tuzas construyan galerías y reducen las pérdidas por filtración.

Revestimiento de tierra compactada.- Con la compactación de los bordos se consigue disminuir las pérdidas por filtración. Recurso recomendado en los casos de rupturas o en los tramos de canal de filtraciones excesivas.

4.8. Conservación de las estructuras de la red de distribución.

Las estructuras de la red de distribución puede clasificarse en:

- a) Estructuras de operación o distribución.- tales como represas, tomas laterales y tomas granja.
- b) Estructuras de cruce (en ríos, arroyos, vías de comunicación y drenes).- tales como sifones, alcantarillas, puentes caminos y diques.
- c) Estructuras de protección.- Caídas, desagues totales o parciales, entradas de agua, etc.

Frecuentemente se tienen combinaciones de estas estructuras denominándose estructuras múltiples, como son los puentes, represas, caídas-toma-lateral, toma-granja-doble y otras.

Los trabajos de conservación que se efectúan en las estructuras de las redes de distribución, comprenden la limpieza y pintura de las superficies metálicas de las compuertas radiales, deslizantes y Miller reparaciones de dichas compuertas y sus mecanismos de operación, reparación de zampados aguas abajo de las represas y caídas, la prolongación de dichos zampados, el relleno compactado de tierra en donde se tengan asentamientos, la obturación de cuarteaduras en el concreto o en las mamposterías según el caso, así como las modificaciones de algunas estructuras en caso necesario, con el objeto de que sean más eficientes.

4.9. Conservación de estructuras de la red de drenaje.

Dentro de las principales estructuras de la red de drenaje están: Puentes para vehículos, los vados, las alcantarillas, entradas de agua y remates de drenes.

Es importante la inspección periódica de todas las estructuras, con el objeto de detectar fallas y corregirlas oportunamente, ya que en su descuido ocasionaría fallas de mayor costo o incluso la destrucción parcial o total de la estructura.

En las temporadas de lluvia sufren desperfectos los puentes para vehículos en sus entradas que es necesario corregir, con material acarreado o con préstamo hecho con tractor. En ocasiones es necesario revestir con enrocamiento o zampeado junteado en éstas estructuras, con el fin de proteger las pilas y estribos de erosiones y socavaciones, que de suceder puede ocasionar su falla.

En las alcantarillas, que son estructuras de cruce de caminos, vías férreas, canales, drenes, los trabajos de conservación a ejecutar son: limpia de malezas, desazolve y reparación de zampeados, principalmente aguas abajo.

En las entradas de agua, cuando se presentan caudales mayores que el que puede admitir, el agua flanquea y provoca asentamientos. Los trabajos de conservación deben ejecutarse con toda oportunidad y consisten en el relleno compactado de las zonas socavadas y reposición de algunas partes de zampeados, ya que si no se realizan estos trabajos oportunamente, pueden presentarse asentamientos y aún el deterioro permanente de la obra.

Conservación de Remates de Drenos.- Estas estructuras se construyen en la terminación de los drenos en su parte alta y tienen como fin evitar la erosión de los terrenos. Estas pueden sufrir flaqueos cuando se tienen fuertes precipitaciones, con la oportunidad debida deben repararse con relleno compactado.

Los trabajos de conservación de estructuras de las redes de distribución, irriego y caminos son ejecutados por las cuadrillas de conservación por administración y con maquinaria y equipo del propio Distrito generalmente.

En términos generales, la programación de la conservación de las Estructuras en el Distrito de Riego, difiere de la conservación de terracerías, porque los desperfectos que sufren aquellas, no son predecibles, ni en cuanto a tiempo ni en cuanto a localización.

En terracerías se puede fijar con cierta seguridad una frecuencia de conservación que requiere una obra determinada, ya que ésta depende principalmente de la cantidad de azolve depositado en la sección hidráulica o bien del desgaste o asentamiento que sufren los bordes en el caso de canales. En el caso de las estructuras, hay que mantener una constante vigilancia, ya que no se puede determinar la frecuencia con que se pueden presentar los desperfectos, salvo las superficies metálicas, en las que si se conoce la duración de la pintura protectora; También pueden presentarse fallas en el concreto, mampostería y zampados provocadas principalmente por deficiencias en las terracerías en donde están construidas. De esta observación constante y directa y de la jerarquización de los daños sufridos resulta el programa anual de conservación de estructuras.

Las estructuras que más frecuentemente sufren desperfectos en el caso de canales, son las represas, algunas veces por mal diseño hidráulico o bien, debido a que a un canal se le aumenta la superficie de riego y por consiguiente, el gasto por conducir, sin modificar adecuadamente el área hidráulica de las represas. En el caso de drenes, las estructuras que más frecuentemente fallan son las entradas de agua, a veces por su escasa capacidad que no permite el paso de los escurrimientos pluviales y otros casos, por lo mal compactado de los rellenos. En uno y otro caso se forman erosiones que generalmente se traducen en fracturas en la obra.

Las estructuras con un buen diseño hidráulico y estructural, construida con la calidad necesaria, una localización adecuada y una buena operación, sólo requerirá de una ligera conservación que consiste en una limpieza, deshierbe, lubricación y pintura.

El número de cuadrillas necesarias para la conservación normal de estructuras, depende de varios factores como son la extensión y forma del Distrito, el número de estructuras con cuenta y la frecuencia de piezas por structure, sin saber, por las condiciones señaladas anteriormente, cual es la que debe arreglar pero se marca dicha frecuencia, fijada según observaciones.

Estos trabajos generalmente consisten en excavaciones, rellenos, reconstrucción de zampados o de concreto, etc., requiriendo de vehículos como camiones de volteo y de redilas para la transportación de personal, equipo, herramientas y materiales de construcción. Dichas labores comúnmente son emergencias mayores y menores y por lo tanto, se efectúan por administración para poder contar con el personal especializado y utilizarlo en las diversas actividades, que resultaría costoso por los precios unitarios especiales en una conservación contratada.

V CONSERVACION DE CAMINOS, MAQUINARIA DE CONSERVACION
Y OBRAS AUXILIARES.

- V. 1.- CONSERVACION DE CAMINOS
- V. 2.- PLANEACION DE LA CONSERVACION DE CAMINOS.
- V. 3.- BARRERAS EN CAMINOS.
- V. 4.- MAQUINARIA DE CONSERVACION.
- V. 5.- CONSERVACION DE LAS REDES TELEFONICAS.
- V. 6.- CONSERVACION DE LAS ESTACIONES DE AFOROS.
- V. 7.- CONSERVACION DE EDIFICIOS.

5.1. Conservación de los caminos.

La red de caminos dentro de los distritos de Riego está formada por los caminos de operación y la red general de caminos. Los primeros son aquellos que permiten llegar a las estructuras importantes del Distrito, tales como la presa de almacenamiento, la presa de derivación, algunas bocatomas principales, así como mantener una vigilancia a lo largo de los canales principales y de todos aquellos que merezcan una observación continua.

La red general de caminos tiene la función de comunicar todos los centros poblados localizados dentro de los límites del Distrito, así como proporcionar fácil acceso de todos y cada uno de los predios. Esta red de caminos constituye el sistema principal del Distrito y de su estado de conservación dependerá su funcionamiento y el grado de actividad de la vida del Distrito. La carencia de caminos y el mal estado de los mismos producirá una lenta y difícil circulación, deterioro de los productos, altos costos de transporte y por consiguiente bajos ingresos para los agricultores.

Los caminos de operación casi en su totalidad se construyen a lo largo de los canales principales, tanto para usar el derecho de vía, como facilitar el tránsito de maquinaria o materiales para las reparaciones, como para lograr una correcta vigilancia.

Es práctica frecuente que los caminos en las coronas de los bordos de los canales sean para uso exclusivo de la administración, porque en las reparaciones o roturas de bordos, en la construcción de bocatomas, etc., se interrumpe con frecuencia el tránsito en esa vía, lo que no es aceptable en un camino de servicio público como lo es la red de caminos.

Los caminos interiores de servicio público pueden clasificarse en troncales y secundarios. Los primeros necesitan estar en servicio todo el año, por lo que es conveniente revestirlos con grava o materiales adecuados, excepto en donde el terreno sea suficientemente firme. Los caminos secundarios son vías de servicio para unos cuantos usuarios.

La conservación de la red general de caminos comprende los trabajos de deshierbo; bacheo tanto en los tramos revestidos como en los tramos sin revestir; conformación de las superficies de rodamiento; reparación de los tramos de terracerías que lo ameriten; desazolves y construcción de cunetas y contracunetas; reparación de las estructuras de cruce con arroyos, canales y drones; señalamiento y protección en general especialmente en los cruces con canales con la finalidad de que el tránsito se realice dentro de la mayor seguridad posible.

Los caminos sobre los bordes de los canales tienen una conservación semejante, con frecuencia son comparables a la conservación de los canales como en el caso de terracerías y deshierbo.

5.3. Planación de la conservación de los caminos.

En el curso del año, destacan dos épocas en las que la conservación de los caminos debe ser intensiva y preferente:

La Temporada de lluvias.

La época de cosechas.

En los dos periodos se debe de tomar en consideración el análisis de las características de cada Distrito. Por ejemplo, la etapa de recolección demanda mayor intensidad en los Distritos con monocultivo que en las áreas diversificadas, y en el caso de las lluvias, también se tiene de un Distrito a otro muy variadas condiciones. Sin embargo, prevalece en todos los casos el de atacar con prioridad la conservación de caminos que redunde en el mayor número de beneficiados.

En los Distritos es recomendable, para definir programas y conceptos, lo siguientes:

1a.- Definir en cada Unidad de Distrito.

- a) Caminos pavimentados.
- b) Caminos revestidos transitables en todo tiempo
- c) Caminos terraceros.

2a Estudiar la comunicación que se tiene en cada tipo de camino, determinando en cada caso, la distancia en kilómetros de la parcela más alejada al arribo de un camino.

3a.- La red formada por los caminos pavimentados y revestidos transitables todo tiempo, complementada con algún o algunos caminos terraceros ó brechas localizados en los "cuadros mayores" que definen los primeros, compone lo que llamaremos red troncal.

42.- En el estudio de la red troncal, se determinará la distancia máxima a que dicha red sitúa a los usuarios desde su parcela a un camino de tránsito seguro en todo tiempo. Esta distancia varía de 2 a 4 kilómetros regularmente.

52.- Definir la red troncal de cada Unidad, el tiempo necesario para expedirla en sus caminos terraceros o brechas oficiales, de acuerdo con la capacidad del equipo asignado a la Unidad de que se trate, bajo el supuesto de una lluvia general e intensa.

62.- Con igual criterio, definir en cada Unidad la red secundaria, que sólo tendrá caminos terraceros y que correrá la cuadrícula de la red troncal, determinando para los usuarios una distancia de su parcela a alguna brecha, equivalente al 50% o 60% aproximadamente a la determinada por la red troncal.

72.- El programa de trabajos a los caminos, se integrará atendiendo en forma preferente siempre a la red troncal y continuamos con la secundaria.

82.- En el caso de lluvias súbitas se deberá de movilizar de inmediato la maquinaria, para expedir la red troncal, si ésta es afectada en su parte vulnerable (caminos de terracerías) para regresar después a la red secundaria.

92.- Conforme al punto anterior, Hidrometría deberá entregar un reporte diario de las lluvias en todas las estaciones del Distrito de La Resiliencia.

5.3. Terracerías en caminos.

El movimiento de terracerías está en función del número de rastreos o conformaciones que se llevan a cabo por cada ciclo anual de riego. Generalmente el desgaste de los caminos está sujeto a los mismos factores que se señalaron para el reforzamiento de bordos, siendo en este caso el más importante el tránsito de vehículos, considerando que en promedio debe hacerse la reposición de la red de caminos cada 10 años, o sea que anualmente se atenderá la reposición de la décima parte de la red.

El equipo para llevar a cabo esta tarea es el mismo que se mencionó para el reforzamiento de bordos, ya que por lo general en el caso de los caminos sobre los bordos se realizan en común, solo que hay que añadir como complementario la motoconformadora para el acabado de sus terracerías.

La conformación y Rastreaos Necesarios.- De acuerdo con las experiencias de los Distritos de Riego, la conformación debe hacerse una vez al año en la fecha más conveniente para restituirle sus características de proyecto, pudiendo ser esta de 5, 7 o de 9 pasadas de motoconformadora dependiendo lo deteriorado del camino, y los rastreos deben ser como máximo dos en el año, también en el momento más conveniente, para que su aprovechamiento dure el mayor tiempo posible. Lo anterior no quiere decir que no se realicen mayor número de rastreos en el año a determinados caminos - porque habrá partes que lo necesiten y otras que no requieran ni uno, por lo tanto se establece que en promedio debe considerarse 2 rastreos como máximo y 3 pasadas de motoconformadora, para poder dar la circulación y acceso adecuado a todos los beneficiarios.

Es necesario tener presente que al conservar los caminos de los Distritos de Riego es para mantener el acceso a las distintas áreas del mismo con seguridad y no para transitar en ellos a altas velocidades.

Para tener el tránsito durante todo el año, es muy conveniente en muchos caminos llevar a cabo su revestimiento con grava, caliche, tezonite o cementantes.

Es muy importante para este tipo de acabado, seleccionar -- los caminos estratégicos para asegurar el funcionamiento de las obras importantes para la operación del Distrito así como las de beneficio colectivo.

No es posible revestir toda la red de caminos de tierra, -- porque el revestimiento, aún cuando es de menor costo que la pavimentación tiene una corta duración y resulta muy costosa para la capacidad presupuestal de los Distritos.

Es recomendable que para los caminos que vayan a ser revestidos, se emplee la compactación con planchas y se le dosifique agua, para obtener materiales con mayor resistencia al tránsito y de mayor durabilidad.

Dentro de la conformación y rastreo de caminos quedan incluidos los bordos de canales y bordos de bermas de drenes, siendo muy importante que tenga pendiente de 2% hacia el lado contrario al eje del canal cunetas y las estructuras apropiadas para el desalojamiento del agua pluvial sin acarreos o erosiones de las terracerías.

5.4. Maquinaria de conservación de las Obras.

La adquisición de maquinaria para la conservación de las obras de los Distritos de Riego para la realización oportuna de los trabajos de conservación en muchos de ellos ha sido de gran beneficio por el costo más bajo de dichas labores de conservación.

En otros Distritos la adquisición de tal maquinaria ha tenido resultados contraproducentes en la conservación de las Obras, porque no se tomaron en consideración diversos factores para su adquisición y por lo tanto dicha maquinaria representa una carga pesada en la economía de los Distritos y para poder sobrellevar tal situación prefieren mantenerla ociosa.

Generalmente se selecciona la maquinaria del mismo tipo para la conservación que la de construcción de dichas obras, sin tomar en cuenta que los volúmenes que deben moverse en este caso representa apenas un porcentaje de los volúmenes de construcción en tal circunstancia, si el costo horario de las maquinarias es el mismo, se incrementa el costo por unidad de obra de conservación a causa de los bajos rendimientos con que se opera.

Para una optimización, se ha demostrado que los trabajadores de conservación deben ser mecanizados, resultando mejor realizarlos con equipo ligero de más rápido desplazamiento y mayor frecuencia de uso, en vez de emplear maquinaria pesada que por motivo de la condición dinámica que deben tener los Distritos constituye un fuerte desperdicio de capacidad y un desgaste acelerado en los trámites del equipo.

Las actividades que determinan la conveniencia de adquirir maquinaria en un Distrito de Riego son:

1.- Motivar a los agricultores o contratistas locales que tengan el equipo adecuado, para que con dicho equipo realicen trabajos de prueba por "máquina" en la conservación de las obras, para determinar si los rendimientos y costos son prácticos y económicamente factibles de realizar.

2.- Investigar si los volúmenes de obra por realizar en el Distrito mantendrán trabajando a la maquinaria durante un promedio de 2,000 horas efectivas por año.

3.- Valorar si el Distrito de Riego tiene capacidad presupuestal suficiente para pagar los costos de operación, mantenimiento y amortización de la maquinaria.

4.- Verificar si la maquinaria propuesta tiene mercado, servicio y refacciones en la región, para no tenerla inutilizada períodos largos de tiempo en descomposturas.

5.- Si por las condiciones locales de servicio o por el clima, etc., la maquinaria por adquirir, debe permanecer parada durante largos períodos, es preferible que los trabajos se realicen con la maquinaria propia del Contratista, en virtud de que si el Distrito se cargara durante esos períodos el sostenimiento del personal y la amortización del equipo granando el costo de los trabajos; en cambio, el contratista no depende exclusivamente del Distrito y operar su equipo en otras Obras.

6.- Debe de tenerse en cuenta el costo de mano de obra que prevalece en el lugar y las condiciones o presiones sociales que hubiera en el mismo porque la utilización de mano de obra regional a cambio del uso de maquinaria, pudiera ser obligada.

Recomendaciones para el buen funcionamiento y conservación de la maquinaria.

1.- Elaborar una lista completa de las partes de que se compone la maquinaria y hacer una clasificación de dichas partes de acuerdo con el instructivo de la maquinaria determinando primeramente el número de horas efectivas de uso de cada una de ellas, así como su frecuencia de reposición y su costo aproximado de adquisición periódicamente actualizado de acuerdo con el mercado.

2.- Tener existencia en almacén (si los proveedores no tienen capacidad de suministro), de las refacciones que de acuerdo con la lista antes mencionada, sean de frecuente reposición para evitar en el caso de descompostura de la maquinaria una estancia prolongada debido a la falta de refacciones, siendo en ocasiones su inutilización por reparación hasta más de 6 meses.

3.- La maquinaria debe de usarse específicamente para los trabajos para los que fué diseñada evitando que en ocasiones trabaje en condiciones sumamente forzadas que aceleran su desgaste y acortan su vida útil, o bien haga trabajos impropios con desperdicio exagerado de su capacidad que se traduce en bajos rendimientos a costos fuertemente elevados.

Los ejemplos más comunes son:

A) Una draga emparejando el producto de la excavación, cuando debe de emplearse tractor o equipo similar dotado de cuchilla de empuje.

B) Una draga excavando en material sumamente duro - Debe de emplearse tractor o equipo similar con oscarificador para aflojar primero el material y después hacer uso de la draga.

C) Dragas haciendo desmonte o deshierbe de maleza en canales o en drenes.- Debe de emplearse tractor o equipo similar con herramienta apropiada (desvaradora, topadora, etc.), o bien motosierras.

4.- La conservación de la maquinaria debe hacerse preventiva de acuerdo con las recomendaciones que establecen los instructivos de operación y mantenimiento por las razones siguientes:

a) Al descomponerse una máquina cuya conservación no fué programada, generalmente queda paralizado el trabajo indefinidamente porque ninguna de las personas que intervienen directa o indirectamente en la reparación, están preparadas (mecánicos jefes de servicio, agentes de compras, etc.), Se verá si en el mercado tiene las refacciones, Se verificará si existe partida presupuestal para adquirirlas y lo más probable es que la máquina tenga que esperar turno para ser reparada. Como consecuencia el Distrito de Riego sufrirá un daño muy serio tanto físicamente por la conservación diferida que indirectamente se produce como por la fuerte erogación que representa la adquisición de emergencia de las refacciones y los sueldos o percepciones de personal ocioso durante el tiempo de la reparación.

ción. Por otra parte ocasiona al no ejecutarse la conservación a tiempo, - deficiencias de los servicios y afectaciones a los cultivos.

b) Cuando la conservación es preventiva, en el almacén o -- con los proveedores deben tenerse: Las refacciones necesarias. La parte o partes que deben ser repuestas por haberseles terminado (teóricamente) su número de horas útiles, serán recogidas por el almacén para constituir - una reserva de emergencia mientras se adquieren nuev. s refacciones en el caso en que dichas partes se encuentran en condiciones de dar servicio y para garantizar que partes ya usadas no sirvan como vehículo simulador de reparaciones no efectuadas.

5.- El personal que opera la maquinaria deberá tener completo conocimiento del funcionamiento de sus componentes básicos y de la capacidad máxima de trabajo que debe de exigirle a la maquinaria sin que resientan perjuicio en sus partes.

Por medio de los instructivos o manuales debe aprender la utilización del equipo con la máxima eficiencia así como de las herramientas adecuadas para los distintos trabajos y, además conocer la posición y ángulo de ataque en distintos trabajos sobre materiales para obtener operaciones a plena carga sin tener desgastes excesivos ni poner en peligro el equipo.

6.- Es importante que el personal que tiene a su cargo la maquinaria obtenga suscripciones de las publicaciones que hacen los fabricantes y proveedores sobre el mantenimiento de la misma; siendo también conveniente que soliciten información al respecto a la Dirección de Conservación y mejoramiento de las Oficinas Centrales.

7.- Para programar y controlar el mantenimiento de maquinaria en aquellos Distritos que cuentan con varias máquinas, es importante la elaboración de una Bitácora de mantenimiento con clasificación de actividades y jerarquización de trabajos de inmediato, a 3 meses, a 6 meses, a 1 año, más de 1 año para cada parte del listado de los componentes de las máquinas.

8.- El personal de mantenimiento deberá vigilar que el cambio de refacciones, servicio de lubricación y engrase como las reparaciones tanto mayores como menores se efectúen precisamente al cumplirse las horas efectivas de trabajo que a cada máquina le corresponde y además, estar al pendiente de que los artículos que se sustituyan sean de buena calidad; es decir, que cumplan con las especificaciones que indica el manual.

9.- El empleo de aceites y grasas o lubricantes en general, deben ser los adecuados y de buena calidad para el servicio que deben prestar.

10.- Como complemento indispensable para la lubricación de la maquinaria, debe de hacerse la reposición oportuna de filtros adecuados de acuerdo con los manuales de la maquinaria.

11.- En la mayoría de la maquinaria los tránsitos representan el 40% de su vida útil, se recomienda efectuar revisiones periódicas con plantillas pre-establecidas para determinar su desgaste y atender a las siguientes reglas generales para preservar su duración.

a) Rodillos Superiores.- Cuidar que no halla acumulación de lodo sobre las guardas del tornillo tensor, que impida que los rodillos giren, asimismo, cuidar y vigilar que los soportes de los tornillos no estén vencidos.

b) Rodillos Inferiores.- Vigilar en su engrase que la grasa no salga por lo retenes y collares, de lo contrario, es una evidente señal de que los sellos están rotos. Cuando los rodillos son de tipo sellado, es recomendable revisar si no aparecen manchas de color rojo acusando fuga de aceite. Debe de vigilarse también que la tornillería que sujeta a los rodillos con el bastidor ("el track") no esté suelta, porque ocasiona desgastes en las caras laterales pegadas a los eslabones.

c) Cadenas.- Vigilar que estén templadas de acuerdo a la condición de trabajo; si el tractor está trabajando en suelos arcillosos - mojados, es necesario aflojarlos para evitar estiramientos por la acumulación del barro entre eslabones y catarinas; cuando se trabaja en terreno seco y no hay acumulación de materiales extraños, las cadenas deben tener una comba de 25 a 40 mm. El volteo de pernos de las cadenas debe efectuarse entre las 2 500 y las 3 000 horas de trabajo.

d) Zapatas.- Vigilar que la tornillería esté ajustada a 900 lb/pie de torque para evitar ovalaciones ocasionados por la holgura de estos "componentes". Su desgaste debe de medirse en los extremos; si es mayor de 2 mm., habrá necesidad de reconstruir.

e) Catarinas.- Vigilar que no se presenten fugas de aceite por los sellos; cuando se presenta un desgaste anormal en las caras laterales de los dientes o pernos, se debe a la falta de templado de las cadenas es necesario por lo tanto efectuar el ajuste a la tornillería cada 500 horas de trabajo.

5.5. Conservación de la red telefónica.

La red telefónica es valiosísima para auxiliar en la ejecución de todos los trabajos de distribución de las aguas y la conservación de las Obras y en general, para todas las actividades de la administración de los Distritos de Riego.

Por medio de la red telefónica se conocen diariamente los gastos, aberturas de compuertas, cargas, etc., por los informes de preseros y canaleros, e inmediatamente dando las órdenes necesarias para la mejor distribución del agua en la red de canales.

Para la conservación de la red de canales, drenes, caminos, etc., es también necesaria la red telefónica, toda vez que suceden accidentes, como filtraciones abundantes, fugas, derrames, rupturas de los bordos de los canales, etc. inmediatamente son reportados y rápidamente es posible hacer la reparación necesaria, resultando por lo general fácil y barata, no así cuando se carece de comunicación telefónica cuando se trata de lugares apartados, en cuyo caso la atención del mal es ya de grandes consecuencias por el alto costo que implica y por las interrupciones que ocasiona en los servicios.

Resulta por lo tanto, de gran importancia conservar la red telefónica dentro de las mejores condiciones de funcionamiento.

La conservación de las redes telefónicas consiste en la reposición de aisladores y espigas; fijación de crucetas; reposición de alambre o simples conexiones en los tramos cortados; enderezamiento de postes ladeados o su reposición en caso necesario; reparación de aparatos y accesorios etc.

El procedimiento conveniente para su realización es por administración, generalmente se asigna un monto base por kilómetro para su conservación.

5.6. Conservación de las estaciones de aforo.

Una eficiente operación del sistema de distribución del agua si no se cuenta con los datos de los volúmenes de agua, gastos que en un momento dado circulan en los diferentes elementos de este sistema, y los que llegan a las tierras de cultivo en las diferentes efluencias de la zona de riego.

En base a los datos cuidadosamente observados en las estaciones de aforos, concentrados, registrados y archivados es como logra formularse los "Planes de Riego". Esta estadística hidrométrica es una de las más importantes de las que debe de disponer un Distrito de Riego, para conocer y estudiar los problemas de posibilidades, distribución y funcionamiento que se han presentado y poder prever las disponibilidades, como los métodos de distribución y funcionamiento más eficaces en el futuro. También los registros hidrométricos proporcionan los datos que nos permiten conocer las alteraciones que van sufriendo las diferentes partes del sistema e indican la urgencia de realizar tal o cual reparación, conservación, adaptación.

Los trabajos de conservación de las estaciones de aforos, cuando se encuentran formadas por estructuras o elementos de carácter permanente, generalmente no son frecuentes ni costosas, pues se concentran en repintar, reponer y verificar la correcta instalación de las escalas; pintura y lubricación de los mecanismos de los limnigrafos y la limpieza de los conductos y del pozo de los mismos para remover los azolves que hayan pasado -

por el conducto y depositarse en el interior; además, pintura de puertas y ventanas, paredes y techos de las casetas, reparación de zampados y renovación de cunetas de desagüe. Cuando las estructuras tienen carácter provincional, los trabajos de Conservación son más frecuentes y de costos más -- elevados, pues necesitará además de las labores indicadas, reponer y pintar las diferentes piezas de madera de que constan las pasarelas y puentes de aforos, reposición, y pintura de las diversas piezas metálicas, como tem-- pladores, alambres, cables, tuercas, etc.

5.7. Conservación de edificios.

Los Distritos de Riego cuentan con un número determinado de edificios y diferentes dimensiones, tanto para alojar las dependencias del propio Distrito como con las oficinas principales, talleres, almacenes y - depósitos en general, como también para alojar al personal, principalmente el encargado de la vigilancia y operación de las obras y la distribución - de las aguas de riego.

Gran parte de los Distritos tienen alojadas sus oficinas y dependencias en general en edificios de propiedad particular, así como los destinados a bodegas, depósitos y talleres, siendo relativamente pocos los alojados en propiedad federal. En cambio, las casas donde se aloja el personal de vigilancia y de operación de las obras, casi siempre están cons-- truidos por el propio Distrito y son de su pertenencia.

En el caso de edificios de propiedad particular los trabaja-- jos correspondientes deberían estar a cargo de los mismos propietarios, pe-- ro con frecuencia éstos no los realizan con oportunidad, y el Distrito tie-- ne que ejecutar dichos trabajos, además de mejoras y adaptaciones de impor-- tancia que quedan en favor de la propiedad. Existen casos en los que los -

Propietarios absorben parte del costo de estas mejoras y también de algunos trabajos de conservación.

Los trabajos de conservación son los ordinarios para los edificios, como son: pintura en muros, puertas y ventanas, reparación de pisos, techos y muros, reparación y reposición de puertas, ventanas y vidrios, y en general, todo lo que tienda a conservar en buen estado y buena presentación los edificios.

CAPITULO VI : LOS PLANES DE RIEGO.

6.1 Definición.

En todo Distrito de Riego con la mayor anticipación posible a la fecha en que se debe iniciar un ciclo agrícola, se debe formular el llamado plan de riego. Para la formulación del plan de riego se deben realizar un estudio de los volúmenes de agua que es previsible disponer en un ciclo y de las necesidades de agua que deban cumplirse en el Distrito. En base a este estudio se realizará el balance entre las disponibilidades hidráulicas y los volúmenes necesarios para cubrir las demandas requeridas - para riego, usos domésticos, industriales y otros, buscando que no se tengan faltantes de agua o que sólo sean mínimas diferencias. Este balance se realiza por medio de tanteos ajustes de manera de alcanzar la mayor área - regada posible con las mínimas posibilidades hidráulicas, distribuyendo por meses los consumos y las extracciones requeridas de la fuente de abastecimiento.

6.2. Objetivo.

El objetivo principal de los planes de riego es conjugar y aprovechar al máximo posible, los recursos agua-suelo-planta-clima-obras - del distrito, de una manera ordenada y programada.

6.3. Estudios Previos.

Para poder realizar el estudio minucioso de las disponibilidades y las necesidades y finalmente, llegar a formular el plan de riegos correspondientes, es indispensable disponer de diversos estudios, registros y datos estadísticos correspondientes al distrito de que se trate. Entre los de mayor importancia pueden citarse los siguientes:

- a) Estudio agrológico del distrito
- b) Estadística agrícola del distrito
- c) Registros hidrométricos de las corrientes utilizadas
- d) Registros hidrométricos de los volúmenes de agua derivados a los canales
- e) Registros meteorológicos.
- f) Coeficientes de riego utilizados
- g) Condiciones de la red de distribución
- H) Distribución de la propiedad

Estudio agrológico. En el estudio agrológico de cada distrito se encuentra consignada la distribución que en la zona de riego tienen los diversos tipos de suelos y las características de cada uno de ellos: textura, estructura, porosidad, compacidad, capacidad de retención de la humedad, etc. así como los de topografía, profundidad y productividad. Todos estos datos proporcionan la orientación indispensable para hacer la distribución más favorable de cultivos de manera de no permitir que se practiquen cultivos de inundación o de frecuentes y abundantes riegos que desperdiciarían grandes volúmenes de agua en perjuicio de otros cultivos; en suelos excesivamente porosos y permeables (arroz sobre suelos de aluvión por ejemplo) no incluir cultivos asociados en suelos delgados y de fuertes pendientes, etc., tratando de que las necesidades de los cultivos puedan -

satisfacerse con la menor cantidad de agua posible para regar la mayor extensión del Distrito. En fin, el estudio agrológico nos proporciona los datos básicos para hacer la distribución de los cultivos a manera de aprovechar en su máximo posible las condiciones y características de los diversos tipos de suelos con la mínima cantidad de agua.

Estadística de producción. Los datos de estadística agrícola nos indican la distribución que se les ha dado a los diversos cultivos practicados en periodos anteriores; la extensión y distribución de los cultivos perennes (alfalfa, frutales, caña de azúcar, etc.), los rendimientos unitarios que se han obtenido; los costos y los valores que han tenido los productos agrícolas, la demanda de estos productos, producción total y su valor probable; las utilidades que cada uno de ellos rinde a los agricultores; las cantidades de semillas, de insecticidas, de fertilizantes, etc. que se han usado y que permiten prever los que se vayan a necesitar para el ciclo correspondiente. Revelan también las épocas de siembra y cosecha los diversos cultivos, pudiéndose deducir la longitud de los ciclos de cultivo correspondientes y los periodos de riego para ellos llegándose a determinar las épocas de máxima demanda para todo el distrito.

El estudio pues, de todos estos datos estadísticos nos ayuda a lograr la mejor distribución de cultivos posibles y a la vez el mejor aprovechamiento de las disponibilidades hidráulicas del distrito. Los datos estadísticos obtenidos oportunamente, por otra parte, nos revelan si el plan de riegos en ejecución se cumple correctamente y las medidas que deben tomarse para el futuro inmediato, de manera de evitar deficiencias de agua y los perjuicios consecuentes a los agricultores directamente y al Distrito en general, teniéndose en consideración que en ocasiones no -

se presentan de inmediato los perjuicios reales, sino en ciclos futuros - que necesariamente alteran los problemas respectivos.

Registros hidrométricos o estadística hidrométrica. Los registros hidrométricos de las fuentes de abastecimiento de agua para riego nos dan a conocer las disponibilidades del distrito a través del tiempo - y nos proporcionan los elementos necesarios para prever, dentro de la mayor seguridad posible, las disponibilidades del ciclo en estudio. Los registros hidrométricos de las derivaciones al sistema de canales de riego y los volúmenes derivados por cada uno de los ramales de este sistema, -- nos permite asimismo conocer los caudales que se han consumido en el pasado directamente en el riego; los volúmenes que se han desfogado sin utilización por emergencia debido a una derivación excesiva en las boca-tomas; por concentraciones pluviales y aportaciones violentas de las corrientes secundarias dentro del área de riego y que se admiten a los canales por economía o con la finalidad de aumentar las disponibilidades del distrito (muy remotamente); las pérdidas en todo el sistema de distribución señalando los tramos de canales en los que se presentan las pérdidas más elevadas, y en fin, nos permite hacer una distribución de cultivos cuyas demandas máximas deban coincidir con las máximas posibilidades, aprovechándolas así todo lo que sea posible, para dejar sin utilización los menores volúmenes que se puede.

Registros meteorológicos. El conocimiento de la climatología general de la zona, es determinante de las posibilidades agrícolas de la misma e insiste ahora en la necesidad de conocer y estudiar muy minuciosamente todos aquellos factores climatológicos que favorezcan a la agricultura así como a todos aquellos otros que les sean perjudiciales, a efecto de hacer la distribución de los cultivos de manera de que los periodos críticos de desarrollo, o las etapas de cosecha, etc., no coincidan -

con la llegada de los fenómenos meteorológicos desfavorables. Se procura por lo general, especialmente en los distritos de escasas posibilidades hidráulicas, aprovechar las lluvias locales todo lo que sea posible pero evitando en lo posible también que las labores de cultivo lleguen a entorpecerse por su coincidencia en el período de lluvias copiosas. Como este ejemplo podrían citarse muchos otros en los que la sucesión de los fenómenos meteorológicos en el curso del año tienen mucha influencia decisiva sobre la distribución de cultivos que debe adoptarse en el plan de riegos que se formula y esta influencia es de tal naturaleza que puede hacer que se supriman por su causa cultivos muy atractivos desde el punto de vista agrológico, económico y de posibilidades hidráulicas.

Además del interés que tienen los registros meteorológicos desde los puntos de vista indicados, debe mencionarse el relativo a los datos de lluvia y evaporación que intervienen en los cálculos de probables aportaciones y extracciones de los vasos de almacenamiento y en los aumentos o deducciones que también deben hacerse en los coeficientes de riego que se utilicen en la formulación del plan. A este respecto cabe hacer la aclaración de que en las regiones particularmente secas, los volúmenes de lluvia útil que pueden llegar a preverse, generalmente no se toman en consideración y se dejan más bien como seguridad de la demanda aceptada y aún en las zonas de lluvias abundantes, las aportaciones pluviales útiles previsibles se deducen con reserva debido a la irregularidad con la que se presentan.

Coefficientes de riego. El coeficiente de riego es un elemento agronómico importantísimo en la agricultura de riego pero que se encuentra sujeto a muy variada especulación técnica debido a la complejidad de los factores que técnica y prácticamente lo determinan, no habiéndose

dere logrado hasta ahora probablemente en ninguna parte del mundo expresarlo con exactitud en un simple número. Este factor puede considerarse similar al coeficiente de rugosidad que interviene en las fórmulas hidráulicas, tanto desde el punto de vista de la influencia que tiene en los resultados de los cálculos, pudiéndose también señalar de lo ahora, que en la tarea de lograr obtener el dato más preciso posible para este factor, reside una de las principales líneas de investigación sobre la agricultura de riego, tanto dentro de los centros de investigación agrícola en general como en los de aplicación práctica del agua de riego.

En la actualidad no podemos basar nuestros cálculos de "planes de riego" más que en determinaciones empíricas aplicando el criterio agronómico más correcto posible, pues solamente en muy contados distritos se han hecho determinaciones de coeficientes de riego basándose en los afloros del agua aplicada a las superficies cultivadas con diferentes plantas deduciendo así las líneas totales aplicadas para cada uno de esos cultivos. Estas determinaciones, sin embargo, no pueden generalizarse por el carácter estrictamente local que tienen, pero en todo caso los datos obtenidos no expresan más que líneas aplicadas sin posibilidades de saber si ellas son las estrictamente necesarias o hay excesos, que es lo más probable porque en general todos los agricultores tratan de utilizar cantidades mayores y en las determinaciones de referencia no pueden hacerse las correcciones correspondientes.

Cada año en el momento de proceder a la formulación del plan de riegos, se formula también una tabla de coeficientes de riego para todos los cultivos que deben incluirse en el plan, utilizando los datos y la experiencia de años anteriores pero tratando de estar siempre del lado de la seguridad, es decir, aumentando siempre a la cantidad de dato obtenido en la forma indicada por obtener en forma mínima lo que

se llama el "coeficiente bruto" que teóricamente comprende la cantidad estimada como necesidades netas de la planta, más las cantidades que se pierden desde las tomas hasta el punto en el que llega a las tierras cultivadas, -- también muy difícil de cuantificar (pérdidas por conducción fugas de los canales, desperdicios etc.).

Cabe hacer la aclaración de que en el caso de las determina-
ciones realizadas mediante el aforo de los volúmenes derivados, a los que -
nos hemos referido antes, el dato obtenido corresponde a los coeficientes -
brutos o láminas reales aplicadas, que es en realidad lo que se utiliza al
formular los planes de riego correspondientes.

Dada la importancia técnica que tiene el "coeficiente de riego"
más adelante dedicaremos un párrafo especial a comentarios más amplios so--
bre su definición y cálculo teórico.

Condiciones de la red de distribución. El estado en que se
encuentra la red de distribución de los cultivos que han de incluirse en el
plan de riegos, pues no deben admitirse cultivos con demanda continua y pe-
ligrosamente sensibles a la sequía en las zonas servidas por laterales mal
localizados, deficientemente capacitados o en mal estado de conservación, -
pues estas circunstancias ocasionan pérdidas de agua difíciles de evitar y
deficiencias en el servicio de riego con repercusiones desfavorables en -
otras partes del Distrito.

Distribución de la propiedad. La distribución de la propie-
dad también debe tenerse en consideración al efectuar la distribución de --
cultivos de manera de favorecer equitativamente a todos los propietarios, --
ejidatarios y en caso de limitaciones impuestas por causas de fuerza mayor
beneficiar a estos últimos que se encuentran en condiciones más desfavora--
bles en todos los aspectos, a la vez que comprenden, un mayor número de ha-
bitantes.

Finalmente se recomienda estudiar las necesidades del país y establecer las preferencias para aquellos cultivos que las satisfagan, - especialmente los de alimentación de la población nacional, sin perder de vista la importancia que tienen los cultivos de productos industriales y - de exportación también necesarios, de los cuales obtiene mayores utilidades el agricultor en particular.

6.4 FORMULACION DE LOS PLANES DE RIEGO.

6.4.1 Aspectos que lo integran.

En forma generalizada son los siguientes:

1.- Análisis de la disponibilidad de agua

2.- Selección de cultivos

3.- Superficie de cada uno y superficie total

4.- Periodos de siembra, riegos y cosechas

5.- Láminas netas de riegos parciales y totales. Periodicidad de los riegos. En ambos casos se aprovecha la experiencia y recomendaciones de la Oficina de I.D.R.Y.D.

6.- Eficiencia de conducción de los canales en los diferentes niveles del Distrito para programar las extracciones parciales y totales de la fuente de abastecimiento.

7.- Aplicación de los datos estadísticos de la corriente -- aprovechada y/o del acuífero subterráneo.

6.4.2 Elaboración e interpretación de los planes de riego.

En la elaboración del plan de riegos intervienen gran cantidad de cifras, motivo por el cual generalmente se le presenta por medio de cuadros con el fin de facilitar operaciones para agilizar su revisión y control.

Basicamente los cuadros que integran el plan de riegos -- según la S.A.R.H.) son los siguientes:

Cuadro Nº 1.- Datos generales del Distrito.

Cuadro Nº 2.- Análisis gráficos de época de siembra, riegos y cosechas para cada cultivo del Distrito.

Cuadro Nº 3.- Relación de cultivos por emprender.

Cuadro Nº 4.- Programa mensual de superficies físicas regadas y láminas netas acumuladas.

Cuadro Nº 5.- Programa mensual Ha.- Riego, láminas brutas por riego y volúmenes brutos.

Cuadro Nº 6.- Análisis del funcionamiento de la fuente de abastecimiento.

Así los cuadros 3, 4, 5, que integran el plan de riegos se deberán formular para cada unidad, siendo el conjunto de estos el plan de Riegos de Distrito.

A continuación se describirá el contenido de cada cuadro básico del plan de riegos.

CUADRO Nº 1.- DATOS GENERALES DEL DISTRITO.

1.1 Tipo de Aprovechamiento (almacenamiento, derivación, de corrientes, bombeo de aguas subterráneas o mixto en su caso).

1.2 Nombre del aprovechamiento (corriente alimentadora).

1.3 Ubicación del Distrito (Estados y Municipios).

1.4 Fecha del Decreto Presidencia que creó el Distrito

1.5 Fecha del Diario Oficial en que aparece el Decreto.

1.6 Presas de Almacenamiento (capacidad total y capacidad útil de cada vaso).

1.7 Capacidad de Generación de la planta Hidroeléctrica.

1.8 Extracción anual autorizada

1.9 Superficie total dominada por obras.

1.10 Superficie neta regable

1.11 Superficie afectada por salinidad.

1.12 Superficie enmontada

1.13 Superficie neta de riego para el ciclo que se analiza.

1.14 Constitución del Distrito (Número de Unidades, Zonas de Aforadores y Secciones de Riego).

1.15 Tenencia de la Tierra (Número de usuarios clasificados en: Ejidatarios, colonos y pequeños propietarios, así como superficie que comprende cada clase de éstos).

1.16 Cuotas en vigor (por servicio de riego, de rehabilitación de compensación y otros).

1.17 Obras existentes en número y longitud (Presas de almacenamiento, derivadoras, obras complementarias, casetas de canalero, canales principales y laterales, drenes colectores y secundarios, caminos pavimentados y revestidos, línea telefónica, etc).

1.18 Número de equipos de bombeo (tanto en corrientes superficiales como subterráneas).

1.19 Número de medidores instalados en los equipos de bombeo.

1.20 Estructuras aforadoras instaladas a nivel parcelario (provisionales y definitivas, indicando en cada caso el número de éstas y la superficie que cubren).

1.21 Costo de las Obras (para cada clase de éstas especificadas en el inciso (1.17)).

INTERPRETACION.- Este cuadro que contiene datos variables - que deben actualizarse al inicio de cada ciclo agrícola, nos proporciona - el indispensable conocimiento del Distrito para poder sugerir medidas adecuadas cuando se presenta algún problema durante el desarrollo del plan.

CUADRO NO 2 ANALISIS GRAFICOS DE EPOCAS DE SIEMBRA, --
RIEGOS Y COSECHAS PARA CADA UNO DE LOS CUL
TIVOS ESTABLECIDOS EN EL DISTRITO

ELABORACION.- Las épocas de siembra serán las que recomiendan la S.A.R.H., con base en la investigación Agrícola y/o Compendio de experiencias, el aspecto de riego será cubierto por el personal Técnico del

Distrito con base en las recomendaciones de la Oficina de Ingeniería de Riego y Drenaje.

En todo tiempo se ajustará la elaboración a lo especificado por la reglamentación de funciones de los Comités Directivos, conforme a la Ley Federal de Aguas.

INTERPRETACION.- Este cuadro es un valioso auxiliar para la formulación de los anexos 4 y 5 que integran básicamente el Plan de Riegos y que se explican más adelante.

CUADRO No 3

RELACION DE CULTIVOS POR EMPRENDER.

ELABORACION.- Reporta, por cultivos, las superficies que se proyectan sembrar, sus láminas netas y brutas, número de riegos y volúmenes netos y brutos necesarios para satisfacer sus demandas de riego. Además, reporta para estos mismos conceptos, los valores obtenidos en la realización del Plan de Riegos del ciclo inmediato anterior.

La selección de cultivos, se hará atendiendo no solo a las recomendaciones agronómicas sino también a las posibilidades y tendencias de los mercados local, nacional e internacional y a los rendimientos unitarios registrados en ciclos anteriores.

Las superficies de siembras de cada cultivo serán fijadas - tomando en cuenta las solicitudes hechas por los usuarios y las organizaciones de productores, ajustándose al Programa Agrícola Regional dispuesto por la S.A.R.H., con base en la Programación Nacional.

Con los datos anteriores y la probable disponibilidad de agua para el inicio del próximo ciclo agrícola se formulará el Plan de Riegos que se someterá a consideración del Comité Directivo. En el caso que se tenga limitación en las disponibilidades hidráulicas, los ajustes -

se harán de común acuerdo con el Vocal Secretario del Comité y los propios usuarios en función del Plan Agrícola Regional. Se anexará el Plan de Riegos, la gráfica que sirvió de base para determinar la superficie que cada usuario podrá regar de acuerdo con lo establecido en el Artículo NO 60 de la Ley Federal de Aguas.

INTERPRETACION.- El cuadro anterior, tiene por objeto correlacionar los valores programados con las cifras obtenidas del ciclo agrícola inmediato superior anterior con la finalidad de aprovechar los avances que se vayan obteniendo en la Tecnificación del Riego y las Láminas que se programan anualmente se vayan ajustando cada vez más a las óptimas.

CUADRO NO 4

PROGRAMA MENSUAL DE SUPERFICIES FISICAS
REGADAS Y LAMINAS NETAS ACUMULADAS.

ELABORACION.- Como lo indica su nombre este cuadro reporta por cultivos, el avance mensual con valores acumulados de las superficies sembradas y las láminas netas de riego que se proyectan aplicar.

Para su elaboración, es indispensable aprovechar la estadística relativa a fechas reales de siembra, de riego y de volúmenes que se aplican decenalmente a nivel parcelario, lo que también sirve para que el personal de Ingeniería de Riego y Drenaje desarrolle su labor de asistencia técnica basado en los datos estadísticos y sus propias experiencias de campo.

INTERPRETACION.- Este análisis permite cuantificar los volúmenes de aguas que se proyecta entregar al usuario a nivel parcelario, - - siendo de gran utilidad para establecer las bases para una futura entrega y cobro del agua por volumen a fin de disminuir los desperdicios ocasionados por falta de cuidado de las regaderas y en esta forma crear una mayor

conciencia del valor del agua y sus consecuencias económicas cuando no se tiene cuidado al aplicarse en las parcelas.

CUADRO Nº 5

PROGRAMA MENSUAL DE HECTAREAS RIEGO, LA
MINAS BRUTAS POR RIEGO Y VOLUMENES BRU-
TOS NECESARIOS.

ELABORACION.- Este cuadro es de gran importancia en el Plan de Riegos, ya que analiza mensualmente y para el total del ciclo agrícola, los volúmenes necesarios que se proyectan extraer de la fuente de abastecimiento para cubrir las demandas de riego de cada uno de los cultivos programados, así como los valores destinados a usos domésticos, industriales y otros. Los datos que se consignan en cada columna de este cuadro, - representa el concentrado de planes parciales que proyecta cada unidad del Distrito por lo que su elaboración requiere del mayor cuidado posible y del afinamiento de los datos estadísticos aprovechados porque las cifras que se anoten en el mismo servirán de base para formular el programa de extracciones de la fuente de abastecimiento.

CUADRO Nº 6

ANALISIS DEL FUNCIONAMIENTO DE LA FUEN-
TE DE ABASTECIMIENTO.

ELABORACION.- Determinadas las demandas totales mensuales -- que reporta el cuadro anterior, se procederá a elaborar el funcionamiento - del vaso para aquellos Distritos operados con Presas de almacenamiento, el calendario de derivación del río para los Distritos correspondientes o el - calendario de bombeo en su caso.

En la formulación del funcionamiento del vaso, se utilizarán los datos estadísticos del mayor número de años posibles que sirva de base para justificar los valores referentes a precipitación pluvial, evaporación

y aportaciones de corrientes. Para el cálculo de estos datos , que se con
derán en el funcionamiento del vaso para determinar los almacenamientos men
suales del mismo deberán analizarse dos alternativas; la primera con valores
medios probables, considerando la tendencia de ellos a través del tiempo y
que contemplará el normal desarrollo del Plan de Riego, y la segunda con da
tos conservadores que contemple el beneficio del Riego al total del área --
con primitivos cultivos dejando para ajustes en la época conveniente, la de
terminación de superficies para segundos cultivos.

INTERPRETACION.- El análisis de este cuadro pérmite una eva-
luación de las disponibilidades hidráulicas del vaso para dar debido cumpli
miento al Plan de Riegos elaborado.

Los cuadros 3, 4, y 5 que integran el plan de riegos, debe--
rán formularse para cada unidad, siendo la concentración de estos el Plan -
de Riegos del Distrito, el cual deberá enviarse a la Dirección General para
su aprobación.

ANALISIS GRAFICO DE SIEMBRAS, RIEGOS Y COSECHAS
 PARA LOS CULTIVOS ESTABLECIDOS EN EL DISTRITO

CUADRO Nº 2

C L A V E

 SIEMBRA
 RIEGOS
 COSECHAS

CULTIVO	CONCEPTO	CICLO 19												CICLO AGRICOLA 19												CICLO 19											
		19						19						19						19																	
		A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M												
CAÑA DE AZÚCAR 87737	SIEMBRA	[Bar]												[Bar]												[Bar]											
	RIEGOS	[Bar]												[Bar]												[Bar]											
	COSECHA	[Bar]												[Bar]												[Bar]											
ARROZ VERANO 88900	SIEMBRA	[Bar]												[Bar]												[Bar]											
	RIEGOS	[Bar]												[Bar]												[Bar]											
	COSECHA	[Bar]												[Bar]												[Bar]											
TOMATE 70000	SIEMBRA	[Bar]												[Bar]												[Bar]											
	RIEGOS	[Bar]												[Bar]												[Bar]											
	COSECHA	[Bar]												[Bar]												[Bar]											
TRISO 30000	SIEMBRA	[Bar]												[Bar]												[Bar]											
	RIEGOS	[Bar]												[Bar]												[Bar]											
	COSECHA	[Bar]												[Bar]												[Bar]											
ALSODOR 50000	SIEMBRA	[Bar]												[Bar]												[Bar]											
	RIEGOS	[Bar]												[Bar]												[Bar]											
	COSECHA	[Bar]												[Bar]												[Bar]											
FRIJOL 80000	SIEMBRA	[Bar]												[Bar]												[Bar]											
	RIEGOS	[Bar]												[Bar]												[Bar]											
	COSECHA	[Bar]												[Bar]												[Bar]											
GARBANZO 30000	SIEMBRA	[Bar]												[Bar]												[Bar]											
	RIEGOS	[Bar]												[Bar]												[Bar]											
	COSECHA	[Bar]												[Bar]												[Bar]											
MAIZ DE INVIERNO DE VERANO 10000	SIEMBRA	[Bar]												[Bar]												[Bar]											
	RIEGOS	[Bar]												[Bar]												[Bar]											
	COSECHA	[Bar]												[Bar]												[Bar]											
MAIZ DE INVIERNO 12500	SIEMBRA	[Bar]												[Bar]												[Bar]											
	RIEGOS	[Bar]												[Bar]												[Bar]											
	COSECHA	[Bar]												[Bar]												[Bar]											

FORMULO: _____ REVISO: _____

_____ A _____ DE _____ DE 19
 DIA Y FECHA

PROGRAMA MENSUAL DE SUPERFICIES FISICAS REGADAS Y LAMINAS NETAS ACUMULADAS

CICLO AGRICOLA 19 _____

CULTIVO	DICIEMBRE		ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OBSERVACIONES
	M ²	SUP. LM.	SUR. LM.	SUP. LM.	SUR. LM.	SUP. LM.	SUR. LM.	SUP. LM.	SUR. LM.	SUP. LM.	SUR. LM.	SUP. LM.	SUR. LM.	SUP. LM.	SUR. LM.	SUP. LM.	SUR. LM.	SUP. LM.	SUR. LM.		
A. CULTIVOS DEL CICLO 19 PARA AUXILIAR EN EL CICLO 18																					
SUB TOTAL																					
B. CULTIVOS DEL CICLO 19 INVIERNO																					
SUB TOTAL																					
PRIMAVERA																					
SUB TOTAL																					
VERANO																					
SUB TOTAL																					
PEREÑES																					
SUB TOTAL																					
SEGUNDOS CULTIVOS O SIEMBRAS BOYA BOCA																					
SUB TOTAL																					
TOTAL																					

FORMULO: _____ REVISO: _____

_____ DIA _____ A _____ DE _____ FECHA _____ DE 19 _____

PROGRAMA MENSUAL HECTAREAS RIEGO LAMINAS BRUTAS POR RIEGO, VOLUMENES NECESARIOS Y LAMINA BRUTA TOTAL (Láminas en cms. y Volúmenes en millones de m³)

HECTAREAS RIEGO, LAMINAS BRUTAS

CULTIVOS	OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE			ENERO			SEPTIEMBRE			TOTAL CICLO	OBSERVACIONES
	SUPS.	LM	MTVA	SUPS.	LM	MTVA	SUPS.	LM	MTVA	SUPS.	LM	MTVA	SUPS.	LM	MTVA		
A. CULTIVOS DEL CICLO I	PARA AUXILIAR EN EL CICLO I																
SUB TOTAL																	
B. CULTIVOS DEL CICLO II	I N V I E R N O																
SUB TOTAL																	
	P R I M A V E R A																
SUB TOTAL																	
	V E R A N O																
SUB TOTAL																	
	P E R O T I E M P O																
SUB TOTAL																	
SUB TOTAL																	
SEGUNDO CULTIVO O SIEMBRAS SOYA SOJA																	
SUB TOTAL																	
TOTAL CULTIVOS																	
TOTAL																	

NOTA: Para obtener la lámina bruta total en el ciclo, se divide el volumen total necesario para cada cultivo entre la superficie física programada del anexo N° 3.

FORMULO: _____ REVISO: _____

FUNCIONAMIENTO DEL VASO

CUADRO No. 6a

AÑO	MES	ALMACENAMEN- TO INICIAL EN MILES DE MTS. ³	COTA DE EMBALSE EN MTS.	SUP. DE EMBAL- SE HAS.	LLUVIA EN MM.	E N T R A D A S				S A L I D A S					ALMACENAMEN- TO FINAL, MILES DE MTS. ³	
						LLUVIA EN MILES DE MTS. ³	CORRIENTES EN MILES DE MTS. ³	APORTACION DEDUCIDA MILES DE MTS. ³	TOTAL MILES DE MTS. ³	EVAPORA- CION EN MM.	EVAPORA- CION POR MM.	EVAPORACION EN MILES DE MTS. ³	EXTRACCION- ES EN MILES DE MTS. ³	APORTACION- DAS. MILES DE MTS. ³		TOTAL MILES DE MTS. ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
19	OCT.	905,000.0	1,542.00	4,660	63.5	2,959.1	95,600	481	98,607.2	59.0	325	1,840.7	41,060	000.0	42,900.7	960,706.5
	NOV.	960,706.5	1,593.15	4,821	52.0	2,506.9	33,400	00	35,906.9	73.5	492	2,371.9	19,000	28.9	21,400.8	975,212.6
	DIC.	975,212.6	1,593.44	4,862	40.3	1,959.4	25,050	00	27,009.4	106.6	714	3,471.5	19,000	32.4	22,503.9	979,718.1
	ENE.	979,718.1	1,533.53	4,874	35.2	1,715.7	17,300	342	19,049.9	131.8	883	4,303.6	19,000	000.0	23,303.7	975,464.3
	FEB.	975,464.3	1,593.45	4,863	32.2	1,565.9	8,200	32	9,769.1	197.6	1324	6,438.6	64,075	000.0	70,513.6	914,719.8
	MAR.	914,719.8	1,592.20	4,668	30.9	1,448.6	5,760	00	7,208.6	164.5	1102	5,366.3	34,150	112.2	39,428.4	882,500.0
	ABR.	882,500.0	1,591.51	4,691	35.5	1,629.8	10,800	00	12,429.8	174.4	1168	5,368.3	50,325	103.0	55,790.3	839,139.5
	MAY.	839,139.5	1,590.58	4,461	60.9	2,716.8	15,340	00	18,056.8	172.2	1154	5,148.0	106,632	94.1	111,874.1	745,322.2
	JUN.	745,322.2	1,588.47	4,166	65.4	2,724.6	50,800	2036	53,733.2	120.5	807	3,363.0	57,566	000.0	60,928.0	738,127.4
	JUL.	738,127.4	1,588.30	4,142	40.9	2,025.4	40,200	2030	42,428.4	113.3	759	3,140.8	31,560	000.0	34,703.8	745,852.0
	AOT.	745,852.0	1,588.48	4,167	61.6	2,566.9	58,720	1830	61,470.0	82.4	552	2,300.2	20,060	000.0	22,360.2	784,961.5
	SEPT.	784,961.0	1,589.37	4,292	147.4	6,326.4	145,000	102.4	151,428.8	60.9	408	1,751.1	19,000	000.0	20,751.1	915,639.5
	SUMAS				673.8	30,145.5	506,170	782.6	537,098.1	1,456.9	9758	44,680.0	481,428	370.6	526,458.6	

CALENDARIO DE DERIVACION-(MILES DE MTS.3)

CUADRO No. 6b

1.- CONCEPTOS	MESES	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	ANUAL
2.- VOLUMEN CONDUCTIDO POR EL RIO		140 560	110 558	102 800	104 700	93 236	83 652	105 236	122 500	125 000	102 400	95 345	170 875	1356 862
3.- VOLUMEN MENSUAL - DERIVABLE		107 136	103 680	102 600	104 700	93 236	83 652	103 680	107 136	103 680	102 400	95 345	103 680	1211 125
4.- VOLUMEN NECESARIO		41 060	19 000	19 000	19 000	64 075	34 150	50 325	106 632	57 566	31 560	20 060	19 000	481 428
5.- VOLUMEN EXCEDENTE		66 076	84 680	83 800	85 700	29 161	49 502	53 355	504	46 114	70 840	75 285	84 680	729 697
6.- VOLUMEN FALTANTE														
7.- VOLUMEN NO DERIVADO		33 424	6 878					1 556	15 364	21 320			67 195	145 737

CHEQUE=2+4+5+7+6.

CAPACIDAD MAXIMA DE DERIVACION=40 MTS.3/D

CUADRO No. 6c

CALENDARIO DE BOMBEO

MILES DE MTS.3

1.- CONCEPTOS	O	N.	D	E	F	M	.	H	J	J	A	S	SUMA
2.- CAPACIDAD EFECTIVA DE EXTRACCION DE LA PLANTA DE BOMBEO.	2678.4	2592.0	2678.4	2678.4	2419.2	2678.4	2592.0	2678.4	2592.0	2678.4	2678.4	2592.0	31 536.0
3.- VOLUMEN NECESARIO		2355.0	1937.0	1502.0	1466.0	2104.0	2396.0	1020.0					12 780.0
4.- CAPACIDAD DE EXTRACCION NO APROVECHADA.	2678.4	237.0	741.4	1176.4	952.2	574.4	196.0	1658.4	2592.0	2678.4	2678.4	2592.0	18 756.0

NOTA.- La bomba tiene una capacidad de proyecto de _____ litros por minuto, para la formulación del presente plan, se considera con una capacidad efectiva de _____ litros por minuto, debido a:

CAPITULO VII

HIDROMETRIA DE OPERACION

Dentro de la operación de un Distrito de Riego, un aspecto muy importante para ejecutar la distribución de los volúmenes de agua, es Hidrometría ya que por medio de la misma, conocemos los volúmenes de agua que conducen los canales en todos y cada uno de los puntos del Distrito.

Pero debe quedar claro que la Hidrometría no es únicamente la acción mecánica de aforar, sino que tiene alcances mayores ya que son la información obtenida por los aforos, se debe de planear, ejecutar y controlar para conocer y cuantificar aspectos de la distribución de aguas dentro del Distrito de Riego.

Por lo tanto, del aforo eficaz y oportuno y de la adecuada estilización de la información obtenida del mismo, depende el mejoramiento de la distribución de aguas, y por lo tanto optimización de la operación del Distrito mismo.

Para llevar a cabo la Hidrometría de operación, se realizan 3 actividades fundamentales de la planeación con el fin de obtener información y estadística o análisis de la información obtenida.

La planeación es indispensable para llevar a cabo eficazmente la Hidrometría de operación, en esta se determinan objetivos, que se generalizan de acuerdo a su importancia, por ejemplo, los objetivos pueden ser, conocer los volúmenes entregados a nivel presa de almacenamiento, el volumen de agua perdida en la conducción en un canal, los volúmenes de agua drenados y consecuentemente los volúmenes realmente aprovechados por los cultivos, etc. ahora bien, existen casos en que para cumplir diferentes objetivos es posible entrelazar acciones que se complementen entre sí, con el fin de ahorrar es-

fuerzos, recursos y tiempo en otras palabras, se debe elaborar un programa de trabajo, éste al llevarse a la práctica, debe de estar sujeto continuamente a revisión y verificación para evaluar los avances y cumplimiento de los objetivos.

Y en un caso, modificar y rectificar las actividades que no se están cumpliendo adecuadamente, o bien, cambiar objetivos o metas propuestas. Un aspecto importantísimo dentro de la planeación y programación es la utilización completa y total de los recursos humanos, económicos, técnicos y materiales de que dispone un Distrito de Riego, Dentro de los Recursos Humanos, es recomendable la capacitación oportuna de los empleados y técnicos ya que esto reduce errores y da confiabilidad y consistencia a la información obtenida por la Hidrometría de operación.

Otro punto importante es la organización del trabajo, es decir, las funciones, posición dentro de organización, deberes y responsabilidades de todo el personal se debe de indicar y formalizar por escrito, permitiendo con esto a los responsables de la operación del Distrito de Riego, llevar un control adecuado del personal a su cargo.

Para la planeación y programación de la Hidrometría y distribución del agua, se han dividido los Distritos de Riego en: Unidades, Zonas y Secciones, con las siguientes características según política de la S.A.R.H.

La sección que abarca una superficie promedio de 800 Has., - teniendo como límite los Canales, drenes y caminos que limiten la superficie regable. El encargado del control de la sección es el "Canalero", y la extensión de la sección, el número de kilómetros que recorre, el número de obra de toma por atender, por lo tanto es recomendable que se tenga únicamente un punto de recepción de agua por toda la sección.

Una zona está compuesta por varias secciones, el encargado de la misma es el "aforador", que cumple con la función de recibir el agua en el punto o puntos de entrada a la zona y entregarla a cada una de las secciones.

A su vez la unidad está compuesta de varias zonas y esta a cargo de un jefe de unidad.

Las anteriores divisiones del Distrito en área de control Hidromético (Secciones, zonas y unidades), se debe de establecer detalladamente en un plano, es revisando sus límites y citar donde se localizan los puntos de entrega.

Uno de los principales objetivos en la operación de los Distritos de Riego, es conocer las eficiencias de conducción a nivel de sección, zona, unidad y del mismo Distrito, por lo cual es necesario aforar los gastos derivados y los gastos entregados para el inicio de riego, resultando de la proporción de estas el nivel de eficiencia de conducción. Para realizar los aforos es necesario primeramente ubicar los sitios donde tendremos "puntos de control", es decir, los puntos de entrega y recepción de volúmenes de agua.

Los puntos de control son muy diversos y pueden ser: estaciones Hidrométricas en el río, la Presa de almacenamiento, las compuertas de la Obra de Toma para Laterales y Sub-Laterales, las Presas, Caídas, Desfogues, Estaciones de Aforo, y Pasarelas de Aforo, y por último la estructura aforadora a nivel parcelario.

Es decir, se encuentran puntos de control en las Obras de captación, en las Obras de distribución, y en las obras de drenaje que forman el Distrito de Riego.

La presa de almacenamiento el primer punto de control, ya - que a través de la Hidrometría de operación se conocen sus almacenamientos, aportaciones y extracciones para que con esta información se calculen los recursos hidráulicos previsibles del sistema.

Otro punto de control son las Obras de Toma de las presas, - resultando conveniente que además de los datos obtenidos en el aforo directo de las Obras de Toma, se realice la medición en estaciones aforadoras - provistas de LIMNOGRAFO, para mayor exactitud; también es recomendable por estar bien localizados los puntos de control, buscar además de la ubicación correcta, el tamaño y tipo adecuado de estructuras aforadoras.

Localizando los puntos de control en el plano del "Distrito" dividido en unidades, zonas y secciones, también existen puntos de control en los drenes utilizandose el método de aforo por velocidad y sección, pa-
ra conocer los volúmenes drenados, en el Distrito.

Dentro de la Hidrometría de operación, principalmente se uti-
lizan 3 métodos de aforo, los cuales son : método por velocidad y sección utilizando estructuras hidráulicas y método combinado con calibración de -
compuertas.

El método de velocidad y sección; que consiste en la medi-
ción de la velocidad en diferentes profundidades de una sección parcial pa-
ra obtener una velocidad promedio y con éste y el área parcial obtener los
gastos parciales y el total, la medición de las velocidades se efectúa uti-
lizando un molinete, que no es más que un instrumento calibrado que al gi-
rar el molinete produce golpes, y estos sonidos son relacionados con la ve-
locidad del agua.

Los datos que se obtienen al aforar utilizando molinete, algunas veces resultan falsos debido a mala utilización del método de aforo, para evitar lo anterior se deben de seguir las siguientes reglas que son producto de la práctica y experiencia:

1.- Verifican que en el punto donde se efectúe el aforo, el flujo establecido sea uniforme, sin que existan pendientes altas y curvas en la trayectoria del cauce que ocasionen una distribución asimétrica de velocidad.

2.- Tener cuidado en el mantenimiento del molinete, éste se debe lavar después de cada aforo y aceitar cuando sea necesario con el fin de evitar que la fricción que produce el azolve altere la curva de calibración.

3.- El aforo se debe de realizar en una sección transversal a la corriente del canal, de manera que el área total sea la real y también la corriente choque perpendicular a las copas del molinete. Para cada sección se debe de medir la variación de velocidad a diversas profundidades, con el fin de comprobar la distribución normal de velocidades.

4.- No realizar los aforos en puntos cercanos a estructuras (Represas, caídas, obras de toma), y conductos cubiertos (sifones) donde no se cumple con la distribución normal de la velocidad.

5.- El aforador debe de tener cuidado en revisar las condiciones mecánicas del molinete, realizando en campo pruebas para verificarlo de acuerdo a instructivos publicados por la Dirección de Hidrología de la S.A.R.H.

6.- Aforar cuando no existan vientos fuertes ya que éstos nos dan como resultado velocidades altas en puntos cercanos a la superficie del agua provocando que la velocidad media que se obtenga no sea real resultando incorrecta la información dada.

7.- Se debe de tener el cuidado de que la corriente sea normal a las copas del molinete, y en cada caso de que existan velocidades altas (mayores de 1.5m/seg), se deberá de emplear escandallos de mayor peso o cables de retenidas para evitar que la fuerza de la corriente traslade el molinete y la misma no choque en dirección normal a las copas del molinete.

8.- No se debe de utilizar el método del molinete en sitios donde exista una sección estable y la relación escala - gastos, ya que en este caso basta una simple lectura para obtener el gasto que circula.

9.- Los aforadores deben de analizar la medición de la velocidad en los puntos principales de la sección, y se les debe de explicar la finalidad del método para que no lo realicen mecánicamente.

El método de aforo basado en estructuras hidráulicas a nivel parcelario utiliza los siguientes dispositivos hidráulicos:

Orificio, vertedor y sección crítica.

Tenemos que las bases teóricas de las ecuaciones que se aplican a cada uno de estos, se encuentran dentro de la hidráulica Básica y no nos ocuparemos de ellas, Pero se debe de destacar el hecho de que las ecuaciones y coeficientes se aplican a cada uno de los anteriores dispositivos hidráulicos fueron obtenidos y verificados en el Laboratorio dentro de las restricciones de ciertos límites y condiciones y que al alterarse éstos se deben alterar las gráficas de operación calculadas para cada uno de los dispositivos.

Por lo tanto al aplicar la curva de operación en las estructuras hidráulicas se deberán cumplir las condiciones bajo las cuales fueron obtenidas en el Laboratorio.

DISPOSITIVOS HIDRAULICOS DEL ORIFICIO

En la ecuación del orificio se tienen diversos valores del coeficiente "c" de acuerdo a las condiciones hidráulicas y geométricas (orificio de pared gruesa o delgada, descarga sumergida o libre, diámetro pequeño o grande). Se tiene que la ecuación general para orificios a pequeño diámetro es:

$$Q = CA \sqrt{2g} (h_2^{3/2} - h_1^{3/2})$$
 que se aplica cuando la relación entre la carga hidráulica, aguas arriba y la abertura del orificio sea menor que 3.

En los Distritos de Riego se utilizan para los aforos a nivel parcelario tres tipos de estructuras hidráulicas basadas en el dispositivo del orificio, y son las siguientes:

- a).- La estructura aforadora tipo Mayor
- b).- El medidor Venturi Tecamachalco
- c).- La estructura aforadora de carga constante.

Principalmente las estructuras tipo Mayo para aberturas pequeñas utiliza la ecuación de orificios de gran diámetro, en el anexo 1 del capítulo, se presenta croquis de la estructura con su correspondiente table escala-gastos.

Para el medidor Venturi Tecamachalco, se puede utilizar como orificio, empleando la ecuación: $Q = 0.55 \sqrt{2g} h$

Donde la pérdida de carga hidráulica para esta estructura es -

es de 10 cm.

El funcionamiento de la estructura aforadora de carga constante también está basada en el dispositivo del orificio, ya que la compuerta delantera funciona como tal, la otra compuerta que forma la estructura ó sea la compuerta "Miller" posterior mantiene una carga constante (5 ó 6-cm.) sobre la compuerta delantera, por lo cual conociendo la abertura de ésta, y aplicando la ecuación del orificio se determina el gasto que pasa por la estructura.

Hay que tener cuidado en verificar que la velocidad de llegada no sea mayor de 0.4 m/s. ya que en caso contrario se debe de tomar en cuenta en la ecuación general del orificio como parte de la carga hidráulica para determinar el gasto.

Dispositivo hidráulico del vertedor.

El gasto que pasa por un vertedor depende principalmente de la longitud de cresta (L), de la carga hidráulica (H) y de coeficientes que dependen de las condiciones geométricas (de cresta delgada o cresta ancha, con contracciones laterales o sin contracciones laterales, etc.), y de las condiciones hidráulicas (con descarga libre o descarga sumergida, con velocidad de llegada o sin ella).

Debido a esta variabilidad de condiciones se han desarrollado un sin número de ecuaciones particulares para cada caso. Por lo tanto para uniformizar y hacer más efectiva y fácil el aforo promedio de vertedores se ha reducido en los Distritos de Riego el uso de vertedores rectangulares especiales de cresta delgada sin contracciones laterales y vertedores trapeziales de cresta delgada con contracciones laterales compensadas (vertedor Cipolletti).

Las ecuaciones aplicadas a cada caso son:

$$Q = 1.84 \quad LH^{3/2} \quad 1.$$

$$Q = 1.859 \quad LH^{3/2} \quad 2.$$

Estas se aplican siempre y cuando se empleen las siguientes restricciones y condiciones:

- 1).- Un valor máximo de la velocidad de llegada de $V = 0.4$ m/s.
- 2).- La profundidad de la pantalla deberá ser 2 veces mayor que la carga sobre el vertedor: $\frac{W}{H} = 2$
- 3).- La carga hidrostática (H) es la energía total de la corriente, se debe realizar la lectura en una escala que deberá ser colocada - cuando menos a una distancia de $4 H$, aguas arriba de la creta del vertedor.
- 4).- La descarga del vertedor debe ser libre, esto se logra cuando la altura de la pantalla (W) es mayor que el tirante aguas abajo del vertedor.

Al cumplir esta última condición en el uso de vertedores se pierde 35 cm. aproximadamente de carga.

En los Distritos de Riego es muy usado el vertedor Cipolletti de madera (ver figura en el anexo 2) y el medidor Guanuchil (ver anexos 3 y 4).

Dispositivo hidráulico de la sección crítica, la sección crítica o sección de escurrimiento crítico se establece al pasar de régimen -- lento a rápido, esta condición se puede lograr de 2 formas:

- a).- Cambiando de una pendiente suave menor que la pendiente crítica a una pendiente alta, manteniendo constante la sección.
- b).- Al disminuir la sección manteniendo constante una pendiente en régimen lento.

El Venturi Tecamachalco se basa en la 2a. condición.

Una vez establecida la condición de régimen crítico como el ancho es constante, el gasto es directamente proporcional al tirante obteniéndose el gasto de acuerdo a la condición general que es:

$Q = K b H^2$ (ver anexos 5 y 6), siempre y cuando exista carga libre, es decir, que el tirante aguas abajo de la sección crítica sea menor o igual al 70 % del tirante aguas arriba. Cuando no se cumpla esta condición, se puede recurrir al artificio de poner un escalón en la estructura con el fin de disminuir el tirante aguas abajo. La longitud de la estructura medidora debe de ser de 3 veces el ancho (b) de la sección contraída del Venturi, para que sea efectivo el aforo, debe de tener un tramo de canal recto de cuando menos 5 veces el ancho (b) antes de la estructura. Además la escala de lecturas deberá estar ubicada a una distancia de cuando menos 3 veces el ancho (b), del inicio de la construcción de la estructura, tampoco debe de existir velocidad de llegada ($V = 0.4$ m/s) la pérdida de carga al utilizarla en este tipo de estructuras es de aproximadamente 25 cm.

El medidor Parshall, opera bajo el mismo principio.

AFORO POR CALIBRACION DE COMPUERTAS.-

Las compuertas trabajan como orificios bajo ciertas condiciones hidráulicas (carga hidráulica, nivel de ahogamiento, velocidad de llegada del flujo etc.). De acuerdo a estas condiciones y la operación de la compuerta a diferentes aberturas, se obtiene el valor del gasto que pasa directamente el valor del coeficiente de descarga "C", para que después se grafiquen estos valores y se obtenga la llamada "curva característica de funcionamiento de la compuerta", como este es un procedimiento lento, la información que se vaya obteniendo se puede utilizar inmediatamente para el caso que se requiera hacer una variación de un gasto determinado después de haberlo establecido, dicha variación se comprobará con un aforo cuando es mayor del 10 %, y si es menor, el gasto requerido se podrá obtener modificando la abertura medida en el vástago de la compuerta.

Pero se debe tener cuidado en respetar las condiciones hidráulicas del canal que se esta derivando, puesto que al cambiar estas, lógicamente varia la curva característica de funcionamiento de la compuerta. Así por ejemplo si se obtiene la curva características de funcionamiento de la compuerta de una obra de toma. Donde aguas arriba sobre el canal derivador existe una represa, la forma de operación de esta última deberá ser siempre igual para que se cumpla la curva característica inicialmente determinada. Los resultados del funcionamiento de la compuerta igualmente se pueden presentar en forma de tabla para que sea más accesible al encargado de la sección.

CAPITULO VIII.

MÉTODOS DE DISTRIBUCION DE AGUAS.

GENERALIDADES.

En el presente caso, al hablar de Métodos de Distribución de Aguas, vamos a referirnos, al "como", "cuando" y "cuanto" específicos del tema para zonas relativamente grandes, bien sea que se trate de un Distrito, un Sistema, una Unidad, una Zona o una sección de Riego y únicamente, en lo que se refiere a la derivación del agua hacia los canales, cualquiera que sea su tamaño y capacidad.

Con lo anterior se quiere establecer la diferencia que existe entre métodos de distribución de aguas y métodos de riego, ya que los segundos se refieren específicamente a la distribución del agua directamente en la parcela.

Los Métodos de Distribución de Agua, pueden clasificarse en cuatro, como sigue:

- A.- Demanda Libre.
- B.- Demanda semanal
- C.- Tandeo
- D.- Lámina y frecuencia únicas.
- A.- Demanda Libre.-

Como su nombre lo indica, cuando se utiliza este método, los usuarios hacen uso del servicio de riego según su criterio, bien sea solicitando de los encargados del sistema la apertura y cierre de las compuertas o que ellos mismos estén autorizados para hacer estos movimientos.

Lo anterior es por lo que se refiere al "como", ya que los -

usuarios tendrán la seguridad de disponer de dicho servicio "cuando" ellos lo deseen, si se lleva un control de humedad del suelo, o en el caso en -- que la demanda la haga el usuario de acuerdo con su experiencia.

Con relación al "cuanto", o sea la cantidad de agua aplicada a los suelos, el volumen por utilizar queda también a criterio de los usuarios. Por regla general únicamente es posible adoptar este método en aquellos Distritos de Riego en los cuales hay abundancia de agua y se reúne también el requisito de que las obras hidráulicas sean adecuadas para el objeto y con capacidad suficiente. En nuestro país es posible establecer este método de distribución, únicamente en los Distritos en que además exista una gran diversificación de cultivos.

En el resto de los Distritos de Riego, o sea los que no reúnen estas características, no es posible la aplicación del método, ya que habría necesidad de modificar las condiciones actuales, tanto de disponibilidad de agua, como de obras.

Aún cuando aparentemente este método es el más atractivo para los usuarios, crea ciertos vicios que desde cualquier punto de vista -- van contra la política hidráulica de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

Los vicios que se crean son los siguientes:

- 1.- Los usuarios suspenden sus riegos de noche.
- 2.- No riegan los domingos ni días festivos.
- 3.- Se utilizan láminas de riego altas.
- 4.- Se dificulta el control general del sistema.
- 5.- Es prácticamente imposible aforar, a no ser que cuenta_ con medidores totalizadores de precisión.
- 6.- Las obras son costosas.
- 7.- La eficiencia general de sistema es baja.

B.- Demanda Semanal

A diferencia del método anterior, en este método la solicitud de agua para riego se hace para un período de siete días, o sea una semana, esto no quiere decir que los usuarios deban presentar su solicitud precisamente un día en particular, sino que se reúnan dichas solicitudes cuantificándose y los encargados de la distribución del agua deberán hacer el pedido a la fuente de abastecimiento con la debida oportunidad y en una cantidad total, que se satisfagan durante siete días los requerimientos.

Es conveniente tomarse dos días para hacer el cómputo de las solicitudes y decidir el gasto medio solicitado a la presa, para beneficiar en siete días la superficie que requiera del riego.

Específicamente se recomienda atender todas las solicitudes que se presenten hasta el día jueves, con el objeto de cuantificarlas durante el viernes y el sábado, hacer el pedido a la presa el domingo e iniciar la entrega del agua solicitada el lunes.

La secuela de cálculo en términos generales es la siguiente:=-

Por la experiencia de ciclos anteriores o de zonas semejantes se conocen las láminas de riego para cada cultivo, esa lámina expresada en metros, multiplicada por 10,000 metros cuadrados, que es el área correspondiente a una hectárea, nos dará el volumen por aplicar a la unidad de superficie, que en este caso es una hectárea.

Ese volumen dividido entre 604,800 que es el número de segundos en siete días, nos dará un gasto unitario que deberá multiplicarse posteriormente por el número de hectáreas de cada cultivo, resultando finalmente los gastos necesarios Q_m (medios) correspondientes.

Finalmente a la suma de los gastos necesarios para cada cultivo, se le agrega el gasto correspondiente a pérdidas en canales y se tendrá el gasto que debemos colocar en el punto de control.

Para mayor claridad de lo expresado, a continuación se pone un ejemplo. (Ver ejemplo N^o 1).

Este método ha demostrado mayor eficiencia que el anterior en las regiones en que ha sido posible su aplicación, sin embargo para establecerlo es necesario una gran disciplina de los usuarios.

Al principio habra quienes descuiden el presentar oportunamente su solicitud, pudiendo presentarse la situación de que los cultivos sufran abatimientos en su producción por riegos extemporáneos, o bien que haya necesidad de solicitar incrementos de gasto durante la semana, con lo cual el método pierde sus características principales.

Como características fundamentales benéficas de este método tenemos en primer lugar que se facilita mucho el control de los pedidos y entregas de agua, reduce los movimientos que se tengan que hacer en las obras y finalmente, es posible mantener tirantes y con ello hacer más preciso los aforos como consecuencia de lo anterior.

Los valores de las láminas que se asignen a cada cultivo, deberán irse afinando, conforme se tenga mayor información sobre las que realmente se utilizan.

C.- Tandeo.-

Este método consiste en establecer previamente un orden mediante el cual se va hacer la entrega del servicio de riego a los usuarios

Este orden generalmente se establece de aguas abajo hacia aguas arriba. Una vez establecido el orden, cada usuario se le asigna un tiempo para el beneficio de su lote que está en función del gasto utilizado y la superficie a beneficiar.

Este orden se pierde, cuando se presenta la necesidad de regar terrenos altos, para los cuales se necesita mantener tirantes altos en los canales por la conveniencia de bajarlos lo más pronto posible y disminuir con ellos las pérdidas por filtración en los canales de tierra.

Por regla general, este método se utiliza en aquellas zonas en las cuales prevalece el monocultivo o cultivos que tienen requerimientos similares de riego. Otro requisito fundamental para el establecimiento del tandeo es que por la topografía del terreno, todos los usuarios, estén en condiciones de tomar gastos unitarios uniformes.

En esta forma, en el caso en que se pretenda dar una lámina de 10.8 cm. por riego y los usuarios manejen gasto de 100 l.p.s., el tiempo que deberá asignarse necesitarán tres y media horas, para dar una lámina de 12.6 cm., por riego y cuatro horas, para dar 14.4 cm., de lámina de riego.

Una de las principales ventajas de éste método estriba en que es coercitivo, ya que el usuario que no haga uso del agua en su turno, tendrá que esperar a que terminen todos los que utilizan un mismo canal o regadera, cuyas tierras se localizan aguas arriba de las de él y se le proporcionará el servicio, cuando se establezca el segundo tandeo. En estas condiciones, los agricultores tendrán la tendencia de prepararse oportunamente y tomar el servicio de riego en el turno correspondiente.

Para mayor comprensión de lo expuesto, a continuación se dan las ecuaciones que sirven para el diseño de este método.

$$Q_{\max} \times E_c = Q_n$$

$$\frac{Q_n}{Q_t} = \text{No. de Servicios} = N_s$$

$$\frac{Q_t}{q_t} = \frac{\text{Sup}}{\text{Seg}} = \text{Avance unitario} = A_u$$

$A_u \times 86,400 = \text{Avance diario} = A_d$

$N_s \times A_d = \text{Sup. diaria regada} = S_{dr}$

$\frac{A_t}{S_{dr}} = \text{Días necesarios para regar toda el área} = D_N$

Si:

$D_N < I$, el cultivo está dentro de la seguridad.

$D_N > I$, no se alcanzará a regar toda el área debiéndose limitar.

Q_{max} = Gasto máximo de operación del canal.

Q_n = Gasto neto.

Q_p = Gasto por toma

E_c = Eficiencia de conducción.

V_1 = Vol. necesario para aplicar una determinada lámina a una hectárea.

I = Intervalo de riego de cultivo.

Este método es frecuente en aquellas regiones en que habitualmente se presenta deficiencia de agua o bien para la época de restricción de aquellas zonas en las cuales no tienen problemas de deficiencia.

El orden en que los usuarios deben hacer uso del servicio de riego, deberá estar oportunamente en poder de los encargados de la distribución del agua en cada sección de riego, bien sea en forma gráfica, o en forma de relación con el objeto de que oportunamente se tengan los elementos necesarios para juzgar sobre la preferencia u ordenamiento del riego.

La gráfica número 1, es ejemplo de la forma en que se puede presentar el orden de riegos y está calculada para proporcionar una lámina de 10.8 cm., con un gasto de 100 lts./s

Los números que aparecen en el cuerpo de dicha gráfica, son los que corresponden a los lotes de cada usuario y en donde se presenta -- una flecha entré lote y lote quiere decir que no riegan por la misma toma y que como consecuencia, habrá que hacer el cambio.

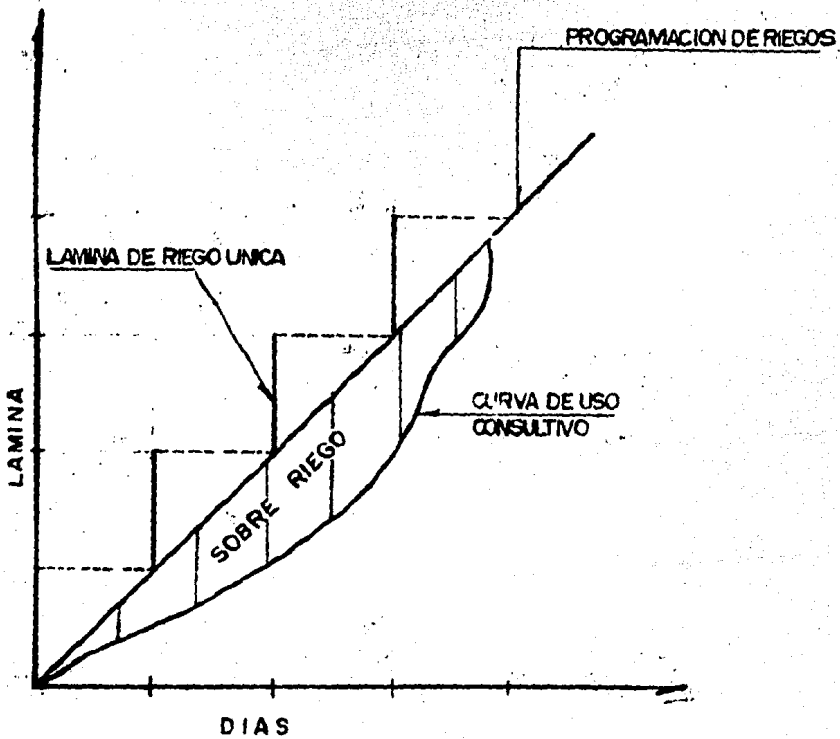
D.- Lámina y Frecuencia única.

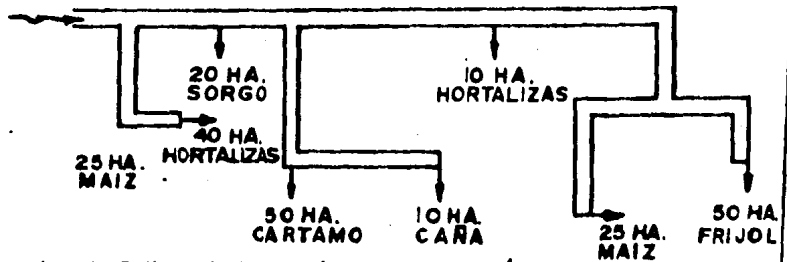
Este método es posible adoptarlo en aquellas áreas en donde prevalezca el monocultivo, o bien que los cultivos establecidos presenten - las mismas características de demanda de agua, además es necesario que se - desarrolle una agricultura sumamente eficiente, ya que la programación de - la frecuencia de los riegos es rigurosa y no debe haber retrasos en las di- ferentes actividades agrícolas como son: créditos, labores, suministro de - insumos, etc., también se deberá llenar el requisito de que la precipita- - ción aprovechable sea nula, o bien que se aplique en las épocas en que no - llueva,

Para la determinación de la frecuencia del riego, es necesari- - o tener un conocimiento exacto del uso consuntivo de las plantas, así co- - mo determinar la lámina que deba aplicarse. a cada uno de los riegos, tal- - como se indica en la gráfica número dos.

GRAFICA No. 2.

La lámina de riego por aplicar, básicamente estará en función del método de riego empleado, teniendo en consideración los criterios establecidos para hacer un mejor uso del agua.



DEMANDA SEMANAL

COEF X Segundos de 7 días = Volumen (Equivalente a Lámina)

COEF = $\frac{\text{Vol.}}{\text{SEG. 7 días}}$

CULTIVO	LAMINA	COEF.	SUP.	Q N
MAIZ PRIMAVERA	20	3.31	50	165.5
SORGO PRIMAVERA	15	2.48	20	49.6
HORTALIZAS	14	2.31	50	115.5
CARTAMO	27	4.46	50	223.0
CAÑA DE AZUCAR	13	2.15	10	21.5
FRIJOL INVIERNO	16	2.65	50	132.5
	119	3.08	230	707.6

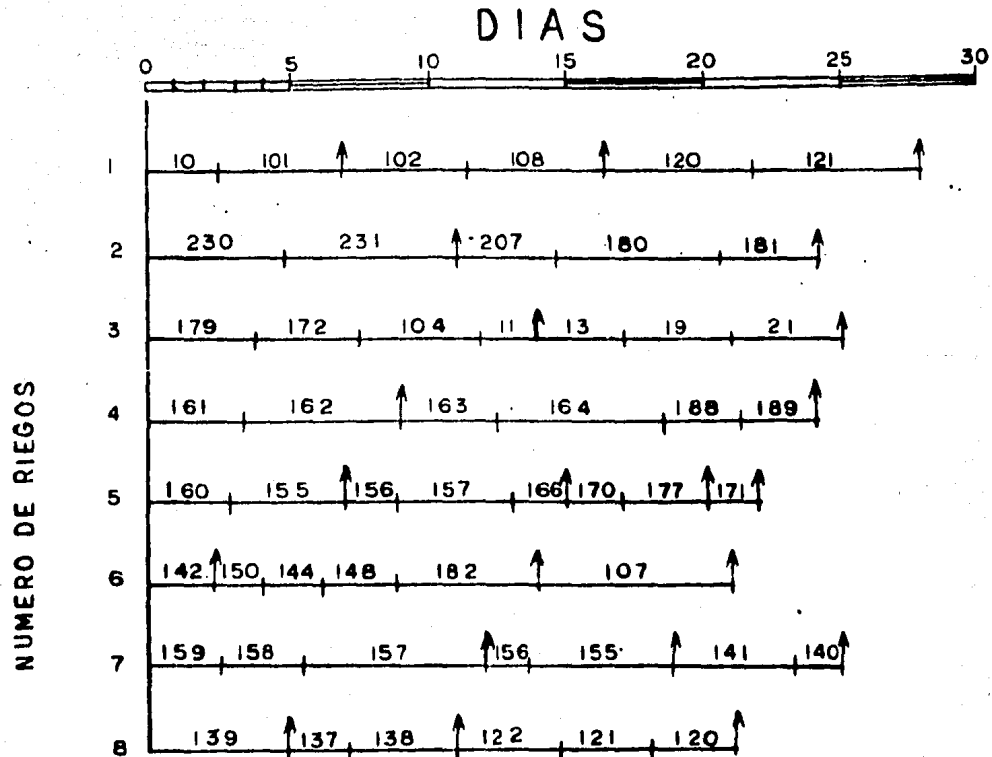
Q PERDIDAS

400.0

Q BOCATOMA

1107.6 Lts./seg.

ORDEN DE RIEGOS



GRAFICA No. 1

C O N C L U S I O N .

Todo sistema de riego para que pueda cumplir satisfactoriamente con sus metas y fines, requiere de 2 actividades que son fundamentales para su funcionamiento y desarrollo, dichas actividades son la operación y la conservación. Estas actividades son realizadas por personal técnico y profesional de los Distritos de Riego.

Para realizar una óptima operación y conservación del sistema de riego, es indispensable que ésta se realice en una forma racional y planificada, para lo cual el personal responsable de las actividades de operación y conservación necesita estar capacitado y conocer a fondo la importancia de su labor.

La importancia de la conservación radica en que si las Obras que forman un Sistema de Riego, se encuentran en malas condiciones de servicio, diferentes a las que fueron proyectadas entonces la eficacia de su funcionamiento será reducido, alterando así la eficiencia total del sistema de riego, por lo tanto se puede decir que la conservación; planeará, programará y ejecutará las actividades necesarias para que de una forma racional mantenga hasta donde sea posible las condiciones de funcionamiento, para las cuales fué creada una estructura de una obra de riego, y consecuentemente se obtenga su máximo provecho.

Otro aspecto fundamental, es la operación del sistema de Riego, ya que no basta con realizar la captación del agua destinada para riego, sino que es necesario estudiar, analizar, planear, programar, medir, afonar y controlar la distribución del agua de riego, con el fin de utilizar el máximo

los volúmenes de agua disponibles para riego, logrando así regar mayores áreas de cultivo, al disminuir los volúmenes brutos de agua, satisfaciendo en forma oportuna y adecuada los requerimientos de agua de los cultivos, evitando pérdidas, desperdicios de agua, y reduciendo los problemas originados por falta de volúmenes de riego debido al efecto aleatorio de la cantidad de agua que es posible obtener por medio de las fuentes de captación.

La conservación y la operación necesitan de un continuo intercambio de planes y programas para no entorpecerse mutuamente de acuerdo a las conclusiones que se derivan de la operación; modificar, mejorar y ampliar las obras de riego que se requieran, ya que en la operación debido a su continuo manejo del sistema de riego, observó y detectó que hace falta para el correcto funcionamiento de una obra o estructura de riego, participándole a los encargados de la conservación, cuando y donde es necesario realizar; reconstrucciones, modificaciones, construcciones, limpiar, desazolver y mantenimiento en general a las obras y estructuras que integren un sistema de riego, ahora bien, los responsables de la conservación, planean, programan, estudian, ejecutan y controlan los recursos, costos, equipos, procedimientos, secuencias técnicas y personal que sean necesarios para mantener las condiciones de funcionamiento óptimo de cada una de las partes integrantes del sistema de riego.

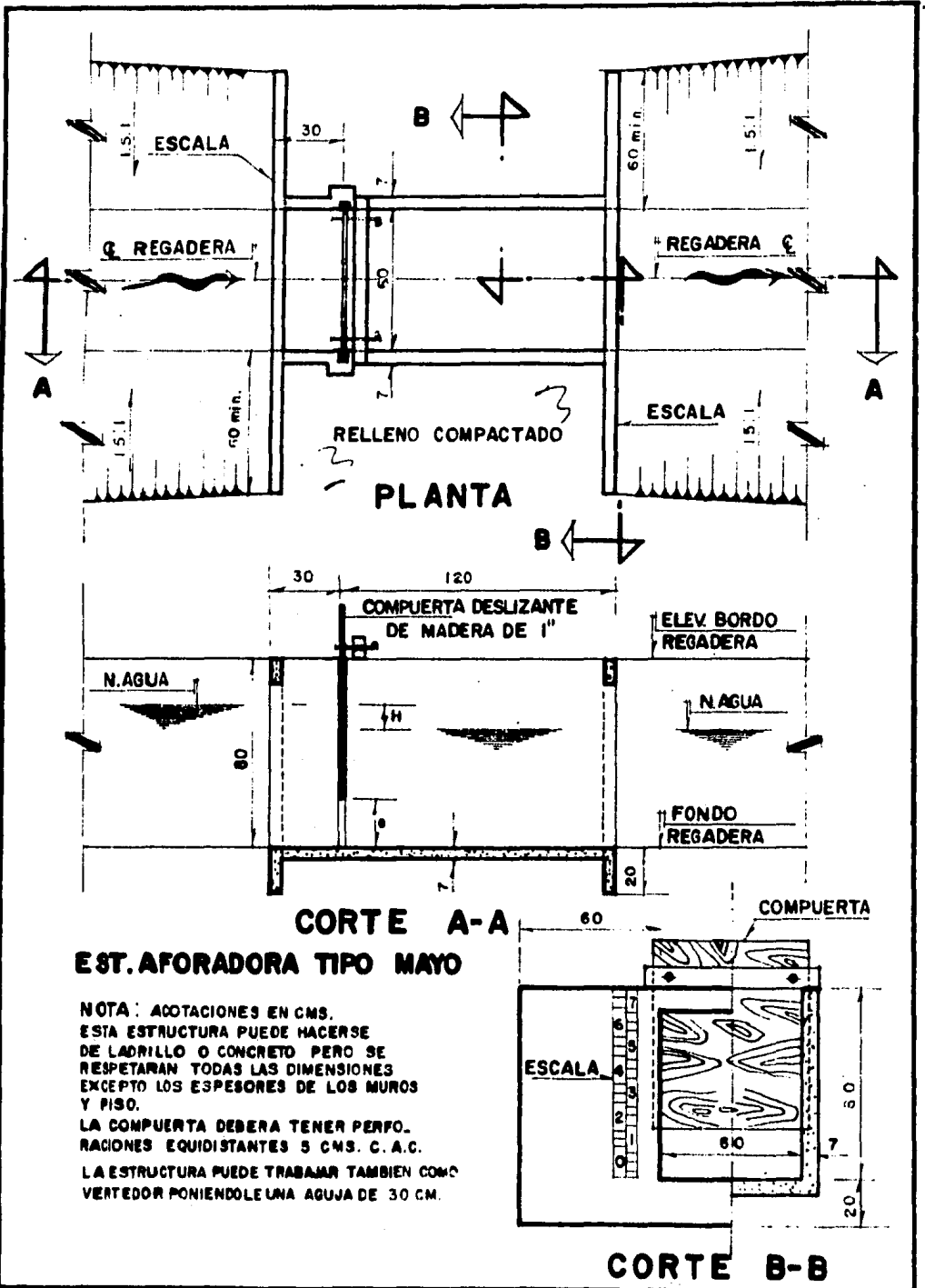
Para realizar la conservación y operación en un sistema de riego es recomendable que los encargados de la misma tengan los conocimientos fundamentales en las áreas siguientes: Hidráulica, Hidrología, Hidrometría, Ecología, Economía, Técnicas y Aspectos constructivos y conocimientos básicos de Electronecánica.

Se resalta que la planeación y programación es lo básico para el logro de la eficacia deseada tanto en beneficio de los usuarios como a nivel administrativos, así para lograr esto se requiere una amplia comunicación - -

usuario-operarios y personal de conservación.

En el caso de la conservación en algunos distritos de riego se escatiman esfuerzos, aparte de que en forma general se tienen bajos presupuestos para esta partida por que no se le da su debida importancia y se relega hasta el último termino, esto lleva a que después este en completo deterioro el sistema de riego y sea obligatoria la rehabilitación del Distrito a un costo mucho mayor que si se hubiera dado la conservación adecuada. Lo anterior no debe de suceder en este País en que la situación económica no es para creer que la correcta conservación es un lujo o un gasto extra y que no afecta grandemente a la operación a corto plazo, es necesario tomar conciencia que esto es falso por que la conservación correcta y constante es mas fácil, económica y preferible a la realizada en periodos largos o no realizada.

También en la conservación es necesario una continua revisión e inspección, no esperar siempre a que los usuarios o los operarios del sistema nos indiquen alguna anomalía o falla y que es cuando se toman las medidas que ya no son preventivas sino de emergencia absorbiendo gran esfuerzo, tiempo, personal y un elevado costo. Cualquier parte del sistema debe de tomarse en cuenta dentro de la jerarquización por insignificante que parezca como por ejemplo: Una falla en el cierre hermético de las compuertas, dificultad en la maniobrabilidad de mecánicos etc. Los drenes es lo que por lo general se considera por último en la conservación o no se considera desapareciendo en algunos casos por lo que es básico no llegar a estos extremos en que su solución es a elevado costo con las repercusiones que ocasiona a los cultivos. Así que este trabajo sea un apoyo para la correcta conservación.

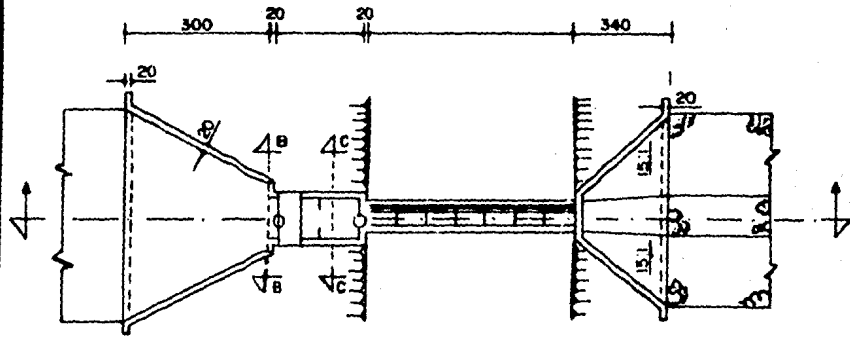


EST. AFORADORA TIPO MAYO

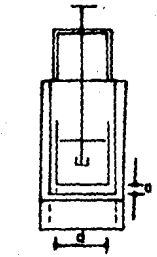
NOTA: ACOTACIONES EN CMS.
 ESTA ESTRUCTURA PUEDE HACERSE DE LADRILLO O CONCRETO PERO SE RESPETARAN TODAS LAS DIMENSIONES EXCEPTO LOS ESPESORES DE LOS MUROS Y PISO.

LA COMPUERTA DEBERA TENER PERFORACIONES EQUIDISTANTES 5 CMS. C. A. C.

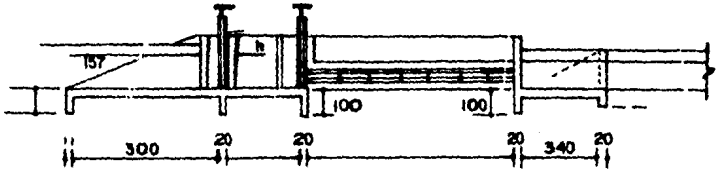
LA ESTRUCTURA PUEDE TRABAJAR TAMBIEN COMO VERTEDOR PONIENDOLE UNA AGUJA DE 30 CM.



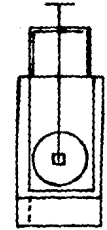
PLANTA GENERAL



CORTE B-B



CORTE A-A



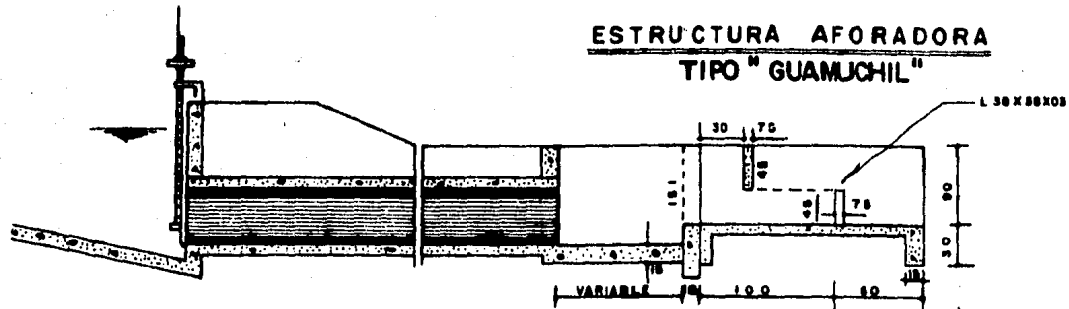
CORTE C-C

NOTAS:

La dimension "d" corresponde al ancho de la compuerta, la "a" corresponde a la abertura, la "h" es la carga sobre la compuerta rectangular (5 a 6 Cm.) y se anexas tabla de gastos para estas cargas las escalas se colocaron a una distancia de 25 Cm. a ambos lados de la compuerta deslizando la anchura de la caja depende del ancho de la compuerta deslizando.

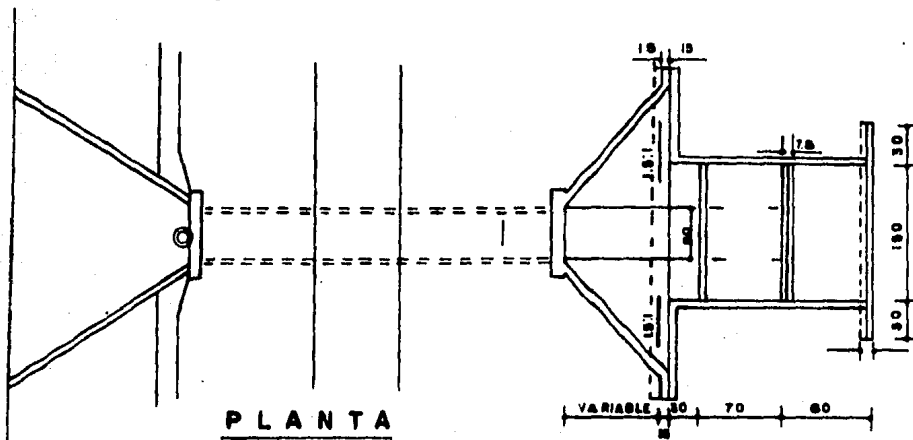
CAJA MEDIDORA Y TOMA		
100		

**ESTRUCTURA AFORADORA
TIPO "GUAMUCHIL"**



NOTA: La ecuación utilizabla para la estructura aforadora
es $Q = 1.84 L H^{3/2}$
La longitud L (en este caso 1.50) es variable

ELEVACION



PLANTA

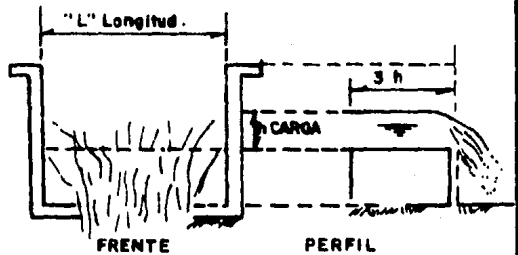
TABLA DE GASTOS PARA COMPUERTAS de 0.60 m. de ANCHO EN—
FUNCION DE LA CARGA (h) Y LA ABERTURA (a).

CARGA (h) Cm.	ABERTURAS EN Cm. (a)						
	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35
4	22	48	75	108	141	177	216
5	25	54	84	118	158	198	227
6	27	59	92	130	172	218	241
7	30	64	100	140	186	234	263
8	32	68	108	150	199	250	
9	33	72	113	159	211		
10	35	76	119	167	222		
11	37	80	125	176	234		
12	39	83	130	183	244		
13	40	87	136	191	264		
14	42	90	141	198			
15	43	93	146	205			
16	45	96	150	212			
17	46	99	155	218			
18	47	102	159	224			
19	49	105	164	231			
20	50	108	168	237			
21	51	110	172	242			
22	52	113	170	248			
23	53	115	180	254			
24	55	118	184				
25	56	120	188				
26	57	123	192				
27	58	125	196				
28	59	127	190				
29	60	130	203				
30	61	132	208				
31	62	134	209				
32	63	136	213				
33	64	138	216				
34	65	140	219				
35	66	142	223				
36	67	144	226				
37	68	146	229				
38	69	148	232				
39	70	150	235				
40	70	152	238				
41	71	154	241				
42	72	156	244				
43	73	158	247				
44	74	160	249				
45	75	162	251				
46	75	163	255				
47	76	165					
48	77	167					
49	78	169					
50	79	170					

EST. AFORADORA
TIPO MAYO

TABLA PARA GASTOS PARA VERTEDOR
RECTANGULAR DE 1.00 m. DE LONG.—
FORM. $Q = 1.84 LH^{3/2}$

CARGA (h) En Cm.	GASTO (Q) En l.p.s.	CARGA (h) En Cm.	GASTO (Q) En l.p.s.
5	21	18	139
6	27	19	153
7	34	20	164
8	42	21	177
9	50	22	190
10	50	23	203
11	67	24	218
12	76	25	230
13	86	26	244
14	96	27	259
15	107	28	263
16	118	29	288
17	129	30	302

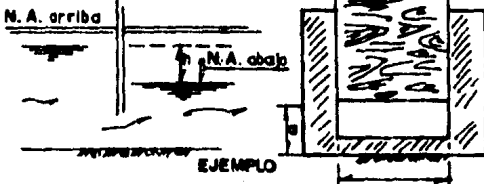


NOTA:

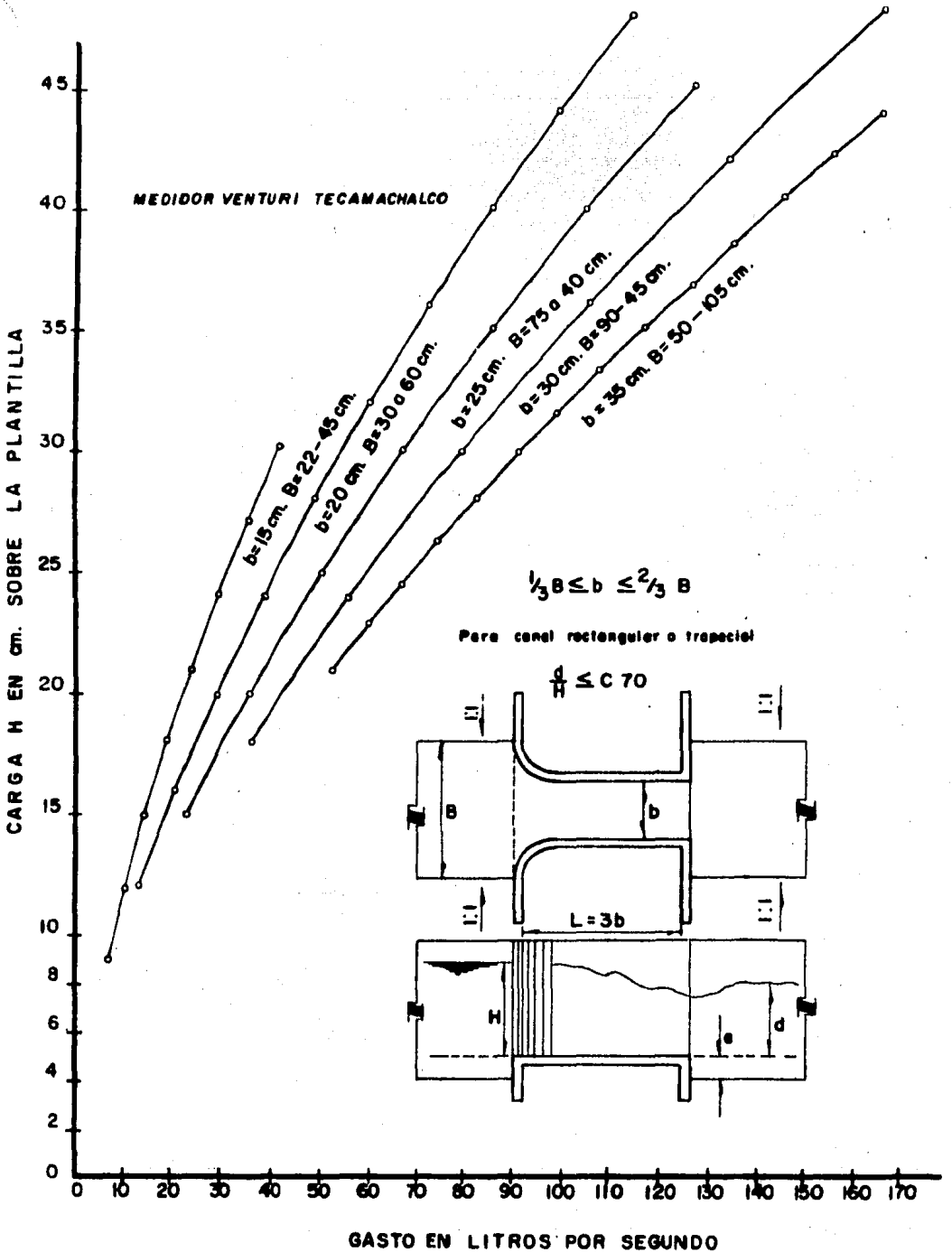
- 1- La carga "h" se debe medir a una distancia de 3h equis arriba de la cresta.
- 2- Para valores de "L" diferentes a 1.00 m. se debe multiplicar el gasto (Q) que da la tabla por la longitud que tenga el vertedor expresado en m.

Ejemplo 1- Para h=12 cm. y L=150 m.
 $Q = 76 \times 150 = 114$ l.p.s.

Ejemplo 2- Para h=14 cm. y L=0.90 m.
 $Q = 96 \times 0.9 = 86.4$ l.p.s.

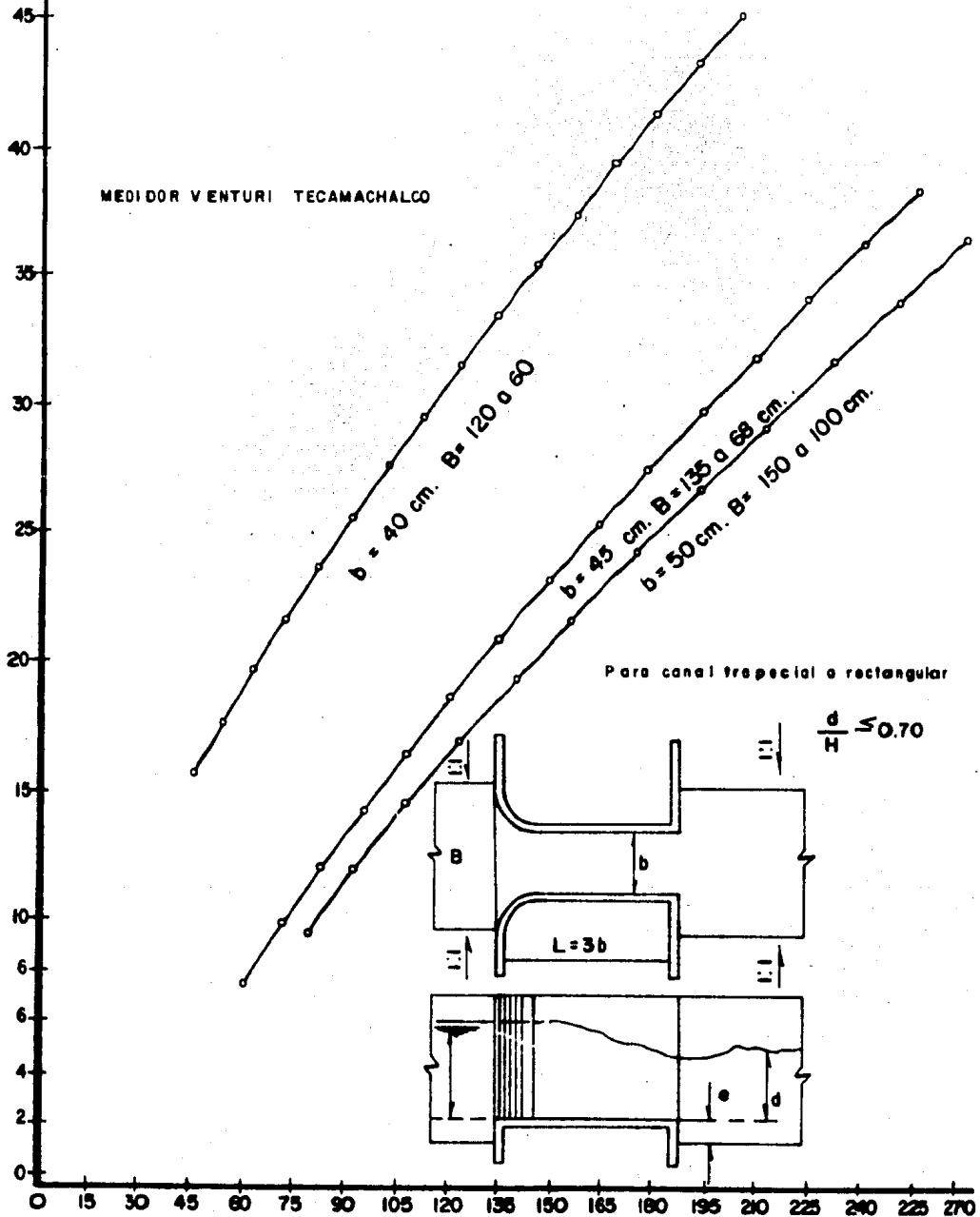


EJEMPLO



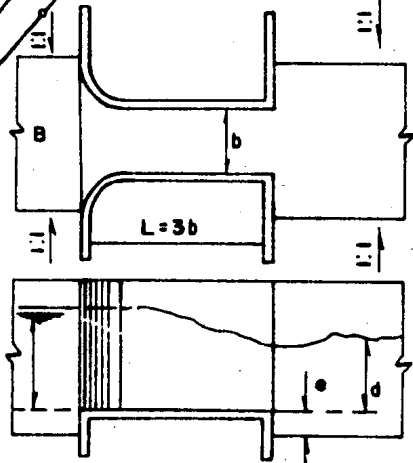
MEDIDOR VENTURI TECAMACHALCO

CARGA H EN CM. SOBRE LA PLANTILLA



Para canal trapezoidal o rectangular

$$\frac{d}{H} \leq 0.70$$



GASTO EN LITROS POR SEGUNDOS

Lab. H.

PUNTO DE CONTROL No _____

UNIDAD: _____

CANAL: _____

ZONA: _____

KILOMETRO: _____

TIPO DE COMPUERTA _____

SECCION: _____

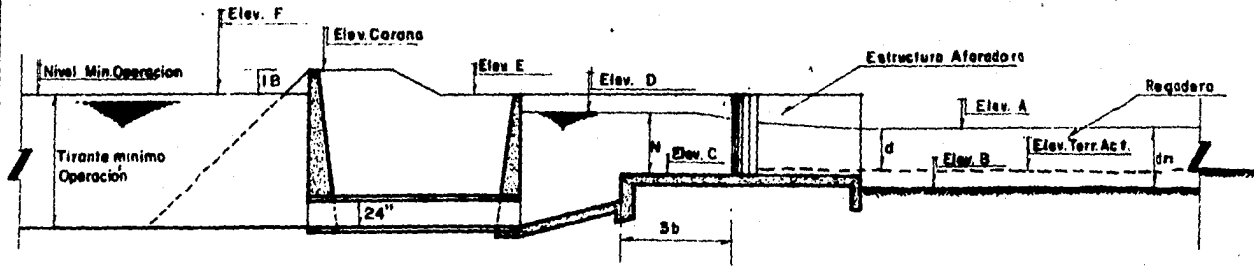
CARGA EN METROS		A	B	E	R	T	U	R	A	S												
h																						

VERTEDORES ECUACION $Q = 1.84 L H^{3/2}$

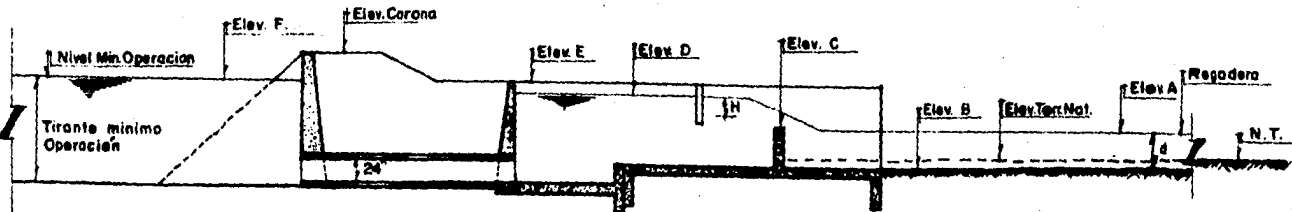
GASTOS EN M³/SEG.

H	L=.60	L=.80	L=1.00	L=1.200
0250	0044	0056	0073	0087
0500	0123	0165	0206	0247
0750	0227	0302	0378	0454
1000	0349	0465	0582	0698
1250	0488	0651	0813	0976
1500	0641	0855	1069	1263
1750	0808	1078	1347	1616
2000	0987	1317	1646	1975
2250	1178	1571	1964	2357
2500	1380	1840	2300	2760
2750	1592	2123	2653	3184
3000	1814	2419	3023	3628
3250	2045	2727	3409	4091
3500	2286	3048	3810	4572
3750	2535	3380	4225	5070
4000	2793	3724	4655	5586
4250	3059	4078	5098	6118
4500	3333	4444	5554	6665
4750	3614	4819	6024	7228
5000	3903	5204	6506	7806
5250	4200	5599	6999	8399
5500	4503	6004	7505	9006
5750	4814	6418	8023	9627
6000	5131	6841	8552	10262
6250	5455	7273	9092	10910
6500	5785	7714	9642	11571
6750	6122	8163	10204	12245
7000	6466	8621	10776	12931

ESTRUCTURA AFORADORA TIPO "VENTURI"



ESTRUCTURA AFORADORA TIPO "GUAMUCHIL"



BIBLIOGRAFIA

"Conservación de la Capacidad de Conducción de los Canales de Riego" Memorándum Técnico No. 107 de la Dirección General de Distritos de Riego de la SARH.

"Curso Internacional sobre Obras de Riego (Conservación y Operación)", Memorándum Técnico No. 149 y 150 de la Dirección General de Distritos de Riego de la SARH.

"La Conservación" Por el Seminario Latino Americano de Irrigación (Memoria, Tomo 11).

"Balance Hidrológico entre el agua disponible y la demanda en un Distrito de Riego" Memorándum Técnico No. 302 de la Dirección General de Distritos de Riego de la SARH.

"Los Distritos de Riego" Enrique Espinosa Vicente.

"Algunas ideas sobre la conservación de Obras de Riego", Ing. Jorge L. Tamayo, Irrigación en México No. 4, Volumen XXII.

"Curso de Capacitación a Nivel Técnico Superior" Academias, Dirección General de Distritos de Riego de la SARH.

"Algunas ideas sobre la conservación de Obras de Riego" Ing. Jorge L. Tamayo, Irrigación en México No. 1, Vol. XXIII.

"Problemas de Azolve" Irrigación en México, No. 3 Vol. XXIV.

"Operación y Conservación de los Distritos de Riego" Memorándum Técnico No. 88 de la Dirección General de Distritos de Riego de la SARH.

"Conservación de la capacidad conductiva de los Canales de Riego" Ingeniería Hidráulica No. 3 del Vol. XXII, No. 4 del volumen - XXII y No. 1 del Vol. XXIII.

"Combate de hierbas acuáticas" Memorandum Técnico No. 40 y 56 de la Dirección General de Distritos de Riego de la SARH.

"Revestimiento de Canales de Riego" Memorandum Técnico No. 48 de la Dirección General de Distritos de Riego, SARH.

"El Drenaje de las Tierras" Memorandum Técnico de la Dirección - General de Distritos de Riego, SARH.

"Coeficientes de Riego" Ingeniería Hidráulica en México No. 3 Vol. XXV.

"Métodos y Aspecto Económico en la Operación y Conservación de - un sistema de drenaje en zonas agrícolas" Congreso de la Comi - sión Internacional de Riego y Drenaje, Memoria, Tema No. 25.

"La conservación de los Sistemas de Drenaje" Memorandum Técnico - No. 166 de la Dirección General de Distritos de Riego, SARH.