

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA



**CONSERVACION DE LAS OBRAS
EN UN DISTRITO DE RIEGO**

TESIS PROFESIONAL
Que Para Obtener el Título de
INGENIERO CIVIL
P r e s e n t a

MARCIANO ODILON RIOS DIAZ

México, D.F.

2004



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
FING/DCTG/SEAC/UTIT/115/03

Señor
MARCIANO ODILON RIOS DIAZ
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor ING. FEDERICO ALCARAZ LOZANO, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de INGENIERO CIVIL.

"CONSERVACION DE LAS OBRAS EN UN DISTRITO DE RIEGO"

- INTRODUCCION
- I. ANTECEDENTES HISTORICOS
- II. GENERALIDADES
- III. TIPOS DE OBRAS CONSERVADAS
- IV. LA CONSERVACION Y SU IMPORTANCIA EN LAS OBRAS DE LOS DISTRITOS DE RIEGO
- V. CONCEPTOS DE TRABAJO A EJECUTARSE EN CONSERVACION
- VI. RECOMENDACIONES
- VII. CONCLUSIONES

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el Título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cd. Universitario 11 Noviembre 2003.
EL DIRECTOR

M.C. GERARDO FERRANDO BRAVO
GFB/AJP/crc.

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: MARCIANO ODILON RIOS DIAZ

FECHA: FEBRERO 9-2004

FIRMA: [Firma]

INDICE

CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS EN UN DISTRITO DE RIEGO

INTRODUCCION	3
I. ANTECEDENTES HISTORICOS	4
I.1 - EPOCA PRECORTESIANA	4
I.2 - EPOCA COLONIAL	4
I.3 - EPOCA POST-REVOLUCIONARIA	5
I.4 - DEFINICIÓN DE DISTRITO DE RIEGO	7
II. GENERALIDADES	9
II.1 - LOCALIZACIÓN CLIMATOLOGICA DE LOS DISTRITOS DE RIEGO	10
II.2 - LOS SUELOS EN LOS DISTRITOS DE RIEGO	10
II.3 - AREAS DE LOS DISTRITOS DE RIEGO	14
II.4 - DISTRIBUCION DE ASIGNACIONES	16
III. TIPOS DE OBRAS CONSERVADAS	17
III.1 - FUENTES DE ABASTECIMIENTO	17
III.2 - RED DE DISTRIBUCIÓN	19
III.3 - RED DE DRENAJE	20
III.4 - RED DE CAMINOS	22
III.5 - OBRAS AUXILIARES	22
IV. LA CONSERVACIÓN Y SU IMPORTANCIA EN LAS OBRAS DE LOS DISTRITOS DE RIEGO	24
IV.1 - EN PRESAS (OBRAS DE CAPACITACION)	24
IV.2 - EN CANALES (RED DE DISTRIBUCIÓN)	26

IV.3 - EN DRENES (RED DE DRENAJE)	27
IV.4 - EN CAMINOS	28
IV.5 - ESTRUCTURAS	30
IV.6 - OBRAS AUXILIARES	33
V. CONCEPTOS DE TRABAJOS EJECUTADOS EN CONSERVACIÓN	38
V.1 - DESHIERBE DE MALEZA (canales, drenes, caminos, presas, etc.)	40
V.2 - EXTRACCIÓN DE PLANTAS ACUATICAS (Canales y drenes)	43
V.4 - TERRACERIAS (canales, drenes y caminos)	49
V.5 - CONFORMACIÓN Y RASTREO	54
V.6 - OBRAS AUXILIARES	56
V.6 a) - <i>REDES TELEFÓNICAS</i>	56
V.6 b) - <i>EDIFICIOS</i>	56
DESZOLVE DE DRENESVI. RECOMENDACIONES	59
VI. RECOMENDACIONES	60
VI.1 - PARA PLANEAR LA CONSERVACIÓN	60
VI.2 - PARA ELEGIR SISTEMAS DE CONTRATACIÓN	64
VI.3 - PARA ANALIZAR EL PRESUPUESTO	69
VI.4 - PARA PROGRAMAR LOS TRABAJOS.	77
VII. CONCLUSIONES	79
BIBLIOGRAFÍA	81

INTRODUCCION

Uno de los objetivos de cada obra que se construye es que ésta siempre esté operando durante su vida útil, con la máxima eficiencia posible. Esta eficiencia la vamos a lograr manteniendo las dimensiones de proyecto con que fue construida dando la conservación necesaria a la obra que se trate.

Dentro de las obras (hidráulicas) que tratamos en este tema, es preponderante llevar a cabo su conservación en virtud que estas permanecen la mayor parte de tiempo expuestas al agua. Para estas obras, la conservación debe efectuarse en el momento oportuno ya que la conservación que no se hace a tiempo se nos va a transformar en una conservación diferida, que al pasar el tiempo se va haciendo más difícil y costosa de llevarla a cabo y puede darse el caso que sea mejor la construcción de una obra nueva a hacer la conservación de esta.

Si tomamos en cuenta que para llevar a cabo la conservación de estas obras, nos encontramos limitados por el factor tiempo, es necesario poner atención especial en la programación de estos trabajos. Los trabajos en los canales es recomendable que se hagan antes que comiencen los riegos y los trabajos en los drenes un poco antes del periodo de lluvias.

El trabajo que a continuación se expone, pretende dar una idea de la magnitud de importancia que tiene la conservación y las consecuencias que se tienen al no ejecutarse ésta a tiempo. Así mismo se dan una serie de recomendaciones para hacer una mejor planeación, programación y ejecución.

I. ANTECEDENTES HISTORICOS

I.1 - EPOCA PRECORTESIANA

Entre los diversos pueblos indígenas que se asentaron en lo que es hoy la Republica Mexicana, los aztecas y los tarascos fueron los que mostraron mayor adelanto en las artes, así como en la agricultura formando sus centros de población en las cercanías de las lagunas de Texcoco, Xochimilco, Chalco, Zumpango, etc. y desarrollando por esa circunstancia, algunos conocimientos sobre el control del agua mediante la construcción de canales, acueductos, presas y diques; siendo notable, entre los aztecas, el uso de las chinampas sobre los cuales construían sus casas y cultivaban sus pequeñas parcelas.

Entre las obras más importantes construidas en esa época, es digna de mencionar la construida por Netzahualcoyotl para separar las aguas saladas del lago de Texcoco de las aguas dulces del área sobre las cuales floreció la cultura azteca.

Ya desde esa época se practicaba la agricultura de riego construyendo para el efecto, acueductos que conducían el agua a distancias considerables, así como jagüeyes formados en lugares propicios para almacenar el agua de lluvia.

I.2 - EPOCA COLONIAL

Los españoles procedentes de climas más benignos que los costeros de nuestra patria, establecieron y desarrollaron los centros de población en la mesa central, limitada por las sierras madre occidental y la oriental. Estos centros de población, tuvieron ligado su

desarrollo al progreso de la técnica para el suministro de agua; tanto para usos domésticos como para riego, siendo dignos de mención; los acueductos como el Zempoala y Otumba, con longitud total de 63 Km. Construido a base de arquerías por el monje Fray Francisco de Tembleque. Otra obra importante es la creación de la laguna de Yuriria de 16 Km. De largo por 6 Km. De ancho y que riega una amplia zona en el bajo.

I.3 - EPOCA POST-REVOLUCIONARIA

La construcción de las obras de riego financiadas casi en su totalidad por el Gobierno Federal, con el criterio de beneficio social que actualmente tiene la política de riegos del país, data de fechas relativamente recientes, pues coincide con la iniciación de la etapa constructiva de los Gobiernos post-revolucionarios.

Legalmente esta iniciación corresponde al día 8 de enero de 1926, fecha en la que las Cámaras Federales aprobaron la primera "Ley sobre irrigación con aguas federales" que creó la Comisión Nacional de Irrigación como organismo encargado de darle cumplimiento.

Antes de esta iniciación la construcción de obras de riego se encontraba en manos de la iniciativa privada, con fondos del Gobierno Federal, pero con criterio de beneficio privado.

Con las actividades técnicas de la ya extinta Comisión Nacional de Irrigación y después ya con las de la Secretaria de Recursos Hidráulicos y después; Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos se ha ido formando una terminología técnica relativa a las obras de riego en su proceso de estudios, construcción y

explotación, con grande aceptación entre los técnicos dentro y fuera de la institución gubernamental indicada.

Alguno de los términos en uso pudieran considerarse neologismos derivados o tomados del idioma ingles como consecuencia probablemente, por una parte de la influencia que ejercieron los contratistas norteamericanos que iniciaron la construcción de algunas obras y por la otra, los textos y literatura en general que se utilizan en las diversas actividades técnicas relativas.

Se usa el termino de "Proyecto de riego" o "Proyecto de Irrigación" para designar a una zona de estudio y determinar la posibilidad y condiciones en las que pueda ser utilizada una determinada fuente de abastecimiento de agua para el riego de una superficie de tierras agrícolas en extensión grande o pequeña. La extensión de la superficie de riego o "zona de riego" califica en este aspecto al proyecto, pues se dice "Pequeño proyecto de riego", cuando la extensión de la zona de riego respectiva es reducida, cualquiera que sean los volúmenes de agua de que se pueda disponer, en oposición a los "Grandes proyectos", cuya superficie factible es de gran extensión relativa. El nombre de proyecto de riego, por generalización se conserva con frecuencia aun después de que la zona que se tenia en estudio ha pasado a la etapa de construcción denominándoseles entonces "Proyecto en construcción". Poco después que se inicio la actividad constructora de la Comisión Nacional de Irrigación, este organismo asignó a los proyectos en construcción y en utilización o explotación a la vez, la denominación de "Sistemas Nacionales de Riego".

Seguramente esta designación se hizo en el momento en que se iniciaron las labores de poner en funcionamiento las obras ya terminadas para la derivación, conducción y aplicación de las aguas de riego, en el caso de zonas no cultivadas antes. De la denominación de "Sistema Nacional de Riego" se ha pasado a la denominación "De Distrito de Riego".

I.4 - DEFINICIÓN DE DISTRITO DE RIEGO

En algunas publicaciones se ha definido al "Distrito De Riego", en términos generales, como una extensión mas o menos grande de tierras agrícolas, limitadas por líneas establecidas natural o artificialmente, que se encuentra dominada topográficamente por un conjunto de obras mediante las cuales puede realizarse el riego de las tierras comprendidas. Esta definición de ninguna manera puede considerarse completa ni totalmente descriptiva porque, por una parte, los límites que legalmente se establecen para un distrito de riego solo limitan la zona de riego quedando fuera de dichos límites, por lo general, los vasos de almacenamiento con toda la obra de control y funcionamiento, así como los canales de conducción comprendidos entre los vasos de almacenamiento y el punto en donde se inician los canales de riego; algunas veces quedan fuera de los límites hasta las obras de derivación, sean presas, plantas de bombeo, o simples obras de toma y así mismo el canal muerto de los canales principales quedan fuera de mención la red de caminos y red de drenaje que sirven al distrito y que forman parte del conjunto de obras construidas como obras de riego. Finalmente, algunas veces quedan construidas fuera de dichos límites, instalaciones fijas principales y

accesorias destinadas a satisfacer las necesidades de la Administración de Distrito, como oficinas, Almacenes, Talleres, etc. Por otra parte, por decirlo así; aquella es una definición estática, pues no revela nada de las grandes o pequeñas actividades o interrelaciones que se desarrollan dentro y fuera de los límites de la zona de riego, pues por más pequeña que sea la extensión regada, basta con que existan tierras y obras de riego que permitan la utilización del agua, para que nazca todo un conjunto de actividades agrícolas, bancarias, comerciales, etc.

Se trata a continuación de dar una definición mas completa y descriptiva; Un Distrito de riego es una Unidad Agrícola que cuenta con el agua y obras necesarias para poder efectuar el riego de las tierras comprendidas en ella y que cuenta, asimismo, con aquellas otras obras que permiten el correcto funcionamiento y la conservación de las tierras bajo riego y el desarrollo agrícola, social, comercial e industrial de la Unidad.

Seguramente este concepto de Distrito de Riego tampoco sea el más correcto, pero se pone como un intento de definir con mayores alcances uno de los núcleos agrícolas más importantes y más susceptibles de asimilar las técnicas agrícolas más avanzadas con que actualmente cuenta el país. La definición correcta no importa gran cosa, con tal que puedan comprenderse con la mayor aptitud posible las enormes posibilidades de progreso agrícola y social con que cuentan y que se tenga una idea del monto del Patrimonio Nacional que representan para que puedan administrarse con la más elevada y certera visión.

II. GENERALIDADES

La atmósfera y el suelo constituyen el medio físico dentro del cual crecen las plantas superiores y consecuentemente, constituyen el medio físico dentro del cual se desarrolla la agricultura, sea esta de riego o de temporal.

Parece pues indudable que los conocimientos relacionados con la atmósfera y el suelo sean básicos para formular planes adecuados que permitan impulsar la Agricultura de una determinada región, pues por una parte el clima, con el conjunto de factores metereológicos que lo componen, determinan las posibilidades de la Agricultura en un lugar determinado y por la otra, las características físicas, químicas y biológicas del suelo señalan o proporcionan las orientaciones indispensables para utilizar las técnicas y practicas mas adecuadas en beneficio de la mayor producción agrícola de esa misma región.

La posición geográfica de Territorio Nacional y su complicada orografía producen una enorme variabilidad, tanto en la sucesión como en la frecuencia y efectos de todos los fenómenos metereológicos que lo afectan y consecuentemente existe una gran diversidad de climas, desde los más cálidos y lluviosos hasta los más secos y extremosos.

II.1 - LOCALIZACIÓN CLIMATOLOGICA DE LOS DISTRITOS DE RIEGO

La mayor parte de las áreas irrigadas del Norte y Noroeste del país, se encuentran en climas secos y muy secos, cálidos y aun extremosos con diferencia de lluvia en todas las estaciones. Existe sin embargo un gran numero de distritos, por lo general de corta extensión o pequeños distritos, que se encuentran dentro de la zona de clima semiseco y templado con lluvia actual localizada en la región central del país.

Además tenemos las regiones de clima húmedo y cálido, sin estación seca bien definida en donde se encuentran los distritos de los Estados de Veracruz y Tabasco.

El clima nos proporciona una información general y de conjunto, pero con frecuencia no basta contar con el solo concepto del clima que caracteriza una determinada región; con frecuencia interesa mas conocer la influencia que los diversos fenómenos metereológicos que más afectan a la vegetación; las heladas, los nortes, *las equipatas, etc.

II.2 - LOS SUELOS EN LOS DISTRITOS DE RIEGO

Las características de los grandes grupos de suelos de la clasificación mundial se derivan de la acción que los diferentes factores climatológicos y la vegetación, influida también por el clima, ejercen sobre la masa de suelo.

* - lloviznas invernales que proporcionan condiciones adecuadas para la aparición de plagas y enfermedades

Los factores climatológicos cuya acción reviste mayor importancia en los procesos de intemperización de los suelos son la temperatura y la humedad y desde este punto de vista se hace la siguiente clasificación:

- I. Suelos formados por la acción de los climas húmedos y fríos o templados.
- II. Suelos formados bajo la influencia de los climas calientes y húmedos.
- III. Suelos formados por la influencia de los climas secos y extremosos (áridos)

A medida que las condiciones climatológicas varían en un sentido o en otro, las características de los suelos también varían en el mismo sentido pasando gradual y continuamente de un grupo a otro, dando lugar a los grupos derivados o secundarios que reciben el nombre de grupos azonales.

La mayor extensión de tierras bajo riego actualmente se encuentra dentro del grupo de las regiones áridas del país, pero aun en reducida extensión de tierras bajo riego se tienen regiones húmedas y cálidas del Territorio Nacional.

ALTERACIONES DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS CAUSADAS POR RIEGOS

Los efectos benéficos del riego son de tal manera manifiestos que parece superfluo tratar de exponerlos en todos sus aspectos por lo que solamente mencionamos que existe un gran contraste entre la productividad de un suelo que depende exclusivamente de lluvias escasas, y la productividad de las tierras que pueden disponer de agua

para riego que permite satisfacer las necesidades de las plantas en su oportunidad.

Sin embargo, la practica del riego aplicada ciegamente y sin cuidadosa atención puede transformarse en elemento devastador, si no se prevén los efectos adversos y no se toman en cuenta las medidas indispensables para conjurarlos.

Dentro de los efectos que se deben tomar mas en cuenta, los de mayor importancia son los siguientes:

- I. Salinización
- II. El enlagueamiento o aparición superficial de las aguas freáticas
- III. La erosión

El exceso de agua de riego aplicada a las tierras produce ascensos y descensos periódicos de las aguas freáticas correspondientes a los periodos de riego y reseco. Este proceso permite que las sales solubles contenidas en todo el espesor del suelo (cloruros y sulfatos de sodio) invadido por las aguas freáticas, entre en solución y sean conducidas por esta agua hacia arriba en donde por la evaporación de las mismas, dichas sales se van concentrando. Cuando llega la época del receso de los riegos, el nivel comienza su descenso pero las aguas ya no pueden disolver y arrastrar hacia abajo todas las sales concentradas en la zona de nivel máximo dejando allí gran parte de las sales disueltas en el agua que se evaporo. La concentración resulta tanto mayor cuanto más cercano a la superficie se encuentre el máximo nivel alcanzado por las aguas freáticas, por que la evaporación va siendo también cada vez más grande.

Por otra parte, tanto en las zonas de clima seco como en las regiones de gran precipitación, la misma practica del sobre riego puede hacer que el nivel de las aguas freáticas alcancen la superficie del terreno y aun asciendan a mayor altura, produciendo lagunas en las depresiones y lugares más bajos y ocasionando también la inutilización de las tierras agrícolas y la reducción de las zonas de riego.

Lo anterior quiere decir que el exceso de agua aplicada en forma de riego puede eliminar del cultivo grandes extensiones de tierras agrícolas; en las regiones de clima seco por salinización y enlagueamiento al mismo tiempo y, en las zonas de grandes precipitaciones cuando menos debido al enlagueamiento y saturación de los suelos.

Otro daño importante causado a los suelos, aunque en menor proporción que la salinización y el enlagueamiento es la erosión que sufren las tierras bajo riego, pero especialmente las que adolecen de fuertes pendientes o de relieve irregular. Cuando además de fuerte pendiente los suelos son de poco espesor, los daños debidos a la erosión son de gran importancia y llegan a reducir las extensiones de tierras regables.

Los medios de que se dispone para reducir o corregir los efectos destructores mencionados son los siguientes:

- a) Dosificación adecuada de las cantidades de agua de riego aplicadas al suelo.
- b) Drenaje.
- c) Aplicación de sistemas de cultivos, de riego y nivelación de tierras, adecuados y eficaces para reducir la erosión todo lo que sea posible.

II.3 - AREAS DE LOS DISTRITOS DE RIEGO

México es un país donde sus disponibilidades hidráulicas se encuentran muy desbalanceadas en su ubicación ya que sus ríos más caudalosos como los son: El Usumacinta, Grijalva, Papaloapan, Tonalá y Coatzacoalcos que representan en su conjunto el cincuenta por ciento de los recursos hidráulicos del país y solo drenan el diez por ciento de la superficie total, dejando el otro cincuenta por ciento de los recursos para abastecer al noventa por ciento de la superficie.

México es un país con 196 millones de hectáreas de las cuales, debido a su orografía únicamente son cultivables, 23.5 millones de las cuales los Distritos de Riego dominan 3 000 000 de hectáreas aproximadamente distribuidas y localizadas según el siguiente mapa:

LOCALIZACIÓN DE LOS DISTRITOS DE RIEGO

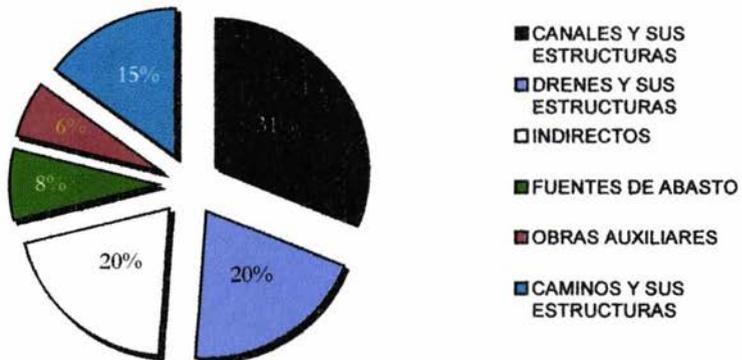


II.4 - DISTRIBUCION DE ASIGNACIONES

El presupuesto total de un DISTRITO DE RIEGO, abarca diferentes áreas, siendo una de ellas y la de mayor peso la de conservación.

Del presupuesto Total del Distrito, aproximadamente un 50% corresponde a los trabajos de conservación, véase el peso que tiene esta área con respecto a las demás (asistencia técnica, operación, servicios administrativos etc.) que engloban el otro 50%.

Ahora, también dentro del área de conservación hay obras que acaparan los mayores porcentajes de esta asignación como puede verse en la siguiente figura.



Nota: Indirectos incluye el personal de Gabinete y de Brigadas Topográficas

III. TIPOS DE OBRAS CONSERVADAS

III.1 - FUENTES DE ABASTECIMIENTO

A) Presas de Almacenamiento

Elementos o partes que
las constituyen

Vaso de
almacenamiento

Cortinas o Diques

Obras de Toma

Obras de
Seguridad
(vertedor de
demasías)

Turbinas o
plantas
hidroeléctricas

Compuertas,
válvulas,
mecanismos e
instalaciones
eléctricas.

Clasificación de acuerdo
Con los materiales utilizados

De concreto
(gravedad,
Arco gravedad,
Concreto

De materiales
graduados

De tierra

B) Presas de derivación

Elementos o partes que
las constituyen

Cortina vertedora

Obras de Toma

Dispositivos de limpia
o desarenadores

Compuestas y
mecanismos

Obras de protección de
las márgenes

Obras de cruce o de
acceso

Clasificación de acuerdo
con los materiales
utilizados.

- De concreto
- De mampostería
- De enrocamiento
- Barajes
 - Roca
 - Grava
 - Arena

- C) Presas reguladoras
- D) Estaciones de bombeo de corrientes, manantiales o lagos
- E) Manantiales
- F) Galería de filtración
- G) Pozos profundos
- H) Pozos artesianos

III.2 - RED DE DISTRIBUCIÓN

Clasificación por su
localización relativa

- Canales principales
- Laterales
- Sublaterales
- Ramales
- Regaderas

a) Canales abiertos

1) Canales de tierra

2) Canales revestidos

de arcilla

de concreto hidráulico

de membrana asfáltica (enterrada)

de membrana asfáltica (protexa)

de suelo cemento

de plásticos

de mampostería (tabique, piedra)†

Reforzado

Simple

Losa precolada

b) conductos cerrados

concreto

asbesto

plástico

c) estructuras

De Operación

Represas, tomas laterales de
sublateral, de granja.

De Cruce

Sifones, alcantarillas, diques,
puentes canales.

De Protección

Caídas, desfuegos, entradas de
agua, cunetas.

De Medición

Estaciones de aforo, estructuras
aforadoras.

III.3 - RED DE DRENAJE

Clasificación por su localización
relativa

Colectores

Primarios

Secundarios

Ramales

Clasificación por Sus funciones	}	Drenaje pluvial.
		Drenaje de apoyo.
		Drenaje de intercepción.
		Drenaje agrícola parcelario.

a) Cauces abiertos

Cauces naturales

Derramaderos confinados

Cauces artificiales

Secciones combinados

b) Conductos cerrados

Tubos de concreto

Tubos de barro

Con pacas de zacate

Topos con grava

c) Estructuras

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

De protección	Caídas, represas rusticas, zampeados, alambradas, celdas de estacones.
---------------	--

De cruce	Alcantarillas, sifones, puentes.
----------	----------------------------------

III.4 - RED DE CAMINOS

Clasificaciones por sus
funciones

De cruce

De comunicación a
distintas áreas
del distrito

De operación para
servicios y
conservación

De accesos a las obras

a) Caminos pavimentados

Concreto

Asfalto

b) Caminos revestidos

Grava

Caliche

Tezontle

Cementantes

c) Caminos de tierra

A pelo de tierra

En bordos

Bermas

d) Estructuras

Alcantarillas, Puentes y Vados

III.5 - OBRAS AUXILIARES

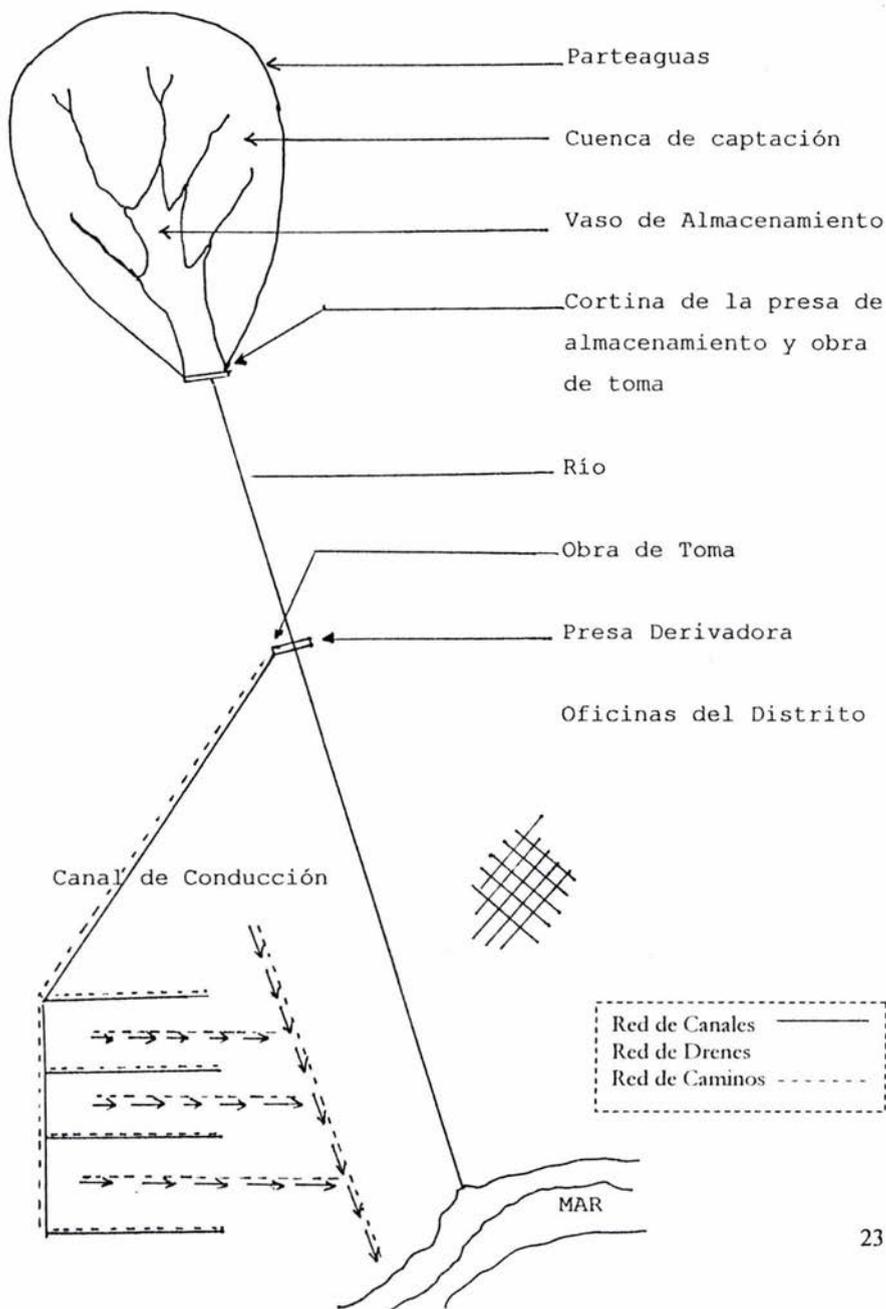
1) Casas de canalero o encargados de sección

2) Oficinas generales, de unidad, etc.

3) Redes telefónicas, radios

4) Estaciones de aforo y metereologicas

REPRESENTACIÓN ESQUEMATICA DE UN DISTRITO DE RIEGO



IV. LA CONSERVACIÓN Y SU IMPORTANCIA EN LAS OBRAS DE LOS DISTRITOS DE RIEGO

La conservación de un Distrito de Riego consiste en todas aquellas actividades tendientes a mantener las obras, equipos e instalaciones que lo constituyen dentro de las mejores condiciones de funcionamiento. Es de suma importancia e implica una gran responsabilidad; ya que su descuido ocasiona una operación deficiente y con el tiempo la inutilidad completa del sistema hasta el grado de tener que abandonarlo o tener que efectuar grandes inversiones para rehabilitarlo. La atención y buena organización de conservación en cambio contribuyen a la eficiente operación del Distrito y al mejor aprovechamiento del agua de riego tendiente a alcanzar la optima productividad agropecuaria de los mismos.

IV.1 - EN PRESAS (OBRAS DE CAPACITACION)

De cualquier tipo que sea la obra de capacitación, siempre es de vital importancia que esta se encuentre en perfectas condiciones ya que al ser nuestras obras de cabeza, un mal funcionamiento de esta va a repercutir en el funcionamiento de las demás obras, aunque éstas se encuentren en buen estado.

Entre los problemas más importantes que se producen en las obras de captación, figura la disminución de la capacidad de las presas y vasos por su azolvamiento; esta acción del azolve perjudica también las tuberías de presión de las plantas hidroeléctricas al aumentar el coeficiente de fricción, lo que se traduce en pérdida de energía. Debido a problemas de azolve, en algunas presas

ha habido un abatimiento de un 30% en la eficiencia de producción en plantas hidroeléctricas.

El mejor control de azolves en los vasos de almacenamiento, es la prevención de ellos a través de la corrección integral de las cuencas de los ríos o arroyos que alimentan los vasos.

Dentro de los métodos tradicionales de control de azolves en presas de almacenamiento tenemos el uso de compuertas o válvulas de fondo que dan resultados parciales, puesto que únicamente se arrastra el azolve inmediato a las compuertas. Otro procedimiento es el vaciado rápido del agua almacenada en el embalse por compuertas de gran capacidad; con este método se obtienen mejores resultados, aunque no es recomendable debido a que las compuertas de fondo provocan problemas de apertura y cierre, además se tienen grandes velocidades que constituyen peligros para las estructuras; por otra parte, en muchos casos no es posible eliminar azolves con dicho procedimiento a costa de perder grandes volúmenes de agua útiles.

El criterio seguido hasta el presente, es dejar una capacidad de embalse muerto, con el propósito de dar lugar a que se depositen allí los azolves, estimando que dicha capacidad alcance para 40 o 50 años de operación.

Las malezas, tanto terrestres como acuáticas, producen también perjuicios de gran magnitud en la operación de las estructuras. Estas pueden controlarse por diversos métodos; manuales, mecánicos, químicos y biológicos. En otro capítulo se detalla cada uno de ellos.

Las grietas, asentamientos, y filtraciones producidas en las cortinas, son otros de los problemas que se deben considerar al planear la conservación.

Para prevenir las grietas, asentamientos y filtraciones, se deben realizar la conservación y reparación de la protección de los taludes; reparaciones pequeñas en muros de concreto o de mampostería en el cuerpo de la cortina.

IV.2 - EN CANALES (RED DE DISTRIBUCIÓN)

La mayor actividad de los trabajos de conservación en los distritos de riego, se encuentra concentrada especialmente en la red de canales de distribución, desde los principales hasta los ramales.

Haciendo referencia a lo que ya se ha dicho respecto a las finalidades de los trabajos de conservación en el sentido de que la meta constantemente perseguida es la de conservar todas las partes integrantes de la red, dentro de las condiciones de funcionamiento en que fueron proyectadas y para lo cual se trata de conservarlas dentro de las dimensiones que el proyecto original pretendió darles, introduciéndose las modificaciones que las necesidades exijan, debido a la inadaptabilidad de los proyectos a las condiciones locales especiales, o debidas a defectos de construcción o de localización. Para lograr conservar a estas obras dentro de las dimensiones respectivas tienen que realizarse actividades que por decirlo así, ejercen acción en sentidos contrarios, pues por una parte hay que defender los fondos y taludes contra la erosión causado por velocidades excesivas o superiores a la capacidad de

resistencia del terreno y por la otra, se requiere la realización de trabajos constantes de desazolves o adaptaciones especiales para aumentar las velocidades en determinados tramos del canal con la finalidad de aumentar su capacidad de arrastre y evitar la acumulación excesiva de los limos acarreados en suspensión por las aguas de riego.

IV.3 - EN DRENES (RED DE DRENAJE)

Por la importancia que tienen los drenes en la eliminación de las aguas sobrantes, tanto superficiales como del subsuelo, la conservación de esta red en buenas condiciones de funcionamiento es de importancia capital para conservar los suelos en las mejores condiciones de cultivo, pues se dijo anteriormente, la acumulación de las aguas sobrantes, lentamente produce condiciones desfavorables en los suelos que inexorablemente llegan a eliminarlos definitivamente del cultivo, ya sea por salinidad, por saturación, o por ambas cosas a la vez.

Inmediatamente después de que se ha realizado la construcción del sistema de drenaje y al iniciarse su funcionamiento, especialmente en las zonas en que se tiene un nivel freático muy elevado o acumulaciones frecuentes de aguas superficiales, por la misma acción de drenaje o sea la entrada de las aguas a través de los taludes, estos comienzan a deslizarse hacia el fondo, produciendo el azolve de los mismos. Este proceso de autoazolvamiento da como resultado la elevación de las rasantes originales provocándose a la vez, contrapendientes que paulatinamente van nulificando el funcionamiento de los drenes.

Por la misma acumulación de azolves y por el encharcamiento de las aguas freáticas y superficiales dentro de los drenes, se facilita el medio para el desarrollo de vegetación tanto en el fondo como en los taludes y bordos de los mismos, contribuyendo la vegetación acuática en forma muy efectiva a impedir el escurrimiento libre de las aguas. Este proceso en un tiempo mas o menos largo, nulifica el funcionamiento de los drenes y provoca la elevación de los niveles freáticos en las zonas adyacentes. Además toda la zona de los drenes se cubren de exuberante vegetación.

IV.4 - EN CAMINOS

De acuerdo a la clasificación que hicimos anteriormente a los caminos, hablaremos primero de la red general de caminos del distrito que tiene la función de comunicar en general todas las regiones de la zona de riego, facilitando el acceso a cada predio y también la salida de los productos hacia los mercados locales o hacia los centros de embarque. Es por esta red también por donde penetran y circulan las maquinas, los equipos, los implementos y los materiales con que se realizan las actividades agrícolas y las industrias derivadas de aquellas mismas. Finalmente, también circulan por esta red, el personal y el equipo destinado a la vigilancia, distribución de las aguas y conservación de las obras. En una palabra, esta red de caminos constituye por decirlo así, el sistema nervioso 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, provocara una lenta y difícil conservación, deterioro de los productos, elevados costos de transportes y consiguiente bajos ingresos para los agricultores.

En la actualidad son muy raros los casos en los que al menos parte de la red se encuentra pavimentada y lo mas general es que dicha red se encuentre formada por caminos de tierra y cuando más por caminos revestidos.

Refiriéndonos ahora a los caminos de operación, que son los que van sobre los bordos de los canales o drenes, la eficacia con la que pueda efectuarse la distribución de las aguas de riego con los máximos beneficios para los usuarios, depende del estado de conservación de toda la red de distribución y sus estructuras correspondientes, pero la oportunidad y prontitud con la que puedan realizarse los trabajos de conservación dependen a su vez de las facilidades que haya para poder observar y vigilar todas y cada una de las partes integrantes de la red de distribución y de las facilidades y rapidez con la que puedan trasladarse e instalarse, tanto el personal como el equipo necesario. Todos estos propósitos solamente se consiguen contando con la mas completa red de caminos sobre los bordos de todos los canales y drenes, pues sin ella, en primer lugar no pueden ejercerse la vigilancia que permite descubrir desperfectos o deterioros que sufran tanto los canales o drenes como sus estructuras desde un estado inicial y en segundo lugar no puede realizarse el rápido y económico traslado de personal y el equipo que sea indicado para su reparación.

Lo más frecuente es que solamente los canales principales y uno que otro de los laterales. más

importantes cuentan con caminos transitables sobre los bordos a lo largo de toda su longitud, encontrándose prácticamente inaccesible la parte restante de la red. En consecuencia, las dificultades ocasionadas para transitar con facilidad sobre los bordos a lo largo de toda su longitud, impiden y encarecen extraordinariamente los trabajos de conservación.

Las desventajas que aparentemente se tienen con una red de caminos extensa sobre los bordos son las siguientes:

- a) Aumento en las labores e inversiones correspondientes
- b) Ocupación de una área extensa en derechos de vía
- c) Resistencia de los usuarios para establecer sus cercas respetando los límites de derechos de vía.

Aumentan los costos por concepto de conservación de caminos, pero disminuyen los costos de los trabajos ordinarios y extraordinarios de conservación de los canales.

En cuanto al aumento de área ocupada por derecho de vía, puede decirse que esta ya está considerada en el proyecto original.

IV.5 - ESTRUCTURAS

En este término incluimos todas las que se encuentran construidas en los canales, drenes y caminos. Una de las reparaciones que tienen que hacerse en todas las estructuras, es la de la protección de aguas abajo para evitar erosiones y ruptura de los bordos. Aparte de estas, existen otras de menor importancia como las de relleno y apisonado de bordos que han sufrido

asentamientos detrás de losas y zampeados o la de la reposición de los zampeados de aguas arriba que hayan sufrido daños por dichos asentamientos. Deben mencionarse también la obturación de cuarteaduras en el concreto o en la mampostería, según el caso, reparaciones o reposición de piezas en compuertas y mecanismos de operación y pintura de todas las piezas metálicas. Conviene repetir lo importante que es observar constantemente estas obras y proceder con la mayor prontitud posible a ejecutar las reparaciones necesarias para poder atacar cualquier problema en su estado inicial, tomando en cuenta que cuando los perjuicios causados son pequeños, también los costos son pequeños, en el concepto de que unos y otros se incrementan a medida que el tiempo transcurre.

Dentro de este renglón de conservación de estructuras, se encuentran incluidos los trabajos de modificación de algunas de ellas, ya sea porque su capacidad no corresponda a las necesidades o porque su localización no sea la adecuada.

En el primer caso, las modificaciones pueden llegar a ser totales o solamente parciales, es decir, pueden comprender la demolición total o parcial de la obra, debiéndose tener siempre en consideración que muchas veces es más satisfactorio demoler totalmente y construir una obra completamente nueva que intentar reconstruirla. En el segundo caso puede requerirse la demolición total o parcial de la estructura, pudiendo necesitarse asimismo la construcción de una nueva estructura complementaria o sustituta de otra.

Como caso en el que puede necesitarse la modificación de una estructura debe citarse el de una represa que por estrechar exageradamente la sección del

canal no permite el libre curso del agua, canal aguas abajo cuanto tengan que represarse a su máximo nivel aguas arriba.

Puede suceder también que se tengan tomas laterales tan altas en una represa que para derivar el gasto solicitado por ellas sea necesario elevar el nivel del agua, arriba del nivel máximo permitido, con todos los inconvenientes del mal funcionamiento. En estos casos la solución o las soluciones puede ser la construcción de otras tomas o entradas y salidas al nivel de la plantilla o fondo del canal sin modificar las ya construidas, a efecto de que aquellas sirvan para las tierras altas adyacentes elevando el nivel del agua solo ocasionalmente y las nuevas, para el riego de toda la superficie restante que necesitaran menores tirantes en el canal. Algunas veces este problema se debe únicamente a tomas muy estrechas que necesitan grandes cargas para su funcionamiento; en este caso la solución puede ser la construcción de tomas inmediatamente aguas arriba de las ya construidas, aumentando de esta manera la capacidad de derivación sin alterar o modificar la estructura original.

Existen casos de sifones con capacidad muy inferior a la exigida por las necesidades de riego que ocasionan frecuentes entorpecimientos y retrasos, tanto por la escasez de agua como por la frecuente ruptura de bordos aguas arriba debido a la sobre-elevación del tirante correspondiente que sobre pasa la altura total de los bordos en los esfuerzos por aumentar el gasto de la estructura a base de la mayor carga posible. En estos casos lo mejor es tratar de aumentar la capacidad de la obra, aumentando su área proporcionalmente y para lo

cual, lo más conveniente será alojar otro conducto de capacidad inferior, igual o superior, según las necesidades, al ya contenido, adyacente y paralelamente a este.

IV.6 - OBRAS AUXILIARES

La red telefónica constituye un auxiliar valioso para la ejecución de todas las labores de distribución de aguas y las de conservación de las obras en general, para todas las actividades de la administración de los distritos.

Esta red comunica la oficina principal con las dependencias y los puestos de vigilancia distribuidos en toda la extensión del distrito, como talleres, bodegas de materiales depósito de combustibles, presas de almacenamiento, presas de derivación, plantas de bombeo, casas de canalero y observadores en general, centros de enseñanza, centros de investigación y divulgación agrícola.

La red telefónica permite tener bajo control una vigilancia constante de todo el distrito a través de las informaciones rutinarias y extraordinarias que el personal de vigilancia debe rendir y de las ordenes que en cualquier momento pueden remitirse a todos los puntos comunicados del sistema. En casos de emergencia, el personal correspondiente puede informar y solicitar instrucciones, pudiéndose movilizar personal y equipo desde cualquier lugar del distrito en donde se encuentre, dentro de intervalos de tiempo relativamente cortos, con lo cual llegan a evitarse pequeñas o grandes catástrofes, interrupciones del servicio de riego y pérdidas a los

agricultores, consiguiéndose asimismo, ahorro en los costos de operación.

Resulta pues de gran importancia conservar la red telefónica dentro de las mejores condiciones de funcionamiento y eficacia y para lo cual se requiere que, a su vez se encuentre constantemente vigilada de manera de poder descubrir con toda prontitud cualquier desperfecto que pueda llegar a entorpecer la comunicación en toda la red o en algunos ramales.

Siguiendo con el tema de comunicación, el Radio y la Telefonía Celular ha progresado a tal grado que puede llegar a substituir al teléfono comúnmente usado en los distritos de riego y aun cuando su costo inicial resulte elevado, puede llegar a establecerse un sistema cuyos costos de operación y conservación resulten bajos, pues no existen líneas que vigilar ni conservar suprimiéndose al personal mas o menos numerosos que es indispensable en consideración por otra parte que el costo de instalación de las líneas telefónicas es también elevado.

En general, el sistema de radio, consta de una central principal fija y un numero mas o menos grande de centrales pequeñas fijas y móviles intercomunicadas, existiendo sistemas con diferentes potencias y capacidades dentro de las cuales podrá elegirse el tipo que pueda satisfacer las necesidades de cada distrito. La instalación del sistema de radio comprende la correspondiente a la central en las oficinas principales del distrito y la de una central (receptora y transmisora) en cada presa de almacenamiento, en cada presa de derivación o plantas de bombeo, en cada casa de compuerto o vigilancia, y en cada una de las dependencias del distrito general, pero además en cada

uno de los vehículos del personal de operación y conservación. Es necesario pues, un sistema mixto de estaciones fijas y estaciones móviles con la finalidad de que el personal técnico pueda pedir y recibir información e impartir instrucciones y ordenes a todo el personal dependiente desde cualquier lugar que se encuentre.

Además, dentro de las obras auxiliares contamos con la instalación de estaciones de aforo, refiriéndonos especialmente a las estructuras necesarias para realizar en forma mas completa posible la Hidrometría tanto del Sistema de Distribución, como el de drenaje en general.

Para poder llevar a cabo una eficiente operación del Sistema de distribución, es necesario contar con los datos de los volúmenes de agua o gastos, que en un momento dado circulan en los diferentes elementos de este Sistema y así mismo, los que en este mismo momento llegan a las tierras de cultivo en diferentes puntos de la zona de riego. Por otra parte, en épocas en las que se estudian y formulan los planes de riego, es necesario contar con esos datos cuidadosamente observados, concentrados, registrados y archivados día a día, mes y año por año.

Los registros Hidrométricos, además proporcionan los datos que permiten conocer las alteraciones que van sufriendo las diferentes partes del Sistema e indican la urgencia de realizar tal o cual reparación o conservación para que esta se encuentre en las mejores condiciones de funcionamiento.

Para el aforo de los canales, o sea el calculo de los gastos correspondientes, se usa principalmente el método de "sección y velocidad", en el cual se mide la velocidad del agua en forma directa por medio de

molinetes Hidráulicos o de Flotadores. Se usan también los métodos indirectos utilizándose orificios circulares y rectangulares (compuertas), vertedores rectangulares, triangulares y trapezoides, medidores parshall, etc.

Las estaciones de aforo por el método de "sección y velocidad", requieren como estructura principal, de un puente de maniobras de un solo claro, de manera de dejar libre paso para el agua hasta la altura de tirante máximo; de una escala o dispositivo que permita observar las fluctuaciones de nivel del agua y de los acondicionamientos necesarios en el cauce de los canales para que en el tramo de la estación funcionen bajo condiciones determinadas.

Los limnigrafos, son otras estructuras de gran utilidad que en forma automática y continua o intermitente, registran las fluctuaciones de nivel de los canales y corrientes en general, proporcionando mayor precisión que las lecturas directas mencionadas. Estas estaciones están colocadas en lugares estratégicos de mayor importancia, como son la iniciación de canales principales, bifurcación de los mismos, entradas a tomas de servicios industriales, desfuegos, descarga de los drenes, etc.

Aparte de su función de registrar las variaciones del nivel del agua, cuando se instalan los accesorios correspondientes, estos aparatos pueden registrar directamente los gastos de los canales, el valor total entregado para una toma y aun, registrar a distancia estos datos.

En todos los Distritos se cuenta también con un numero mas o menos grande de edificios y de diferentes dimensiones, tanto para alojar las Dependencias del

propio Distrito (Oficinas principales, talleres, almacenes y depósitos en general), como para alojar al personal, principalmente el encargado de la vigilancia y operación de las obras y la distribución de las aguas de Riego.

V. CONCEPTOS DE TRABAJOS EJECUTADOS EN CONSERVACIÓN

Teóricamente, la conservación de las obras debe ejecutarse a medida que se vayan presentando alteraciones o modificaciones en sus características de diseño, o sea, ir haciendo la reposición gradual de sus partes a medida que vayan presentando sus desgastes.

Lo anterior, significaría una utilización totalmente deficiente de la maquinaria, personal o equipo que se destine para la realización de los trabajos y consecuentemente, su costo se eleva enormemente llegándose a obtener valores absurdos que en ningún caso podrían aceptarse.

Para su aprovechamiento eficiente de esa maquinaria, personal y equipo y obtener con ello 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 esta maquinaria, personal o equipo, pueden desarrollar. Eso significa que se debe esperar a que las redes o los 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.

La conservación más conveniente deberá determinarse para cada concepto de trabajo, haciendo un análisis del grado máximo de deterioro que pueda permitírsele a las obras, sin que ello presente una deficiencia importante

en el servicio que deben proporcionar y enseguida, precisar el tiempo en que el o los deterioros alcanzan ese estado para establecer la frecuencia con que deban ejecutarse.

Las actividades básicas para la conservación de las obras en un distrito de riego, son las siguientes:

- 1) En Canales y Drenes
 - a) Deshierbes y cuando existe conservación diferida, desmonte.
 - b) Extracción y combate de plantas acuáticas
 - c) Desazolves
 - d) Extendido del azolve
 - e) Arreglo de bordos y bermas de canales y drenes
 - f) Conservación de taludes
 - g) Conservación de estructuras
 - h) Reparación de revestimiento de canales
- 2) En Caminos
 - a) Bacheo
 - b) Conformación y rastreo de caminos en tierra y revestidos
 - c) Formación y mantenimiento de cunetas
 - d) Conservación de estructuras
- 3) En obras de captación (presas, obras de toma, plantas de bombeo)
 - a) Mantenimiento de equipo electromecánico
 - b) Concretos y enrocamientos
 - c) Desazolve y conservación de canales de llamada y desarenadores
 - d) Limpias y deshierbes
 - e) Extracción de plantas acuáticas
 - f) Reparaciones y pinturas en: compuertas, válvulas, mecanismos, barandales y fantasma

- 4) Equipos de comunicación (Red telefónica y equipo de radio comunicación)
 - a) Reposición de postes y retenidas
 - b) Reposición de aisladores y cables
 - c) Mantenimiento de aparatos telefónicos
 - d) Mantenimiento de equipos radiotelefónicos
- 5) Obras varias
 - a) Mantenimiento y conservación de edificios
 - b) Mantenimiento y conservación de equipos de bombeo
 - c) Mantenimiento y conservación de vehículos
 - d) Mantenimiento y conservación de equipo pesado

A continuación se detallan algunas de las actividades más importantes.

V.1 - DESHIERBE DE MALEZA (canales, drenes, caminos, presas, etc.)

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

- a) Evitar que la maleza convierta sus tallos en condición leñosa, transformándose en monte que es más difícil de sacar y a un costo mas elevado.
- b) Obstrucción para ver 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 en las terracerías como consecuencia de sus raíces.

Para una condición favorable de deshierbe en las obras de riego, se considera que esta labor debe hacerse dos veces al año, pero por razones presupuestales que

prevalecen en los Distritos, se considera que su frecuencia mínima para esta labor debe ser una vez al año, a menos que se cuente con la cooperación de los usuarios y entonces la segunda limpia al año sea por cuenta de ellos sin remuneración.

Los procedimientos más convenientes para realizar el deshierbe son:

En la red de canales y drenes, por el procedimiento de "tareos de usuarios" ya que es la manera de ejecutar el trabajo dentro del mejor tiempo posible y a un costo muy bajo.

La razón de lo anterior, es que todos los usuarios ejecutan los 100 o 500 m. de canal que les corresponde y no les representa mas que dos o tres días al año para realizar la labor. En esta forma, en un termino de dos semanas se tendrá despejado todo el sistema.

Por lo que respecta al costo, este es bajo, 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, siendo el pago en algunos casos una mera gratificación.

El rendimiento para el deshierbe varia desde 500 m²/día por peón hasta 1200 m²/día por peón, según la densidad de la maleza que se encuentre en las obras y las condiciones climatológicas de la zona, pero un rendimiento base se puede considerar de 800 m²/día por peón.

Para los Distritos que no tienen implantado este sistema de trabajo, el procedimiento mas 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 equipo mecánico propiedad del distrito de riego. También puede optarse por el procedimiento de deshierbe con gente a contrato, que aun cuando resulta mas caro, tiene la ventaja que su costo es proporcional al numero de unidades y por ultimo se optaría por el procedimiento de deshierbe por administración con cuadrillas de la residencia.

El combate de las malas hierbas por medio de la quema se puede hacer de dos maneras: una, quemar las hierbas cuando están verdes durante el ciclo vegetativo; otra, quemar las hierbas secas utilizando equipo de lanza llamas dando mejores resultados los que utilizan petróleo licuificado.

Las unidades para la quema van montadas sobre camión o en un remolque.

Este procedimiento tiene la ventaja de que no deja restos de vegetación dentro del canal.

En el combate de cualquier clase de hierba nocivas y en cualquier lugar, intervienen tantas variables que es muy difícil encontrar una solución sencilla para cualquiera de estos problemas. El programa de combate de las malas hierbas más eficaz y económico, suele estar integrado con mas de un método de acción.

Los métodos de combate más directos son los mecánicos, pero como tiene que repetirse a intervalos regulares, ofrecen poca potencialidad para corregir o eliminar el problema de las malas hierbas. La quema como método para mejorar las condiciones de los bordos cae en los mismo; sin embargo, si no esta restringida por las normas relativas a la contaminación del aire, sigue

siendo el mejor método para destruir las malas hierbas secas.

Según el insecticida que se elija, la aspersión puede proporcionar un medio para sustituir las plantas nocivas por una vegetación más útil. Sin embargo, tiene el problema de la posible contaminación de las corrientes, los cultivos y los suelos.

Aquellos distritos carentes de recursos económicos deben pugnar por la ejecución de deshierbe por cooperación de los usuarios.

V.2 - EXTRACCIÓN DE PLANTAS ACUÁTICAS (Canales y drenes)

Las plantas acuáticas producen una fuerte obstrucción en el área hidráulica de canales o drenes, ocasionado una disminución muy grande en sus escurrimientos. En el caso de los drenes forma verdaderas represas que ocasionan embalses aguas arriba y como consecuencia de estos, se inyecta agua a los terrenos aumentando el nivel de los mantos freáticos en vez de que por la cercanía del dren se abatan.

La necesidad de extracción de plantas acuáticas es de tres o cuatro veces por año para mantener despejados los cauces; sin embargo, por razones presupuestales de los Distritos que hacen una labor insistente en la extracción de plantas acuáticas, lo hacen cuando más 2 veces al año, habiendo una mayoría que solamente la hacen una vez por año, y otros, que no hacen la extracción de plantas acuáticas.

Es recomendable que la extracción de plantas acuáticas se haga por lo menos una vez al año, en la

época que mayor demanda de riego tengan los canales de servicio y los drenes que se ejerza un control máximo durante el resto del tiempo, ya sea mediante herbicidas con la máxima precaución que estos requieren, o con gente vigilando los tramos y que eviten la acumulación de mas plantas.

Los procedimientos que pueden ser empleados para este concepto son:

- Mecánicos:
 - La draga con rastrillo para el caso de lirios, tules o plantas con estructura semejante
 - La draga con canasta para lirio
 - La cadena arrastrada por 2 tractores transitado por las bermas del dren o bordos del canal para el caso de lama o cola de caballo.
- Herbicidas
- Piscicultura
- A mano

En distritos que tienen carencia de maquinaria, la extracción se hace con gente a mano, siendo más ventajoso que esta sea por contrato o por tareas de usuarios y no por administración.

Se emplean también herbicidas para la eliminación de las plantas acuáticas, así como para el deshierbe de la maleza, pero su aplicación requiere precauciones extremas por el riesgo que el manejo de ellos representa para humanos, animales y cultivos y también por el cambio ecológico que por su abuso puede resultar peligroso.

Los rendimientos obtenidos para extracción de plantas acuáticas son:

- a) Para draga con rastrillo; 400 m²/he, draga $\frac{3}{4}$ yd³

- b) Para draga con canasta; 400 m²/he, draga $\frac{3}{4}$ yd³
- c) Para tractores con cadenas; 2 a 4 km/he. Dependiendo de las dimensiones de la obra.
- d) Para gente a mano; 150 a 300 m². Jornada-peón, según la densidad de la planta y magnitud del cauce.

En zonas de clima frío o templado, el invierno causa la casi completa destrucción de la vegetación acuática, pero en los trópicos no sucede lo mismo, pues esta se produce todo el año.

Teóricamente, cualquier sitio de aguas profundas, limpias y fértiles, aparece saturado por una masa de plantas, que continuamente se alteran, condición observada a menudo, aunque también se encuentran sitios con las mismas condiciones y cuyas aguas están libres de toda vegetación en casi la totalidad de su superficie. El atribuir esta condición a un solo factor, equivaldría a buscar una explicación demasiado simple de los hechos, sin embargo, frecuentemente, la presencia de gran cantidad de peces con hábitos fitófagos, da a estos almacenamientos de agua su condición característica.

Existe un cierto número de especies de peces que son capaces de aprovechar directamente la materia vegetal como alimento. Las aguas pobladas por estas especies, serían invadidas difícilmente por las plantas acuáticas.

Aunque en otros países como son los de occidente, se han obtenido resultados satisfactorios en el exterminio de ciertas plantas con este procedimiento, en nuestro país falta mucho por hacer ya que no se le ha dado la importancia necesaria. Únicamente se han empleado dos especies (carpa china y manatí) con resultados no muy satisfactorios.

V.3 - DESAZOLVE- El azolve viene siendo la acumulación de sólidos acarreados por las aguas de riego y las de lluvia depositados en los canales y que lenta o rápidamente reducen su sección y por consiguiente su capacidad.

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

- a) La procedencia del agua que conducen
- b) El desperdicio de agua que hagan los usuarios. Lo cual causa erosión y acarreo de sólidos a los drenes.
- c) Las entradas de aguas broncas sin decantación previa
- d) El diseño de las obras y el grado de conservación que tengan

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

- 1) Obstrucción del área hidráulica de los cauces, motivando la disminución del gasto que deben conducir las obras, ocasionando con esto, deficiencia del servicio de riego y pérdidas en las cosechas.
- 2) Erosiones en las áreas donde se originó disminuyendo los recursos, ocasionando perdidas, tanto materiales como económicas.
- 3) Invasión de tierras de cultivo por los depósitos de azolve que es necesario extraer anualmente
- 4) Disminución en la capacidad de conservación de otros conceptos de obra del Distrito, por la reducción presupuestal que ocasiona su costo de extracción

Para su extracción más conveniente cuando esta se hace con equipo mecánico, se hace el siguiente análisis de acuerdo con el funcionamiento de las obras.

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

En drenes se considera que en términos generales puede admitirse un espesor de azolve hasta de 0.5 m., 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 azolves que puedan admitir en las obras sin que represente una apreciable afectación en los servicios por disminución del gasto; una vez definidos los límites, bastará determinar la frecuencia con que estos se presenten a partir de las últimas fechas en que se dejaron limpias las obras. Por observaciones que se han hecho, se puede considerar que en promedio debe llevarse a cabo el desazolve cada 4 años, o sea que cada año debe considerarse la cuarta parte de la red.

Cuando el desazolve debe hacerse con gente, es preferible que este se haga anualmente, inmediatamente antes de la época en que la obra va a requerir su máxima capacidad o sea en canales cuando van a tenerse los riegos de mayor demanda y en drenes un poco antes de la temporada de lluvias o de avenidas que se tengan en la región.

Para la extracción del azolve en canales y drenes, el procedimiento más conveniente de aplicar es la draga de arrastre con bote y también la retroexcavadora, según el caso. Principalmente se emplean estos equipos cuando los cauces están permanentemente con agua o cuando menos muy húmeda y lodosa la sección y no permite el acceso dentro de ella, de algún equipo de desplazamiento rápido que permita un avance rápido también en la conservación y a muy bajo costo.

Para el empleo del equipo mencionado, es recomendable utilizar la draga de $1 \frac{1}{4}$ yd³ cuando los volúmenes de azolves son mayores a los 3000 m³ por kilómetro y en ocasiones cuando están entre 1000 y 3000 m³ por kilómetro, siempre y cuando las plantillas de drenes o canales no sean muy anchas.

La draga de $\frac{3}{4}$ yd³ debe emplearse en canales y drenes para el desazolve cuando sus volúmenes son de 1000 a 3000 m³ por kilómetro, si las plantillas de estos son mas o menos grandes, sin rebasar su alcance y para volúmenes menores de 1000 m³/km.

En caso de canales o drenes con plantillas menores de 1.5 m., el equipo mas apropiado para ejecutar el desazolve, es la retroexcavadora, ya que la draga de $\frac{3}{4}$ yd³ abocardaría las secciones.

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

Cuando los cauces son muy chicos o medianos, y cuando los volúmenes de azolve son pequeños, conviene

hacer el desazolve con gente, prefiriendo el procedimiento de "tareas 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 $1 \frac{1}{2}$ yd³, es de 110 m³/he en seco y 68 m³/he en agua.
- Con draga $\frac{3}{4}$ yd³, es de 70 m³/he en seco y 45 m³/he en agua.
- Con retroexcavadora $\frac{1}{2}$ yd³, es de 45 m³/he en seco y 35 m³/he 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.

V.4 - TERRACERIAS (canales, drenes y caminos)

En canales - se refiere principalmente a reforzamientos de bordos, los bordos sufren normalmente deterioros de desgastes por los siguientes factores:

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

Con motivo de todo lo anterior se debilita o disminuye el bordo libre del canal, poniéndolo en peligro de desbordar y ocasionar daños de consideración a cultivos y poblados.

Para este tipo de concepto de trabajo se tienen datos promedios 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.

Los procedimientos mas recomendables para el reforzamiento de bordos, son:

- 1) Reforzamiento con tractor bulldozer con préstamo lateral
- 2) Reforzamiento con motoescrepa de préstamo lateral
- 3) Reforzamiento con motoescrepa con acarreo hasta de 2 km
- 4) Reforzamiento con cargador y camiones con acarreos mayores de 2 km

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

Por otro lado, el producto de préstamo al colocarse con draga, forma bordos sueltos de mayor desgaste según se menciono antes. Y por otro lado, al no recibir el bordo existente, ninguna compactación para cerrar sus poros, que generalmente ya carecen de finos por haber sido arrastrados por filtraciones, los bordos del canal, gradualmente van haciéndose más permeables.

Como de costumbre, el reforzamiento de bordos de canales chicos con volúmenes pequeños, se recomienda

hacerlo con gente y de preferencia con tierra de los usuarios.

Los rendimientos promedio para este tipo de trabajo, son de 40 a 75 m³/he, en reforzamiento con tractor de préstamo lateral, dependiendo de la distancia de préstamo y con tractores bulldozer D-4, D-5 o similares, que son los equipos que generalmente se emplean para estos trabajos.

Con motoescropa cat 613 y con circuitos promedio de 200 m el rendimiento de reforzamiento de bordos promedio es de 80 m³/he.

Para motoescropa de igual capacidad y acarreo de 2 km, el rendimiento es de 25 m³/he. Aunque es recomendable que el acarreo con motoescropa no sea superior a 900 m para obtener rendimientos adecuados y que no se incremente demasiado el precio unitario.

Si el reforzamiento se hace con cargador, abasteciendo un numero de camiones adecuado, el rendimiento para el reforzamiento de bordos en promedio es de 50 m³/he. Esto en lo que corresponde a carga y acarreo de material, para después extenderlo y darle la compactación necesaria.

Para los volúmenes con gente, el rendimiento varía de 3m³ a 8m³/jornada, dependiendo de los factores que ya fueron mencionados para el desazolve.

EN DRENES - el concepto de trabajo "Terracerías" en el caso de drenes, corresponde propiamente al descopete de los bordos de desperdicio, este se hace con el producto del desazolve que se coloca semiacordonado sobre el bordo de desperdicio viejo y que no puede extenderse hasta que este oreado el material y con el punto de humedad adecuado para poder ser manejable por el equipo. Incluye

también el relleno de erosiones o cárcavas que se producen por las lluvias o escurrimientos sobre bermas.

La necesidad de hacer este trabajo, esta motivada porque tanto en las bermas como en las coronas de los bordos de desperdicios, es imperativo tener el libre acceso de maquinaria y vehículos, tanto para la conservación efectiva del dren, como para la comunicación entre sí de las diversas áreas del mismo distrito.

La frecuencia con que debe llevarse a cabo el movimiento de terracerías para la conservación de las obras, se recomienda que sea el mismo índice que para los desazolves, a efecto de que se aproveche el paso de las maquinas por el lugar, para la reparación integral de la obra, eliminado tránsitos superfluos de la maquinaria.

Los rendimientos para las terracerías en los drenes son muy variables, siendo variables también los volúmenes a descopetar, siendo 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 Km 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 de azolve, se suple el desgaste de los primeros.

Se recomienda pugnar porque los canales tengan siempre en su sección máxima eficiencia, para disminuir el costo de conservación y que los drenes tengan diseño de su sección accesible para su conservación con equipo de desplazamiento, como tractores de orugas o agrícolas y su herramienta apropiada en vez de las dragas de arrastre.

La tendencia es hacer la conservación de las obras necesarias con equipo ligero y más frecuente como lo hacen los agricultores en sus tierras.

Es conveniente promover diversas pruebas aprovechando que agricultores con equipo adecuado, pueden hacer trabajos de conservación en las obras por medio de maquila y tomar datos exactos de tiempo, volúmenes y costos para resolver si al distrito le conviene llevar a cabo este procedimiento ya sea con maquinaria propia o contratar los trabajos.

En caminos - el movimiento de terracerías en caminos, esta en función del numero de rastreos o conformaciones que se lleven a cabo por cada ciclo anual de riego. Generalmente su desgaste esta sujeto a los mismos factores que se señalaron para el reforzamiento de bordos, siendo el mas importante en este caso el transito de vehículos y en promedio se considera que cada 10 años debe hacerse la reposición de la red de caminos o lo que es lo mismo, que anualmente debe atenderse la reposición de la décima parte de la red.

De no llevarse a cabo la conservación de terracerías, gradualmente se iría perdiendo la comunicación entre las distintas áreas, ocasionándose perjuicios inherentes a la falta de comunicación para el acceso de materias primas y productos agrícolas a sus lugares correspondientes.

El equipo apropiado para llevar a cabo estos trabajos, es el mismo que se requiere para el reforzamiento de bordos, solo que hay que añadir como equipo complementario, la motoconformadora para el acabado de sus terracerías.

V.5 - CONFORMACIÓN Y RASTREO

De acuerdo con las experiencias en los distritos, la conformación debe hacerse una vez al año en la fecha más conveniente para restituirle el camino sus características de proyecto, pudiendo ser esta de 5, 7 o 9 pasadas de motoconformadora, dependiendo de lo deteriorado que halla quedado dentro del ejercicio anterior y los rastreos deben ser, como máximo 2 en el año, también en las ocasiones que se consideren mas conveniente para el aprovechamiento durante el mayor tiempo de los trabajos realizados. Lo anterior no quiere decir que no deban darse mayor numero de rastreos en el año a determinados caminos; pero como puede haber algunos que no necesiten ningún rastreo, se establece que en promedio deben considerarse 2 rastreos como máximo y 3 pasadas de motoconformadora, para dar acceso a los beneficiarios.

Es muy importante tener en cuenta que la necesidad de mantener los caminos de los distritos de riego en forma adecuada significa poder tener accesos a las distintas áreas del mismo con seguridad y no para transitar en ellos a altas velocidades.

Ahora bien, dado que por las características de los caminos si se dejan como pistas, los mismos usuarios propician su destrucción agotándose con rapidez las zonas de préstamo y a la larga alojándose por ello los caminos a niveles más bajos que los terrenos adyacentes; Debe tenerse en cuenta que si ya no se dispone de zonas de préstamo lateral por haberse agotado, la única forma de reposición de las terracerías del camino, será a base de acarreo con camiones a gran distancia y con el consiguiente encarecimiento en su conservación.

En muchos caminos es muy conveniente llevar a cabo su revestimiento con grava, caliche, tezontle y cementantes para tener tránsito durante todo el año.

Es muy importante seleccionar para este tipo de acabado aquellos caminos estratégicos para asegurar el funcionamiento de obras muy importantes para la operación del distrito y de beneficio colectivo, como puede ser el camino sobre el bordo o los bordos del canal principal y tal vez de algunos laterales importantes, los caminos de acceso a las obras de captación o de protección de poblados, etc.

No es posible revestir toda la red de caminos de tierra porque el revestimiento aun cuando es de menor costo que la pavimentación, tiene corta duración y sale resultando muy costoso para la capacidad presupuestal de los distritos.

Es importante y se recomienda que para los caminos que vayan a ser revestidos, se de desde las terracerías hasta el revestimiento una compactación mínima de un 85 %, para que este tenga mas resistencia al tránsito y sea mas durable.

Dentro de la conformación y rastreo de caminos, quedan incluidos los bordos de canales y bordos de bermas de drenes, siendo sumamente importante que se les dé pendiente de 2% hacia el lado contrario al eje del canal y se haga el cuneteo necesario y localización de las estructuras apropiadas para el desalojamiento del agua pluvial sin acarreo o erosiones de las terracerías.

V.6 - OBRAS AUXILIARES

V.6 a) - REDES TELEFÓNICAS

Las labores de conservación consisten 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 reposición de los que se hayan roto; reparación de aparatos y accesorios.

Tanto para abaratar el transporte, como para evitar desperdicios de poste que se quiebran durante la manipulación y traslado, es conveniente establecer depósitos en diferentes puntos del distrito, estableciendo así mismo, temporalmente la fabrica de los postes en lugares señalados, de manera de construir en cada lugar el numero de piezas que se considere conveniente de acuerdo con las necesidades.

V.6 b) - EDIFICIOS

Por lo que respecta a la conservación de los edificios, solamente diremos que para el caso que nos ocupa no hay nada especial que decir, pues estos trabajos son los que ordinariamente hay que ejecutar para conservar un edificio, como son: pintura de 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 un buen estado, con la mejor presentación posible, a todos los edificios del distrito de manera de prolongar su vida útil el mayor numero de años que se pueda.



CANALES REVESTIDOS DE CONCRETO PARA REPARACION DE LOSAS





CANALES REVESTIDOS PARA DESAZOLVARSE





DESAZOLVE DE DRENES



VI. RECOMENDACIONES

VI.1 - PARA PLANEAR LA CONSERVACIÓN

Entendemos por planeación, como un proceso racionalizado permanente que prevee íntegramente el futuro, haciendo coincidir lo necesario con lo conveniente a partir de un diagnóstico de necesidades que nos plante en donde estamos y con base en una definición de objetos y metas nos dice a donde queremos llegar.

En forma simplificada se plantean las metas como la cuantificación de lo que queremos, y los requerimientos, como la definición de con que lo vamos a lograr. Todo ello vaciado en el esquema integrador de la presentación matricial, señalándose además, en donde, cuando y quienes deberán ejecutar las acciones, a que costo, con que apoyo de otros sectores y a partir de que elementos legales se conforma la actividad.

Para el tema del cual estamos hablando, para llevar a cabo la planeación es sumamente importante sistematizar, conocer y atender sucesivamente los siguientes renglones:

1) Conocimiento de estadísticas de las obras que constituyen el distrito. Para saber como debe llevarse a cabo la planeación de las obras, es fundamental conocer sus propiedades, por lo tanto es importante conocer;

- a) Numero 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, red de drenaje, caminos, etc.

g) Dependencia de unas con otras

h) Capacidades, rangos de funcionamiento y especificaciones

2) PREVISIÓN DE LA CONSERVACIÓN. Para poder ejecutar esta tarea es necesario conocer lo siguiente:

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 puede estar sujeta la misma.

2° Observación - la acuciosa observación del funcionamiento de las obras y de sus elementos, nos ayudan a determinar los deterioros y las causas.

3° Medición - las obras deben medirse periódicamente para verificar si han sufrido cambios en sus dimensiones de proyecto, determinando también la magnitud y el tiempo en que se ha producido el cambio.

4° Información - es muy importante que el personal de operación y principalmente los canaleros y encargados de sección, proporcionen a la residencia de conservación los datos correspondientes a los deterioros de las obras que tienen a su cargo.

b) 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 con la mayor seguridad las causas o procedencia de los problemas, porque en la mayoría de los casos se obtiene una solución más definitiva, quizás mas económica si se ataca en el origen, que en los sitios en los que ocularmente se esta detectando el problema.

Lo anterior puede indicarnos:

- falta de obras
- defecto del diseño
- necesidad de mejoramiento
- deficiencia de operación integral
- Aumento de área de riego

Habrán ocasiones en que la resolución integral no este al alcance de las disponibilidades físicas y económicas del distrito, o bien quede fuera de sus facultades. Deberá por tanto promover con las autoridades correspondientes, que establezcan contactos con organismos de esta competencia para que se realicen los estudios, proyectos, tramites, etc. que procedan para llegar finalmente a realizar dicha solución.

En otras ocasiones se llegara a la conclusión de que el problema, a pesar de las cifras que puedan estar involucradas, es de condición natural y la única forma de atacarlo es por el procedimiento rutinario que tenga establecido el distrito.

c) FRECUENCIA - El paso siguiente que debe investigarse, es la magnitud de desgaste que sufren las obras en sus diferentes aspectos y a la velocidad con que se producen, para que de acuerdo con el servicio que deban prestar y la tolerancia que se permita, se establezcan las frecuencias con que deban realizarse los trabajos correspondientes a cada concepto de trabajo. En cada distrito debe elaborarse una tabla de frecuencia que contenga cada uno de los conceptos de trabajo de conservación en los distintos tipos de obra, con la frecuencia con que deban realizarse y el volumen o cantidad de obra que se ha considerado en cada ocasión.

d) FUERZA DE TRABAJO DISPONIBLE - Como parte de la previsión, conviene investigar la fuerza de trabajo disponible que hay en el lugar, como gente, equipo y maquinaria y tener conocimiento de los rendimientos que cada uno es capaz de dar y determinar su factibilidad de aprovechamiento bajo las distintas condiciones que puedan demandar las obras.

e) DETERMINACIÓN DE LAS NECESIDADES DE OBRA - Obtención de datos de campo. Secciones, perfiles, trazos, etc. Dibujo o registro en material apropiado. Confrontación de las características originales (de proyecto) de las obras. Marcado de escantillones, aplicación de especificaciones, determinación de volúmenes de obra y formulación de datos de construcción.

f) CAPACIDAD PRESUPUESTAL - Como factor muy importante para poder planear la conservación, esta el conocimiento de la capacidad presupuestal o recursos económicos del distrito de riego, para poder canalizar debidamente las partidas que corresponden a mano de obra, materiales, acarreo, maquinaria, etc.

g) CALENDARIO - Es necesario conocer los días que se tienen disponibles en el año para poder realizar físicamente la conservación de las obras; no solamente basta con conocer el número de días, sino también es conveniente conocer las fechas y periodos y su relación con los aspectos inherentes al funcionamiento de los distritos.

En virtud de la necesidad del funcionamiento de las obras para suministrar los servicios para los que fueron construidas, deberá precisarse con la mayor seguridad el óptimo aprovechamiento de ellos para realizar

oportunamente los trabajos, eliminando la conservación diferida.

Una vez conocidos los puntos anteriores, procedemos a hacer la jerarquización de los diferentes trabajos necesarios tomando en consideración lo siguiente:

- Por orden de importancia de las obras de mayor costo
- Por mayor beneficio colectivo
- Por fallas de conservación funestas, etc.

Habiendo dado la prioridad que le corresponde a cada trabajo, tenemos que hacer ahora la determinación de las cantidades de obra que es necesario realizar para poder seleccionar los procedimientos de construcción más convenientes o factibles, determinando el número de personal, maquinaria, equipos necesarios, de acuerdo con los rendimientos de cada uno de ellos y tomando en consideración los aspectos técnicos, sociales y políticos que en cada caso pudieran estar presentes.

VI.2 - PARA ELEGIR SISTEMAS DE CONTRATACIÓN

Hemos venido haciendo referencia a algunos sistemas de llevar a cabo la conservación en los distritos de riego. Conviene que hagamos un análisis de las ventajas y desventajas de cada uno de estos sistemas.

Los trabajos en los distritos de riego pueden realizarse de tres maneras diferentes, por cuanto a la forma de cubrir el importe de los mismos.

Conservación contratada, conservación por administración y por cooperación.

I) CONSERVACIÓN CONTRATADA

En este caso los trabajos se ejecutan con personas ajenas a la nomina del distrito, mediante la celebración de convenios consistentes en documentos de distinto tipo, en los que se estipulan las características de las obras, que van a realizarse, las especificaciones a que van a estar 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.

Tarea de Usuarios - Cuando estos trabajos son encomendados a los usuarios, pagándoseles una pequeña renumeración.

a) VENTAJAS DE LA CONSERVACIÓN CONTRATADA

Partiendo de la base de que para la conservación de las obras bajo cualquier forma de llevarla a cabo y bajo cualquier procedimiento que se seleccione, se han dado previamente los pasos necesarios para determinar su magnitud, jerarquización, localización, etc., y de que las personas responsables tienen como meta el máximo aprovechamiento del presupuesto; la conservación contratada es sin duda el procedimiento mas eficaz para realizar físicamente la cantidad de obra necesaria. Sus ventajas son las siguientes:

- el distrito sabe de antemano la cantidad de obra que puede realizar, en virtud de haberse establecido la relación de las obras, sus volúmenes, su programa de ejecución y sus precios unitarios e importe.

- No tiene el distrito problemas de tipo laboral, ya que todo el personal depende directamente del contratista.
- No se altera el importe de la obra ya programada, ya que en las especificaciones se establece que el contratista ha previsto para celebrar el contrato correspondiente a aumento de salarios y elevación en el costo de los materiales y no argumentara aumento o modificación a los precios unitarios ya concertados por los motivos antes señalados. Se aplicara una escalación en los precios unitarios, únicamente cuando el porcentaje de la inflación en los materiales, rebasa el porcentaje marcado en el contrato.
- Se lleva un perfecto control de la obra en proceso, en virtud de que hay que formularse datos de construcción y a las especificaciones generales y técnicas que estipula el contrato.
- 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 semejantes.
- Se reduce el numero de personal dedicado a supervisión y vigilancia de la obra, evitando así los problemas de transporte, prestaciones e índole social.
- Mas bajo costo de la obra - como consecuencia de todo lo que anterior y a pesar de que la obra por contrato tiene un sobreprecio por concepto de gastos indirectos y utilidad. Los resultados han

demostrado que la conservación contratada es más barata.

b) DESVENTAJAS DE LA CONSERVACIÓN CONTRATADA

- Una gran demora en el trámite de autorización. Esto es debido a que cada día es mayor el número de requisitos que deben satisfacerse o mayor el número de personas que intervienen en su autorización.
- No se pueden aprovechar los meses más importantes del año, esto es como consecuencia de lo anterior, en virtud de que para cuando son autorizados los contratos, ya paso una parte del año que pudo haberse aprovechado.
- Flexibilidad limitada para modificar la obra contratada

Tomando en cuenta las condiciones antes mencionada, se requiere que la obra se programe con bastante anticipación, y es muy frecuente que a la hora de ejecutarla, no sea precisamente la que tenga mas urgencia y no siempre es posible adaptar el documento autorizado a los requerimientos de la mas urgente.

II) CONSERVACIÓN POR ADMINISTRACIÓN

En este caso los distritos ejecutan su conservación con personal que ya tienen en sus nominas o listas de raya, o bien con personal que previamente da de alta con el objeto especifico de realizar estos trabajos, con cargo al presupuesto que haya sido autorizado. En forma frecuente, en este tipo de conservación se tiene la ejecución de los trabajos por medio de maquinaria y

equipo propiedad de los distritos de riego operados con personal del tipo antes mencionado.

Este sistema debe ser empleado solo en los siguientes casos:

- trabajos muy dispersos y de poca magnitud con características sumamente variables, como es el caso de la conservación de estructuras, líneas telefónicas, casas de canales, etc.
- Distritos de riego que cuentan con exceso de personal que no se puede dar de baja.
- En zonas en las que no se consigan contratistas
- En caso de investigación del procedimiento mas conveniente asi como la determinación de sus rendimientos y costos, para establecer un precio en obra por contrato.

III) VENTAJAS DE LA CONSERVACIÓN POR ADMINISTRACIÓN

- Oportuna realización de la obra, en virtud de que el distrito cuenta con un determinado número de personas especializadas en la ejecución de los trabajos de conservación, es muy fácil improvisar grupos para atacar desde luego cualquier deterioro que se presente en las obras sin mayor consecuencia que la suspensión de trabajos programados de segunda importancia.
- Amplia elasticidad para sustituir, cancelar o añadir obras que se consideran temporalmente urgentes, para satisfacer en forma rápida necesidades de obra que demanden los cultivos.
- Puede obtenerse mayor calidad, en vista de que bajo este sistema no hay prisa o presiones para

dar termino a los trabajos en determinada condicion.

Como puede observarse, ambos sistemas tienen su pro y su contra. Cada distrito tiene que buscar el punto optimo de cuanta obra debe ejecutar en uno u otro sistema para satisfacer al máximo sus necesidades con el presupuesto que tiene asignado.

VI.3 - PARA ANALIZAR EL PRESUPUESTO

Hay que tomar en cuenta los costos anuales por concepto del personal que depende del distrito y agruparlos por cuadrillas para luego obtener los cargos que le correspondan a cada concepto de trabajo como se explica mas adelante. Con las cantidades de obra, registrados de acuerdo con las necesidades de conservación, y las cantidades de obra que se pueden producir con el personal y equipo disponible puede efectuarse el análisis del presupuesto para el ciclo de operación que se considere.

Análisis de cómo obtener el precio unitario de algunos conceptos realizados con maquinaria. Con mucha frecuencia existen en las residencias de conservación de los distritos de riego, erogaciones que no se pueden considerar gravando una obra determinada, porque se utilizan en la ejecución de varias obras. A estas erogaciones se les denomina erogaciones comunes y pueden ser comunes a diferentes obras, o bien, comunes a diferentes dependencias del propio distrito.

Las erogaciones comunes más frecuentes en los distritos de riego son:

- 1) el mantenimiento del taller mecánico diessel, que atiende las reparaciones del equipo mecánico que se emplea en las labores de conservación.
- 2) El mantenimiento del taller mecánico de gasolina que se encarga de la conservación y reparación de los desperfectos que sufren los vehículos que tienen las diferentes dependencias de los distritos de riego (jefatura de distrito, jefatura de operación, etc.)
- 3) El sostenimiento de cuadrillas de abastecimiento.

Estas cuadrillas son las que se encargan de transportar a los operadores y a sus ayudantes, a los puntos donde se encuentran los equipos de conservación; se encargan también de suministrar a estos equipos, los combustibles y lubricantes que requieren para su funcionamiento.

Para hacer el calculo del costo de los talleres diessel y gasolina tomamos en cuenta los siguientes gastos anuales para cada taller respectivamente:

$$C = S + M + T + O$$

C - Costo de taller

S - Suma de sueldos y salarios de todo el personal que labora en el taller, es decir, jefe de taller, secretaria, mecánicos ayudantes, veladores, etc.

M - La suma del costo de todos los materiales que se utiliza en las reparaciones de los equipos, incluyéndose el costo de operación de la maquinaria que se requiera para estos trabajos.

T - Suma de los costos de transporte que sean necesarios para el funcionamiento del taller.

O - La suma de los costos de otros gastos no considerados en los conceptos anteriores.

Para hacer el calculo del costo de la cuadrilla de abastecimiento utilizamos la siguiente formula:

$$Ca = S + M + T$$

Ca - Costo de la cuadrilla de abastecimiento

M - Materiales utilizados por la cuadrilla

S - Salarios del personal de la cuadrilla

T - Costos de los transportes utilizados

Por otra parte, llamamos N al numero de equipos atendidos por una cuadrilla. El cargo por concepto de cuadrilla de abastecimiento para cada equipo, se obtendrá dividiendo el costo anual de una cuadrilla de abastecimiento entre el numero de equipos que abastece dicha cuadrilla; obteniéndose esta división, un valor constante para cada equipo, y su representación algebraica será $Ca/N = K1$ Cargo por concepto de cuadrilla de abastecimiento, para cada equipo que recibe los servicios de dicha cuadrilla.

Además calculamos el costo anual de operación y consumo por maquina que incluye combustibles, aceites y sueldo anual de operador. Una vez que se han determinado estos coeficientes, podemos seguir el siguiente proceso de análisis.

- 1) Indicar la cantidad de presas, longitud de canales, longitud de drenes, longitud de caminos, el numero de piezas de casetas y edificios y la longitud de la red telefónica.
- 2) Indicar la cantidad de obra del concepto de trabajo que se tendrá que ejecutar.
- 3) Fijar el periodo que debe ejecutarse.
- 4) Determinar los métodos de trabajo a seguir, así como el o los sistemas de ejecución.

- 5) Especificar los rendimientos según los métodos seleccionados
- 6) Determinar la cantidad de gente, equipo y materiales que se requieren para la debida terminación de la obra, así como el tiempo requerido para cada equipo, en las jornadas u horas efectivas.
- 7) Efectuar la estimación de costos, en función de los volúmenes de obra asignados a cada método de trabajo

Para trabajos por contrato, el monto se obtiene multiplicando la cantidad de la obra por los precios unitarios vigentes.

Procediendo de esta manera, se analizan todos los conceptos de obra que sean necesarios de ejecutarse en el distrito.

La suma de los montos totales en necesidades de conservación, en obras de cabeza, sistemas de canales, de drenaje, de caminos, edificios, casetas, red telefónica, constituirá el presupuesto necesario para la conservación del distrito de riego, y lo podemos denominar presupuesto de necesidades de conservación.

De acuerdo con los fondos disponibles en los distritos pueden presentarse los siguientes casos:

1. Que el presupuesto de necesidades de conservación sea igual a los fondos disponibles para esta área del distrito; en este caso puede considerarse que se ejecuta toda conservación necesaria del distrito y por consiguiente, no queda conservación diferida.
2. Que el presupuesto de necesidades de conservación sea menor que los fondos disponibles para esta

área del distrito. Al distrito le sobra dinero.
(Esto no sucede)!!Nunca!!

3. Que el presupuesto de necesidades de conservación sea mayor que los fondos disponibles para esta área del distrito. Este es el caso mas común, por consiguiente se requerirá hacer una jerarquizacion estricta de las necesidades de conservación mas urgentes, para incluirlas dentro de la asignación presupuestal;

Sin embargo deberá quedar perfectamente bien determinada tanto la cantidad de obra que queda fuera de la asignación (fuera de programa) como su monto, ejemplo:

Como vimos anteriormente uno de los factores principales para analizar el presupuesto, es el conocimiento de los días efectivos de trabajo que tenemos.

Ejemplo:

365 días por año

53 Sábados

52 Domingos

7 días (Ley federal de trabajo)

8 días (Costumbres, enfermedades, mal tiempo)

245 días efectivos de trabajo

NOTA: Los rendimientos son diferentes en cada distrito, ya que cada caso en particular va a estar sujeto a situaciones diferentes que se verán afectados por el clima, altura sobre el nivel del mar, costumbres etc. también los salarios que se tienen establecidos para cada región o zona son diferentes.

EJEMPLO:

Calculo de volúmenes de desazolve para programar el presupuesto por administración.

Concepto: Desazolve en canales en presencia de agua.

De acuerdo a inventario de obras tenemos:

Canales	Principales (185.464km)	Revestidos = 39.668km
		En Tierra = 145.776
	Secundarios (355.67km)	Revestidos = 102.330km
		En tierra = 253.340km

Para la conservación de estas obras, se requiere efectuar trabajos con una frecuencia de 4 años en canales principales de tierra y cada 3.5 años en canales secundarios de tierra.

En base a las frecuencias observadas debe efectuarse

$$\frac{145.776 \text{ km}}{4 \text{ años}} = 36.444 \text{ km/año}$$

$$\frac{253.34 \text{ km}}{3.5 \text{ años}} = 72.380 \text{ km/año}$$

Considerando un volumen promedio de $3\text{m}^3/\text{ml}$ en canales principales y de $2\text{m}^3/\text{ml}$ en canales secundarios tenemos

$$36\ 444 \text{ m} \times 3\text{m}^3/\text{ml} = 109\ 332 \text{ m}^3$$

$$72\ 380 \text{ m} \times 2\text{m}^3/\text{ml} = 144\ 760 \text{ m}^3$$

Total de necesidades = 254 092 m^3 de Desazolve

Nota. Estos volúmenes se calculan con precisión antes de iniciar los trabajos en base a datos topográficos(trazo, nivelación y secciones) y después de realizarlos para determinar lo que se hizo.

RENDIMIENTOS OBSERVADOS DE DESAZOLVE EN PRESENCIA DE AGUA.

- Dragas de arrastre de $\frac{3}{4} \text{ yd}^3 = 45 \text{ m}^3/\text{he}$
- Retroexcavadora de $\frac{3}{4} \text{ yd}^3 = 45 \text{ m}^3/\text{he}$

Tiempo disponible

245 días laborados por año

1 turno de 8 horas por día

75% de eficiencia de operación

$$8 \text{ horas} \times 0.75 = 6.00 \text{ he / turno}$$

2 dragas \times 245 turnos \times 6.00 he / turno = 2940 he/año

1 retroexcavadora \times 245 turnos \times 6.00 he/turno=1470he/año

PRODUCCIÓN DEL EQUIPO

2 Dragas	2 X 1470 hr X 45 m ³ /he =	132 300 m ³
1 Retro excavadora	1 X 1470 hr X 45 m ³ /he =	66 150 m ³

Volumen total de producción	=	198 450 m ³

Como podemos ver:

Total de necesidades	254 092 m ³
Total de producción	-198 450 m ³

Total pendiente	55 642 m ³

Este volumen pendiente podrá programarse con otra maquina siempre y cuando se cuente con ella, aumentando los turnos necesarios en las maquinas ya existentes o que se ejecute por obra a contrato, si es que existe presupuesto de lo contrario quedara como fuera de programa.

Por eso es indispensable tener una jerarquizacion de nuestras necesidades para poder tomar en estos casos una determinación acertada y no dejar fuera de programa lo más urgente.

CONCEPTO: Descopete de bordos con tractor D-6 en bordo de canales

Para este concepto vamos a tomar el volumen que se desazolvo en canales. 198 450 m³

Rendimiento observado = 120 m³/hora

Coeficiente de abundamiento = 1.25

Porcentaje de mat. a extender = 70%

NECESIDADES:

$$198\ 450 \times 1.25 \times 0.75 = 186\ 047\ \text{m}^3/\text{año}$$

PRODUCCIÓN:

$$1 \times 1470\ \text{he} \times 120\ \text{m}^3/\text{he} = 176\ 400\ \text{m}^3/\text{año}$$

$$\text{Volumen sin ejecutar } 186\ 047\ \text{m}^3 - 176\ 400\ \text{m}^3 = 9\ 647\ \text{m}^3$$

En igual forma que el desazolve, para ejecutar este trabajo es necesario otro tractor o aumentar los turnos de este, hacerlo por contrato o dejarlo fuera de programa.

Una vez obtenidos los volúmenes anuales de obra que se pueden ejecutar con maquina en cada concepto, se calculan los cargos anuales con respecto a los siguientes conceptos:

- Taller mecánico de gasolina
- Taller mecánico de diessel
- Cuadrilla de abastecimiento
- Por operación

La suma de estos cargos nos da el coto total anual por maquina.

Los costos anuales así como la producción anual, se pueden expresar también en costo o producción por hora efectiva de trabajo.

Para los casos que estamos analizando tenemos que:

Desazolve de canales(2 dragas y 1 retroexcavadora)

$$\frac{\text{Costo anual}}{\text{Volumen producido anual}(198\ 450\text{m}^3)} = \text{P.U.}$$

Descopete de bordos

1 tractor

$$\frac{\text{costo anual}}{\text{volumen producido anual } 176\,400 \text{ m}^3} = \text{P.U.}$$

NOTA.- Para obtener los precios unitarios no se toma en cuenta el importe que corresponde a cargos fijos, únicamente de toman en cuenta los cargos de consumo, operación y cargos por talleres (de gasolina y Diessel)

VI.4 - PARA PROGRAMAR LOS TRABAJOS.

PROGRAMACIÓN.

El proceso de programación involucra el factor tiempo. Mediante este proceso puede estimarse si con recursos disponibles es posible realizar todas las actividades de conservación que se han planeado dentro de los tiempos o ciclos óptimos. En ocasiones se requiere ajustar el programa a determinados tiempos críticos, por ejemplo la época seca, en cuyo caso deben aumentarse los recursos si es que los disponibles no permiten realizar las actividades planeadas en dicho tiempo.

También debe tomarse en cuenta los periodos de tiempo en el que cada obra en particular va a prestar su servicio. Por ejemplo, antes de comenzar los riegos, los canales deben estar en las mejores condiciones de operación, así como también sus estructuras.

Hay ocasiones en que los canales permanecen operando todo el año y la conservación debe hacerse en presencia de agua y como consecuencia bajan los rendimientos en los trabajos.

Los drenes que son para drenaje pluvial deben estar en condiciones óptimas antes del comienzo de la época de

lluvias para que puedan desfogar sin problemas los volúmenes de agua que se presenten.

Los drenes para drenaje parcelario deben estar listos antes de los riegos.

Los caminos deben estar transitables todo el año.

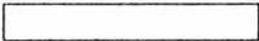
Y así todas las obras tienen sus frecuencias y periodos para estar en buenas condiciones de operación.

Se debe llevar un control de los avances con respecto al programa, actualizados mes a mes para poder detectar en cualquier momento si se esta cumpliendo con el programa.

Para llevar el control del avance del programa, se recomienda que se tenga por cada concepto, la relación de todas las obras que se van a ver beneficiadas con este concepto, indicando el tramo (ubicación de que km a que km) y la cantidad a ejecutarse para poder ir anotando el avance en % en un diagrama de barras. Se recomienda usar un color diferente para cada mes.

EJEMPLO:

Desazolve a maquina

LOCALIZACIÓN	VOLUMEN	AVANCE (%)
Canal Principal Kml0+000- Km15+000)	15000 m3	0 50 100 
Canal Lateral 5+325 del Principal (0+000-2+000) - 4000 m ³	4000 m3	

VII. CONCLUSIONES

Como condición de primer orden y quizá la mas importante de todas ellas, es que las autoridades de cada distrito tengan la total convicción de la conservación que requieren las obras. Que de acuerdo con sus jerarquías y responsabilidades, tanto autoridades como personal técnico, contribuyan y propugnen enérgicamente por la realización oportuna de los trabajos, fijándose como meta, eliminar los factores que motivan la presencia de conservación diferida en los distritos, ya que ésta perjudica enormemente el funcionamiento eficiente de las obras.

Entre esos factores se pueden mencionar los siguientes:

- 1) insuficiencia presupuestal de la partida de conservación para las necesidades que demandan las obras, debido generalmente a:
 - a. baja recaudación por cuotas insuficientes que pagan los usuarios
 - b. distribución no balanceada del presupuesto del distrito
 - c. sobrecarga de compromisos establecidos

- 2) Falta de programa o programas inconsistentes para la conservación de las obras, por:
 - a. Desconocimiento del estado de funcionamiento en que se encuentran las obras.
 - b. Indeterminación de la magnitud de sus desgastes o deterioros.
 - c. Mala o ninguna jerarquización de sus necesidades.
 - d. Deficiencias de planeación para la realización de los trabajos.

3) Modificaciones constantes al programa aprobado, motivadas por:

- a. Deficiente o nula participación de las autoridades responsables en la elaboración del programa.
- b. Limitación de facultades a los residentes o encargados de la conservación.
- c. Aceptación limitada de solicitudes por presiones políticas, sociales, etc.
- d. Deficiencia en la comunicación y exposición del programa aprobado.
- e. Mala o nula coordinación con actividades que se infieren.

4) Incumplimiento en la ejecución del programa que resulta de:

- a. Envío extemporáneo de solicitudes y datos para sus tramites y autorización.
- b. Rendimiento mínimo del personal o equipo que ejecuta el trabajo.
- c. Maquinaria frecuentemente parada por el mal manejo del personal y por falta de refacciones que no se previó tenerlas en reserva en el almacén.
- d. Falta de instrucciones precisas al personal.

BIBLIOGRAFÍA

- Ing. Enrique Espinoza Vicente LOS DISTritos DE RIEGO
- Ray K. Linsley y Joseph B. INGENIERIA DE LOS RECURSOS
HIDRÁULICOS
- Adolfo Uribe Alba LA IRRIGACIÓN EN MÉXICO
(Editorial Grijalva 1970)
- Enrique Palacios Vélez INTRODUCCIÓN A LA TEORIA DE
OPERACIÓN DE LOS DITRITOS DE
RIEGO. (Colegio de postgraduados.
Chapingo)
- S.A.R.H. PRIMER CURSO DE CAPACITACION A
NIVEL SUPERIOR.
Memoria Vol. III;
(Centro de Capacitación "Valle
del Carrizo Sin." 1974)
- S.A.R.H PROGRAMA NACIONAL AGROPECUARIO
1979
- Ing. Jorge L. Tamayo ALGUNAS IDEAS SOBRE LA
CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS DE
RIEGO
La Irrigación en México Vol.
XXII.

Raymond A. Hill

LA OPERACIÓN Y CONSERVACIÓN DE
LOS DISTRITOS DE RIEGO
(Memorandum Técnico No. 88
S.A.R.H.)

W.H. Schuster

LA PISICULTURA COMO MEDIO DE
COMBATE DE PLANTAS ACUATICAS.
(Memorandum Técnico No. 90
S.A.R.H.)

Sutton, J.G.

LA CONSERVACIÓN DE LOS SISTEMAS
DE DRENAJE.
(Memorandum Técnico No. 166
S.A.R.H.)

James W. Kirby &
Darell Summers.

EL COMBATE DE MALAS HIERBAS EN
AREAS DE RIEGO EN ZONAS ARIDAS
(Memorandum Técnico No.310
S.A.R.H.)

Ing. José Luis de la Loma

INSTRUCTIVO PARA MANEJO Y
OPERACIÓN DE LOS DISTRITOS DE
RIEGO.
(Instructivo Técnico No. 24
S.A.R.H.)

M. Rodríguez C.

APLICACIONES EN INGENIERIA DE
METODOS MODERNOS DE PLANEACION,
PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE
PROCESOS PRODUCTIVOS