

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA**  
**ANTONIO NARRO**  
**DIVISIÓN DE INGENIERÍA**  
**DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE**



**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA OBRA DE MAMPOSTERÍA PARA EL  
EJIDO JALPA, MUNICIPIO DE GENERAL CEPEDA, COAHUILA.**

**POR**

**HECTOR GREGORIO ENRÍQUEZ HERRERA**

**TESIS**

**Presentado como requisito parcial para obtener el título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México**

**Diciembre de 2011**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE

Diseño y construcción de una obra de mampostería para el Ejido Jalpa,  
municipio de General Cepeda, Coahuila.

Por:

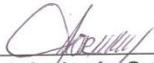
Hector Gregorio Enríquez Herrera

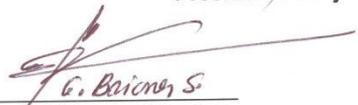
Que somete a consideración Del H. Jurado Examinador como Requisito Parcial

Para Obtener el Título de:

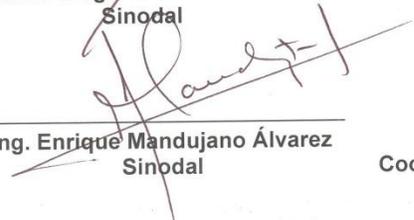
INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

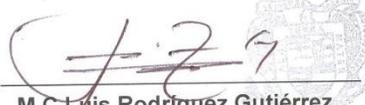
Aprobada por el comité de tesis

  
Dr. Felipe de Jesús Ortega Rivera  
Presidente del jurado

  
M.C. Gregorio Briones Sánchez  
Sinodal

  
M.C. Tomás Reyna cepeda  
Sinodal

  
Ing. Enrique Mandujano Álvarez  
Sinodal

  
M.C. Luis Rodríguez Gutiérrez  
Coordinador de la División de Ingeniería

Coordinación de  
Ingeniería

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México Diciembre de 2011

## **DEDICATORIAS**

Con amor y gratitud a mis queridos padres:

Sr. Alfonso Antonio Enríquez Ortiz.

Sra. Ma. Socorro Herrera Arias.

Porque gracias a su cariño, guía y apoyo he llegado a realizar uno de los anhelos más grande de mi vida, fruto del inmenso apoyo, amor y confianza que en mi se depositó y con los cuales he logrado terminar mis estudios profesionales que constituyen el legado más grande que pudiera recibir y por los cuales les viviré eternamente agradecido.

### **A mis hermanos:**

Alfonso Antonio Enríquez Herrera.

Alberto Enríquez Herrera.

María Fernanda Enríquez Herrera.

Porque han sido parte esencial en mi vida. En ustedes nunca faltó palabra de ánimo con tal de verme lograr esta meta, por apoyarme siempre con mucho cariño y amor que les tengo.

### **A todos mis amigos**

Por compartir muchos momentos de alegría.

## **AGRADECIMIENTOS**

**Agradezco a Dios**, por ayudarme a terminar este proyecto, gracias por darme la fuerza y el coraje para hacer este sueño realidad, por ponerme en este mundo, por estar conmigo en cada momento de mi vida.

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** por haberme abierto las puertas y brindarme la oportunidad de formarme como Ingeniero Agrónomo en Irrigación. Por justa razón siempre pondré tu nombre en alto.

Al **Dr. Felipe de Jesús Ortega Rivera**, por haber confiado en mí y por el apoyo condicional en la realización de este trabajo.

Al **M.C. Gregorio Briones Sánchez**, por su conocimiento y valioso apoyo a así como sus aportaciones fueron de vital importancia en mi formación profesional.

Al **M.C. Tomas Reyna Cepeda**, por su apoyo y disposición para la revisión de esta tesis.

Al **Ing. Enrique Mandujano Álvarez**, por sus conocimientos comentarios y atribución en materia de esta obra.

**A todos los maestros del departamento de riego y drenaje**, por compartir sus conocimientos, experiencias, formando así a personas competitivas en el ámbito laboral.

A todas las personas que de alguna manera influyeron para la culminación del presente trabajo.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

# PAGINA

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTOS.....	II
ÍNDICE DE CUADROS.....	III
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IV
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 JUSTIFICACION.....	3
1.2 OBJETIVOS.....	4
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>5</b>
Precipitación.....	5
2.1 Precipitación en zonas áridas y semiáridas.....	5
2.2 Escurrimientos.....	6
Clasificación de tipos de presas.....	6
2.3 Generalidades.....	6
2.4 Clasificación según su uso.....	6
2.5 Clasificación según su funcionamiento hidráulico.....	8
2.6 Clasificación según los materiales.....	8
Factores físicos que gobiernan la selección de la presa.....	10
2.7 Topografía.....	10
Las condiciones geológicas y la cimentación.....	11
Obras de excedencia para presas.....	12
Presas de almacenamiento.....	13
2.8 Definición de términos de la presa de almacenamiento.....	14
2.9 Fuerzas que obran sobre la presa.....	14
2.10 Requisitos de estabilidad de la presa.....	15
2.11 Vaso de la presa.....	15
2.12 Obra de toma de la presa.....	15
2.13 Vertedor de demasías.....	16
2.14 Estudio de avenidas.....	17
Método para calcular el gasto de la avenida máxima probable.....	19
2.15 Método directo.....	19
2.16 Método indirecto.....	19
Generalidades ajo.....	21
2.17 Descripción botánica del ajo.....	21
2.18 Clasificación taxonómica.....	22
2.19 Requerimientos edafoclimaticos.....	23
Proceso de producción.....	23
2.20 Preparación del terreno.....	23
2.21 Plantación de bulbos.....	24
2.22 Escardas.....	24
2.23 Abonado.....	24
2.24 Riego.....	25
2.25 Recoleccion.....	25
2.26 Enriestrado.....	25
2.27 Obtención de bulbos para la siembra.....	25
2.28 control de plagas y enfermedades.....	26
Ajo en sistema de riego por goteo.....	30

Posición en el mercado.....	31
Sistema de riego por goteo.....	32
2.29 Definición.....	32
2.30 Ventajas.....	32
2.31 Desventajas.....	33
Componentes fundamentales de un sistema de riego por goteo.....	34
2.32 Filtrado.....	35
2.33 Equipo de fertilización.....	36
2.34 Tubería principal, secundaria, terciarias y laterales.....	39
2.35 Válvulas.....	40
2.36 Emisores.....	40
2.37 Cinta Aqua-Traxx.....	41
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>46</b>
Aspectos generales.....	46
Propósito de la obra.....	46
Localización.....	46
Vías de comunicación.....	47
Climatología.....	47
3.1 Temperatura.....	48
3.2 Régimen de lluvias.....	48
3.3 Evaporación.....	48
3.4 Vientos.....	48
Estudios hidrológicos.....	48
3.5 Características ambientales.....	50
3.6 Vegetación.....	50
3.7 Geología.....	50
3.8 Características del suelo.....	51
3.9 Área de la cuenca.....	52
3.10 Cálculo del coeficiente de escurrimiento.....	52
3.11 Cálculo del escurrimiento medio anual.....	54
3.12 Cálculo del volumen anual escurrido.....	54
3.13 Cálculo del volumen aprovechable medio anual.....	55
3.14 Cálculo de la avenida máxima.....	56
Métodos para el cálculo de avenidas máximas en cuencas no aforadas.....	57
3.15 Método de Ryves.....	58
3.16 Método de Valentini.....	58
3.17 Método de Kuichling.....	58
3.18 Método de Creager.....	59
3.19 Método de Lowry.....	59
Vaso de la presa.....	61
3.20 Capacidad de almacenamiento.....	61
Características de la obra.....	62
3.21 Obra derivadora.....	62
Obra de excedencia.....	63
3.22 Cálculo del vertedor.....	63
3.23 Estimación de los coeficientes de seguridad del muro.....	65
3.24 Fuerza resultante de la presión hidrostática sobre el muro.....	66

3.25 Área del muro.....	66
3.26 Volumen del muro.....	67
3.27 Peso del muro.....	67
Obra de toma.....	69
Norma de riego.....	70
Posible área irrigada.....	71
<b>CONCLUSION</b> .....	<b>73</b>
<b>LITERATURA CITADA</b> .....	<b>74</b>
<b>APENDICES</b> .....	<b>77</b>
Apéndice.....	78

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>		<b>Página</b>
1	Recomendaciones del ajo.....	12
2	Precipitación de 40 años de General Cepeda, Coahuila.....	34
3	Coeficiente de escurrimiento de la cuenca de estudio.....	37
4	Coeficiente de escurrimiento.....	38
5	Valores de C para la avenida máxima.....	40
6	Cálculo de avenidas.....	43
7	Coordenadas para el diseño del perfil del vertedor tipo Creager.....	46
8	Valores para obtener el diseño del perfil tipo creager.....	47
9	Lista de materiales del sistema de riego.....	72

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
1	Diagrama de componentes de un sistema de riego por goteo.....	12
2	Hidrociclón.....	12
3	Filtros de arena.....	12
4	Filtros de malla.....	12
5	Filtros de anillas.....	12
6	Inyector Venturi.....	12
7	Dosificador.....	12
8	Cinta de goteo.....	12
9	Carta de climas.....	32
10	Curva de probabilidad de las precipitaciones máximas diarias.....	35
11	Área de la cuenca.....	36
12	Vaso de la presa.....	44
13	Capacidad de almacenamiento del vaso.....	47
14	Diagrama de presiones.....	51
15	Obra de toma.....	23
16	Posible área a irrigar.....	23

## INTRODUCCIÓN

Uno de los principales problemas que atraviesa nuestro país es la falta de agua ha originado la proliferación de estudios y programas en el sector rural. Tanto en su aspecto técnico como social y económico, los estudios de tipo socioeconómicos han demostrado que las zonas más afectada de esta crisis han sido las regiones más precarias del sector rural.

Las regiones donde se manifiesta esta crisis, se enmarca dentro de las zonas áridas y semiáridas al norte del país, ya hablar de zonas áridas en México es hablar de prácticamente de todo el país, ya que más del 82% de su área es árida en diversos grados.

De acuerdo con Copen los climas en nuestras zonas áridas se pueden clasificar como: secos o esteparidos CBSO, y muy seco o desértico CBWO; teniendo un régimen de lluvias en verano que se presentan en forma torrencial e irregular durante los meses de junio a septiembre y generalmente varían entre 250 y 350 mm. Anuales.

Se estima que el 68% de la cantidad de agua dulce disponible es utilizada por la agricultura y debido al rápido crecimiento de nuestras poblaciones también se incrementa la demanda de alimentos cada día más, por lo que siempre se ha tratado de optimizar el agua en materia de riego.

Las presas de almacenamiento tiene la función del suministro de agua a una población, ya sea para uso doméstico, generación de energía o para el riego de cultivos. Independientemente de cual sea el uso que se le da a una presa de almacenamiento, su función principal es mantener el depósito lleno para asegurar la disponibilidad del recurso en tiempos de sequía.

Las obras hidráulicas agrícolas incrementan el avance de la agricultura del mundo, principalmente en las regiones donde las lluvias son escasas o donde caen fuera del tiempo en que más se les necesita, en estos lugares es indiscutible la construcción de una obra de almacenamiento. Las obras de almacenamiento cuyo

fin es el de conservar el agua principalmente en épocas en que esta deja de presentarse en forma de lluvia, benefician a la humanidad resolviendo el problema de la sobrepoblación.

La presa derivadora de mampostería se va aprovechar el escurrimiento superficial de las lluvias y el cauce del arroyo. El sistema no es muy barato pero presenta una alternativa muy importante para la solución de problemas ya que será de uso múltiple al almacenar el agua de riego, abastecer el agua en los cultivos en tiempos de sequía. La zona se encuentra en una zona marginada, por lo que con esta obra los habitantes serían beneficiados ya que incrementarían su productividad.

El almacenamiento de agua para el ejido Jalpa, municipio de General Cepeda, Saltillo, Coahuila; donde dicha obra será indispensable para la productividad en los cultivos, de tal manera que las zonas áridas y semiáridas tienen épocas de sequía lograrán con esto el almacenamiento suficiente de agua.

### **Situación actual de la productividad de temporal**

Los habitantes de las zonas áridas y semiáridas, tiene como actividad el dedicarse a la agricultura. En estas zonas la falta de agua es un factor limitante. Actualmente los productores en la agricultura tiene los rendimientos muy bajos pues su agricultura es muy deficiente en lo que se refiere al aprovechamiento del escurrimiento superficial por lo cual se hace necesario aplicar nuevas tecnologías para aprovechar mejor las escasas y erráticas precipitaciones motivo por el cual se propone la aplicación de una presa derivadora de mampostería.

Palabras clave: Presa, derivación, áreas a irrigar, vertedor, precipitación, perfil.

## JUSTIFICACIÓN

El estudio tiene como meta el desarrollo integral de las zonas áridas porque poseen un gran potencial, en sus suelos y en su gente, para integrar una sociedad más armónica y más justa. La extensión y la distribución de las zonas áridas de México y la diversidad de recursos que ahí se localizan, han hecho que se desarrolle una compleja estructura productiva, de gran importancia por su magnitud y peso en la economía nacional. El grado de desarrollo alcanzado por la mayor parte de las entidades federativas localizadas en el territorio árido sitúa a esta en una posición de ventaja frente a muchas de las que se ubican en regiones con condiciones más favorables. Los niveles de educación, salud e ingresos más altos en el país corresponden a estados de las zonas desérticas y semidesérticas.

Desde el punto de vista agropecuario las zonas desérticas y semidesérticas del país presentan una gran cantidad de problemas, debido a las bajas y erráticas precipitaciones, la alta evaporación y sus temperaturas extremas, lo que obliga a la población rural a realizar enormes esfuerzos a cambio de mínimas remuneraciones con su limitada infraestructura y uso de los recursos naturales. La promoción del desarrollo en las áreas rurales de las zonas áridas deberá realizarse, considerando siempre que éstas se hagan con una estrategia que forme parte del progreso de los agricultores.

Las obras hidráulicas tienen como fin solventar las necesidades de la producción agropecuaria, mejorando las condiciones socioeconómicas de las comunidades en el campo.

Con la aplicación de la presa derivadora de mampostería a las zonas áridas y semiáridas a futuro se reducirán los índices de siniestralidad por sequía. Contribuirá al incremento de la productividad y la producción de alimentos básicos y fortalecerá la relación estado-productores, así como también fomentará las bases para la autonomía- económica y crecimiento sostenido de los productores.

## **OBJETIVO GENERAL**

Es lograr, que a través de la construcción de presas, se aprovechen los pequeños manantiales y se puedan revertir los fracasos de los productores de las zonas áridas y semiáridas, donde se tiene una agricultura de subsistencia y se pretende transformarla a una agricultura de riego aprovechando los pequeños manantiales, que actualmente y por décadas, no se han aprovechados. Además, asegurar la cosecha de maíz y sorgo escobero, abriendo la posibilidad de producir forraje para su ganado.

## **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- a) Almacenamiento y derivación de agua de lluvia.
- b) Capacidad de almacenamiento del Vaso de la Presa.
- c) Calculo del perfil del vertedor tipo Creager.
- d) Posible cultivo a sembrar.
- e) Posible área a irrigar.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### PRECIPITACIÓN.

Comisión Federal de Electricidad (1981 a), Manual de Diseño de Obras Civiles Número A.1.2, dice que se denomina precipitación al agua que llega a la superficie terrestre proveniente de la atmósfera. La precipitación es un componente fundamental del ciclo hidrológico. La precipitación puede ser convectiva, ciclónica u orográfica.

***Precipitación ciclónica***, es la que está asociada al paso de una perturbación ciclónica.

***Precipitación convectiva***, tiene su origen en la inestabilidad de una masa de aire más caliente que las circundantes. La masa de aire caliente asciende, se enfría, se condensa y se forma la nubosidad, origen de las precipitaciones en forma de chubascos o tormentas. El ascenso de la masa de aire se debe, generalmente, a un mayor calentamiento en superficie.

***Precipitación orográfica***, es aquella que tiene su origen en el ascenso de una masa de aire, forzado por una barrera montañosa. A veces, en caso de una masa de aire inestable, el efecto orográfico no supone más que el mecanismo de disparo de la inestabilidad convectiva.

Se entiende por precipitación la caída de partículas líquidas o sólidas de agua. La precipitación es la fase del ciclo hidrológico que da origen a todas las corrientes superficiales y profundas.

#### **Precipitación en zonas áridas y semiáridas.**

La zona árida se caracteriza por tener una precipitación anual menor a los 400 mm. Y una época de secas de 8 a 12 meses, y la semiárida por tener una precipitación anual entre 400 a 700 mm. Con 6 a 8 meses seca.

## **Escurrimientos**

García (1985), indica que la cantidad de agua que cae sobre una cuenca, una parte se evapora, otra se infiltra y una tercera escurre por las laderas. La primera debe considerarse como pérdida, pero la segunda y la tercera van a parar a los ríos, constituyendo su caudal, pero influyendo en el de distinta manera: las aguas que escuren por la superficie y que rápidamente se reúnen en las vaguadas dan origen a las riadas, mientras que las de infiltración tienden a mantener la constancia del caudal.

Comisión Federal de Electricidad (1981 b), Manual de Diseño de Obras Civiles Número A.1.3, menciona que cuando la lluvia es de tal magnitud que exceda la capacidad de infiltración o retención del terreno y la vegetación, el excedente da origen al proceso de escurrimiento.

## **CLASIFICACIÓN DE TIPO DE PRESAS**

### **Generalidades.**

Las presas se pueden clasificar en un número de categorías diferentes, que dependen del objeto de estudio, es conveniente considerar tres amplias clasificaciones de acuerdo con: el uso, el funcionamiento hidráulico, o los materiales que forman la estructura (Arthur, 1976).

### **Clasificación según su uso (Arthur, 1976).**

Las presas se pueden clasificar de acuerdo con la función más general que van a desempeñar, como de almacenamiento, de derivación, o regulación. Se pueden precisar más las clasificaciones cuando se consideran sus funciones específicas.

**Presas de almacenamiento,** se construyen para embalsar el agua en los periodos en que sobra, para utilizarla cuando escasea. Estos periodos pueden ser estacionarios, anuales, o más largos. Muchas presas pequeñas almacenan los escurrimientos de primavera para usarse en la estación seca de verano. Las presas de almacenamiento se pueden a su vez clasificar de acuerdo con el objeto del almacenamiento, como para abastecimientos de agua, para la generación de energía hidroeléctrica, irrigación, etc. El objeto específico u objetos en los que se va a utilizar el almacenamiento tienen a menudo influencia en el proyecto de la estructura, y pueden determinar conceptos como el de la magnitud de las fluctuaciones del nivel que pueden esperarse en el vaso y el del volumen de filtraciones que pueden permitirse.

**Presas de derivación,** se construyen ordinariamente para proporcionar la carga necesaria para derivar el agua hacia zanjas, canales, u otros sistemas de conducción hasta el lugar en el que se va a usar. Se utilizan los sistemas de riego, para la derivación de una corriente natural hacia un vaso de almacenamiento que se localiza fuera del cauce natural de la corriente, para usos municipales e industriales o para una combinación de los mismos.

**Presas reguladoras,** se construyen para recargar el escurrimiento de las avenidas y disminuir el efecto de las ocasionales. Las presas reguladoras se dividen en dos tipos. En uno de ellos, el agua se almacena temporalmente, y se deja salir por una obra de toma con un gasto que no exceda de la capacidad del cauce de aguas abajo. En el otro tipo, el agua se almacena tanto tiempo como sea posible y se deja infiltrar en las laderas del valle o por los estratos de grava de la cimentación. A este tipo se le llama algunas veces de distribución o dique, porque su principal objeto es recargar los acuíferos. Las presas reguladoras también se construyen para detener los sedimentos. A menudo a éstas se le llaman para arrastres.

### **Clasificación según su funcionamiento hidráulico (Arthur, 1976).**

Las presas se pueden clasificar también como presas vertedoras o no vertedoras.

**Presas vertedoras**, se proyectan para descargar sobre su cresta vertedora. Deben estar hechas de materiales que no se erosionen con tales descargas. Es necesario emplear concreto, mampostería, acero y madera, excepto en las estructuras vertedoras muy bajas de unos cuantos pies de altura.

**Presas no vertedoras**, son las que se proyectan para que no rebase el agua por su crestas vertedoras. Este tipo de proyectos permite ampliar la elección de materiales incluyendo las presas de tierra y las de enrocamiento.

Con frecuencia se combinan los dos tipos, para formar una estructura compuesta, que consiste, por ejemplo, una parte vertedora de concreto de gravedad con extremos formados por terraplenes.

### **Clasificación según los materiales (Arthur, 1976).**

La clasificación más común que se usa en la discusión de los procedimientos de construcción se basa en los materiales que forman la estructura. En esta clasificación se menciona el tipo básico de proyecto como, por ejemplo, presa de concreto de gravedad, o de concreto del tipo de arco.

**Presas de tierra**, las de tierra constituyen el tipo de presas más común, principalmente porque en su construcción intervienen materiales en su estado natural que requieren el mínimo de tratamiento. Además, los requisitos para sus cimentaciones son menos exigentes que para los otros tipos. Es probable que las presas de tierra continúen prevaleciendo sobre los demás tipos para fines de almacenamiento parcialmente, debido a que el número de emplazamientos favorables para las estructuras de concreto está disminuyendo como resultado de los numerosos sistemas de almacenamiento de agua que se han emprendido,

especialmente en las regiones áridas y semiáridas en las que la conservación del agua para riego es una necesidad fundamental.

**Presas de enrocamiento**, en las presas de enrocamiento se utiliza roca de todos los tamaños para dar estabilidad a una membrana impermeable. La membrana puede ser una capa de material impermeable del lado del talud mojado, una losa de concreto, un recubrimiento de concreto asfáltico, placas de acero, o cualquier otro dispositivo semejante; o puede ser un núcleo interior delgado de tierra impermeable.

El tipo de enrocamiento se adapta a los emplazamientos remotos, donde abunda la roca buena, donde no se encuentra tierra buena para una presa de tierra, y donde la construcción de una presa de concreto resultaría muy costosa.

**Presas de concreto, del tipo de gravedad**, Son estructuras de tales dimensiones que por su propio peso resisten las fuerzas que actúan sobre ellas. Las presas de gravedad, de concreto se adaptan a los lugares en los que se dispone de una cimentación de roca razonablemente sana, aunque las estructuras bajas se pueden establecer sobre estratos aluviales si se construyen los dados adecuados. Se adaptan bien para usarse como cresta vertedora y, debido a esta ventaja, a menudo se usan formando la parte vertedora de las presas de tierra y de enrocamiento o de una presa derivadora.

**Presas de concreto tipo de arco**, las presas de concreto del tipo de concreto de arco se adaptan a los lugares en los que la relación de la distancia entre los arranques del arco a la altura no es grande y donde la cimentación en estos mismos arranques es roca sólida capaz de resistir el empuje del arco.

**Presas de concreto del tipo de contrafuertes**, las presas del tipo de contrafuertes comprenden las de losa y las de arco. Requieren aproximadamente el 60 % menos de concreto que las presas macizas de gravedad pero los aumentos debido a los moldes y al esfuerzo de acero necesario, generalmente contrarrestan las economías de concreto. Se construyeron varias presas de contrafuerte en la década de los 30' s, cuando la relación del costo de la mano de obra al costo de los

materiales era comparativamente baja. Este tipo de construcción no se puede competir generalmente con los otros tipos de presas cuando la mano de obra es cara.

**Otros tipos de presa,** se han construido presas de otros tipos aparte de los mencionados, pero la mayor parte de los casos satisfacen los requisitos poco usuales o son de naturaleza experimental. En pocos casos, se ha usado acero estructural para la pantalla de aguas arriba y en armaduras de soporte en las presas. Antes de 1920, se construyeron numerosas presas de madera, especialmente en el noreste. La cantidad de mano de obra necesaria en la construcción de las presas de madera, combinada con la corta vida de la estructura, hace que este tipo sea antieconómico en la construcción moderna.

## **FACTORES FÍSICOS QUE GOBIERNAN LA SELECCIÓN DE LA PRESA.**

### **TOPOGRAFÍA.**

La topografía, en gran parte, dicta la primera elección del tipo de presa. Una corriente angosta corriendo entre desfiladeros de roca sugiere una presa vertedora. Las llanuras bajas, onduladas, con la misma propiedad, sugieren una presa de tierra con vertedor de demasías separado. Cuando las condiciones son intermedias, otras consideraciones toman mayor importancia, pero el principio general de la conformidad con las condiciones naturales sigue siendo la guía principal.

La localización del vertedor es un factor importante que dependerá en gran parte de la topografía local y que, a su vez, tendrá una gran importancia en la selección final del tipo de presa (Arthur, 1976).

## **LAS CONDICIONES GEOLÓGICAS Y LA CIMENTACIÓN (Arthur, 1976).**

Las condiciones de la cimentación dependen de las características geológicas y del espesor de los estratos que van a soportar el peso de la presa; de su inclinación, permeabilidad, y la relación con los estratos subyacentes, fallas y fisuras. La cimentación limitara la elección del tipo de presa en cierta medida, aunque estas limitaciones se modifican con frecuencia al considerar la altura de la presa propuesta. Se discuten en seguida las diferentes cimentaciones comúnmente encontradas.

***Cimentación de roca sólida***, debido a su relativamente alta resistencia a las cargas, y resistencias a la erosión y filtración, presenta pocas restricciones por lo que al tipo de presas que puede construirse encima de ellas. El factor decisivo será la economía que se pueda obtener en los materiales o en el costo total. Con frecuencia será necesario remover la roca desintegrada y tapar grietas y facturas con inyección de cemento.

***Cimentación de grava***, si está bien compactada, es buena para construir presas de tierra, de enrocamiento, y presas bajas de concreto. Como las cimentaciones de grava son con frecuencia muy permeables, deben tomarse precauciones especiales construyendo dados efectivos o impermeabilizantes.

***Cimentación de limo o de arena fina***, se pueden utilizar para apoyar presas de gravedad de poca altura si están bien proyectadas, pero no sirve para las presas de enrocamiento. Los principales problemas son los asentamientos, evitar las tubificaciones, y las pérdidas excesivas por filtración, y la protección de la cimentación en el pie del talud sexo, contra la erosión.

***Cimentación de arcilla***, se pueden usar para apoyar las presas, pero requieren un tratamiento especial. Como pueden producirse grandes asentamientos de la presa si la arcilla no está consolidada y su humedad es elevada, las cimentaciones de arcilla, generalmente no son buenas para la construcción de presas de escolleras. Generalmente es necesario efectuar pruebas del material en

su estado natural para determinar las características de consolidación del material y su capacidad para soportar la carga que va a sostener.

**Cimentaciones irregulares,** ocasionalmente pueden ocurrir situaciones donde no será posible encontrar cimentaciones razonablemente uniformes que correspondan a alguna de las clasificaciones anteriores y que obligara a construir sobre una cimentación irregular formada de roca y materiales blandos. Estas condiciones desfavorables pueden a menudo resolverse empleando detalles especiales en los proyectos. Cada lugar, sin embargo presenta un problema que deben tratar ingenieros experimentados.

## **OBRAS DE EXCEDENCIA PARA PRESAS.**

### **Definición.**

El Colegio de Posgraduados de Chapingo (1980), define la obra de excedencia como una estructura que tiene por objeto proteger al sistema de almacenamiento permitiendo el paso encauzado de los volúmenes de agua excedentes a la capacidad normal del vaso de almacenamiento y su descarga en el arroyo, aguas abajo del bordo.

### **Clasificación.**

Existen diferentes tipos de obras de excedencias que se seleccionan tomando en cuenta principalmente la topografía del lugar, el gasto por desalojar, su costo y las condiciones de cimentación. En general para el caso de pequeñas obras, se utilizan las estructuras conocidas como: lavaderos y vertedores.

**Los lavaderos,** son estructuras que constan de un canal de acceso, una sección de control o cresta vertedora y un canal de descarga. Su característica principal es que la cresta tiene la misma elevación que la cota de arranque de la rasante de la plantilla del canal de descarga. Las condiciones ideales para su selección son en laderas que tienen una pendiente suave en el sitio donde van a quedar alojados los canales de acceso y descarga.

**Vertedor tipo Creager**, este tipo de obra de excedencia es una estructura que consta de un canal de acceso, sección de control, tanque amortiguador o dissipador de energía y canal de descarga. Se caracteriza por que su sección de control está formada por un cimacio que adopta la forma del flujo del agua y se conoce como perfil Creager. Las condiciones para su selección son las que existen en aquellas laderas que presentan una pendiente fuerte y que el material es duro para la excavación, por lo que se requiere un vertedor de longitud corta, que pueda compensar esa longitud con un aumento de carga y logre desfogar la avenida de diseño.

## **PRESAS DE ALMACENAMIENTO**

Mora (1993), menciona que a partir de las estadísticas, sean de operación o de proyecto, es muy importante tener una clara apreciación de la capacidad de la presa en relación con los escurrimientos del río: si es menor, los frecuentes derrames del vertedor de excedencias los harán evidentes en la estadística; si es mayor, la presa raramente alcanzará su capacidad de almacenamiento.

Además no debe de ignorarse que el comportamiento meteorológico es variable y que las avenidas de los ríos, producto de la captación y del escurrimiento de agua meteórica de su cuenca, suelen tener para distinta magnitud ciclos de retorno mucho mayores que el tiempo de registro estadístico.

Por lo que siempre podrá presentarse una avenida fuerte de serie, para la que no fue calculada la presa, sin que esto signifique falla para el proyecto. No así el vertedor, que tiene o debe tener una base de cálculo para su capacidad mucho más conservadora. Lo importante para la operación, es aproximarse lo más posible a la predicción del volumen anual que captara la presa.

## **Definición de términos de la presa de almacenamiento.**

**Cortina:** estructura que tiene por objeto crear un almacenamiento de agua; **boquilla o sitio:** lugar escogido para construir la cortina; **sección de la cortina:** en general, es cualquier corte transversal de la presa; **altura de la cortina:** es la distancia vertical máxima entre la corona y la cimentación; **corona o cresta:** es la superficie superior de la cortina, normalmente, es parte de la protección de la presa contra oleaje y sismos, y sirve de acceso a otras estructuras; **talud:** es cualquier plano que constituye una frontera entre los materiales de la cortina o con el medio circundante. **El corazón impermeabilizante:** es el elemento de la presa que sierra el valle al paso del agua contenida en el embalse o vaso; **respaldos impermeables:** son las masas granulares que integran, con el corazón impermeable, la sección de la cortina, puede estar formada por filtros, transiciones y enrocamiento; **NAME;** abreviación del nivel de aguas, máximo extraordinario; es la elevación del agua en el vaso cuando la presa está llena y además funciona el vertedor a su máxima capacidad. La diferencia entre la elevación de la corona y el NAME es el bordo libre (Marsal y Reséndiz, 1983).

## **Fuerzas que obran sobre la presa.**

United States Department of the Interior Bureau of Reclamation (1978), manifiesta que para el proyecto de las presas de gravedad, es necesario determinar las fuerzas que se pueden suponer que afectan la estabilidad de las estructuras. Las que deben de considerarse para las presas de gravedad son las debidas a: la presión del agua, (o subpresión), la presión del azolve, la presión del hielo, las fuerzas producidas por los terremotos, el peso de la estructura y la reacción resultante de la cimentación. Otras fuerzas, entre las que se incluyen los vientos y las olas, son insignificantes para las presas pequeñas y no es necesario considerarlas en los análisis de estabilidad.

### **Requisitos de estabilidad de la presa.**

United States Department of the Interior Bureau of Reclamation (1978), menciona que las presas de concreto de gravedad deben proyectarse para que resistan, con un amplio factor de seguridad, estas tres causas de destrucción: el vuelco, el deslizamiento y esfuerzos excesivos.

El cálculo de la estabilidad se hace comparando las fuerzas que tienen al producir el deslizamiento de una cierta masa de tierra (fuerzas desestabilizadoras) con aquellas que tienden a contrarrestar el movimiento (fuerzas resistentes) (Lambe y Whitman, 1984).

### **Vaso de la presa.**

Comisión Federal de Electricidad (1980c), Manual de Diseños de Obras Civiles Número A.1.9, menciona que un vaso de almacenamiento cumple una función de regulación, esto es, permite almacenar los volúmenes que escurren en exceso para que puedan aprovecharse cuando los escurrimientos sean escasos.

### **Obra de toma de la presa.**

Comisión Federal de Electricidad (1983), Manual de Diseños de Obras Civiles Número A.2.2, señala que la función principal de una obra de toma es permitir y controlar las extracciones del agua de una presa o un río, en la cantidad y momento que se requiera. Los elementos indispensables de una obra de toma deben diseñarse de tal manera que cumplan los propósitos siguientes:

- a) Regular y conducir el gasto necesario.
- b) Asegurar, con pequeñas pérdidas de energía, el gasto en la conducción.
- c) Evitar la entrada de basuras, escombros y otros materiales flotantes.
- d) Prevenir, o al menos reducir, el azolvamiento de la conducción.

El Colegio de Posgraduados de Chapingo (1980), define la obra de toma de un bordo de almacenamiento como una estructura que tiene como función, regular las extracciones que se hagan de él para satisfacer las demandas de agua, en el tiempo oportuno y en cantidad necesario para riego, abrevadero y uso doméstico.

### **Consideraciones necesarias.**

Las obras de toma se deben planear de manera que las extracciones se puedan hacer con un mínimo de disturbios de flujo, así como de pérdidas de carga a través de compuertas, rejillas y transiciones.

### **Clasificación.**

El Colegio de Posgraduados de Chapingo (1980), las clasifica como: obras de toma con válvulas a la salida y obras de toma con muros de cabeza de mampostería y compuertas deslizantes. La elección del tipo de obra a escoger estará determinada por la cantidad de agua que se maneje y el aspecto económico de la obra.

### **Vertedor de demasías.**

United States Department of the Interior Bureau of Reclamation (1978), la función de los vertedores de demasías en las presas de almacenamiento y en las reguladoras es dejar pasar el agua excedente o de avenidas que no cabe en el espacio destinado para el almacenamiento y en las presas derivadoras dejar pasar los excedentes que no se envían al sistema de derivación. La importancia que tiene un vertedor seguro no se puede exagerar, muchas de las fallas de las presas se ha debido a vertedores mal proyectados o de capacidad insuficiente. Además de tener suficiente capacidad, el vertedor debe ser hidráulico y estructuralmente adecuado, y debe estar localizado de manera que las descargas del vertedor no erosionen ni socaven el talón de aguas debajo de la presa. Las superficies que forman el canal de descarga del vertedor deben ser resistentes a las velocidades erosivas creadas por la caída desde la superficie del vaso a la de descarga y generalmente es necesario algún medio para disipación de la energía al pie de la caída.

## **Estudio de Avenidas**

La avenida es el producto del escurrimiento por la lluvia, el control de avenidas es la prevención de daños por desbordamientos o derrames de las corrientes naturales, las medidas comúnmente aceptadas para reducir los daños de las avenidas son: reducción del escurrimiento máximo con vasos de almacenamiento y encauzamiento del escurrimiento dentro de la sección de un cauce previamente determinado por medio de bordos, muros de encauzamiento, o un conducto cerrado.

La función de un vaso para control de avenidas, es almacenar una porción del escurrimiento de la avenida, de tal manera que se reduzca el máximo de la avenida en el punto por protegerse. En un caso ideal el vaso está situado inmediatamente aguas arriba del área protegida y se opera para “cortar” el pico o máximo de avenida (Linsley y Franzini, 1975).

Comisión Federal de Electricidad (1980d), Manual de Diseño de Obras Civiles Número A.1.10, recomienda que para diseñar una obra de excedencias se necesita determinar las avenidas con las que supuestamente va a trabajar, ya sea las que se presentan únicamente en condiciones extraordinarias, o las que frecuentemente se tendrán que manejar.

Secretaría de Recursos Hidráulicos (1973), la determinación de la máxima avenida probable se basa en la consideración racional de las probabilidades de la ocurrencia simultánea de los diferentes elementos o condiciones, que contribuyen a la formación de la avenida. Uno de los factores más importantes, es la determinación del escurrimiento que pueda resultar de la ocurrencia de una tormenta máxima probable, basada en factores meteorológicos.

Comisión Federal de Electricidad (1980), Manual de Diseño de Obras Civiles Número A.2.9, cita que el escurrimiento se origina cuando la lluvia es de tal magnitud que excede la capacidad de infiltración o retención del terreno y vegetación, el excedente da origen al proceso de escurrimiento y se desplaza por efecto de gravedad hacia las partes más bajas de la cuenca, reconociendo arroyos más cercanos. También cita que las estimaciones del gasto por medio del método de

secciones y pendientes es un problema hidráulico distinto para cada avenida, pero puede utilizarse para tomarse un parámetro y situar la magnitud de las avenidas, basándose en las huellas máximas dejadas por la corriente y a la topografía de la sección transversal, esto utilizando la fórmula de Manning bajo ciertas recomendaciones.

Secretaria de los Recursos Hidráulicos (1975), menciona que un gran porcentaje de fracaso en las obras hidráulica se deben a la subestación de la avenida máxima de la corriente que es posible esperar, y por lo tanto a la deficiente capacidad de la obra de excedencia para dar paso a la dicha avenida.

## MÉTODOS PARA CALCULAR EL GASTO DE LA AVENIDA MÁXIMA PROBABLE.

### Método directo:

#### Método de secciones y pendientes:

La Secretaria de los Recursos Hidráulicos, (1975); dice que la determinación del gasto de una avenida utilizando el método de sección y pendiente es de utilidad para fijar el gasto de diseño para la obra de excedencias y servirá de comparación con el gasto determinado con las curvas envolventes.

### Método indirecto:

**Curva envolvente:** Creager obtuvo datos sobre avenías máximas registradas en diferentes cuencas del mundo y se formó una gráfica de envolventes mundiales en las que se relaciona el área de cada cuenca (A), con el gasto por unidad de área (q), trazó una envolvente cuya ecuación resultó:

$$q = 1.303 (C (0.386 A)^i) A^{-1}$$

Dónde:

$$; = 0.936 / (A)^{0.048}$$

A= área de la cuenca, en km<sup>2</sup>

q = gasto máximo por unidad de área de la cuenca, en m<sup>3</sup> /seg./km<sup>2</sup>

**Fórmula racional:** Es de las más antiguas (1889) y probablemente todavía una de las más utilizadas, considera que el gasto máximo se alcanza cuando la precipitación se mantiene con una intensidad constante durante un tiempo igual al tiempo de concentración. La fórmula racional es:

$$Q_p = 0.278 C i A$$

Dónde:

$Q_p$  = gasto máximo o de pico, en  $m^3 / \text{seg.}$

$C$  = coeficiente de escurrimiento

$i$  = intensidad media de lluvia para una duración igual al tiempo de concentración de la cuenca,  $\text{mm} / \text{h}$

$A$  = área de la cuenca, en  $\text{km}^2$

Para estimar el tiempo de concentración se utiliza la fórmula de Kirpich.

$$t_c = (0.86 L^3 / H)^{0.325}$$

Dónde:

$t_c$  = tiempo de concentración, en hrs.

$L$  = longitud del cauce principal, en  $\text{km}^2$

$H$  = desnivel entre los extremos del cauce principal, en m

## **Descripción botánica y proceso de producción del ajo**

### **Descripción**

*Allium sativum*, el ajo, es una hortaliza cuyo bulbo se emplea comúnmente en la cocina mediterránea. Tiene un sabor fuerte (especialmente estando crudo) y ligeramente picante. Tradicionalmente se agrupaba dentro de la familia de las liliáceas pero actualmente se lo ubica dentro de la subfamilia de las alióideas de las amarilidáceas.

Es una planta perenne de la familia de la cebolla. Las hojas son planas y delgadas, de hasta 30 cm de longitud. Las raíces alcanzan fácilmente profundidades de 50 cm o más. El bulbo, de piel blanca, forma una cabeza dividida en gajos que comúnmente son llamados dientes. Cada cabeza puede contener de 6 a 12 dientes, cada uno de los cuales se encuentra envuelto en una delgada película de color blanco o rojizo. Cada uno de los dientes puede dar origen a una nueva planta de ajo, ya que poseen en su base una yema terminal que es capaz de germinar incluso sin necesidad de plantarse previamente. Este brote comienza a aparecer luego de los tres meses de cosechado, dependiendo de la variedad y condiciones de conservación. Las flores son blancas, y en algunas especies el tallo también produce pequeños bulbos o hijuelos. Un par de semanas antes de que el ajo esté dispuesto para ser cosechado, brota un vástago redondo que tiende a enroscarse que le llaman porrino; este porrino es una delicia gastronómica.

Una característica particular del bulbo es el fuerte olor que emana al ser cortado.

### **a) Descripción botánica**

**Familia:** Liliaceae, subfam. Allioideae.

**Nombre científico:** *Allium sativum* L.

**Sistema radicular:** raíz bulbosa, compuesta de 6 a 12 bulbillos (“dientes de ajo”), reunidos en su base por medio de una película delgada, formando lo que se conoce

como “cabeza de ajos”. Cada bulbillo se encuentra envuelto por una túnica blanca, a veces algo rojizo, membranoso, transparente y muy delgado, semejante a las que cubren todo el bulbo. De la parte superior del bulbo nacen las partes fibrosas, que se introducen en la tierra para alimentar y anclar la planta.

**Tallos.** Son fuertes, de crecimiento determinado cuando se trata de tallos rastreros que dan a la planta un porte abierto, o de crecimiento indeterminado cuando son erguidos y erectos, pudiendo alcanzar hasta 2-3 metros de altura. Dependiendo del marco de plantación, se suelen dejar de 2 a 4 tallos por planta. Los tallos secundarios brotan de las axilas de las hojas.

**Hoja.** Radicales, largas, alternas, comprimidas y sin nervios aparentes.

**Tallo.** Asoma por el centro de las hojas. Es hueco, muy rollizo y lampiño y crece desde 40 cm a más de 55, terminando por las flores.

**Flores.** Se encuentran contenidas en una espata membranosa que se abre longitudinalmente en el momento de la floración y permanece marchita debajo de las flores. Se agrupan en umbelas. Cada flor presenta 6 pétalos blancos, 6 estambres y un pistilo.

## **b) Clasificación taxonómica**

Tabla. La clasificación taxonómica de acuerdo C. R. García Alonso (1998) es la siguiente.

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Orden: Asparagales

Familia: Alliaceae

Género: Allium

Especie: A. sativum

## **Requerimiento Edafoclimaticos**

No es una planta muy exigente en clima, aunque adquiere un sabor más picante en climas fríos.

**Clima.** El cero vegetativo del ajo corresponde a 0°C. A partir de esta temperatura se inicia el desarrollo vegetativo de la planta. Hasta que la planta tiene 2-3 hojas soporta bien las bajas temperaturas. Para conseguir un desarrollo vegetativo vigoroso es necesario que las temperaturas nocturnas permanezcan por debajo de 16°C.

En pleno desarrollo vegetativo tolera altas temperaturas (por encima de 40°C) siempre que tenga suficiente humedad en el suelo.

**Suelos.** Deben tener un buen drenaje. Una humedad en el suelo un poco por debajo de la capacidad de campo es óptima para el desarrollo del cultivo.

El ajo se adapta muy bien a la mayoría de suelos donde se cultivan cereales. Prefiere los suelos francos o algo arcillosos, con contenidos moderados de cal, ricos en potasa.

## **Proceso de producción**

El proceso de producción se inicia con la preparación del terreno para captar la humedad y facilitar la siembra concluye con la cosecha. En terrenos vírgenes, la preparación del terreno incluye operaciones preliminares de labranza tales como desmonte, quema y destronque, aunque las actividades que normalmente se realizan son:

### **Preparación del terreno**

Las labores deben comenzar unos seis meses antes de la plantación y consistirán en una labor de arado profunda (30-35 cm) seguida de 2 ó 3 rastreadas cruzadas. Con esta primera labor se enterrarán los abonos orgánicos.

## **Plantación de bulbillos**

Se suele realizar en octubre o noviembre, aunque a veces se realizan plantaciones tardías a finales de diciembre y principio de enero. Se lleva a cabo en platabandas o en caballones.

Platabandas. Este método es apropiado para grandes cultivos y para aquellas zonas donde existan dificultades para practicar riegos (zonas de secano). Se realizan con una anchura de 2-3 m y una separación de 0,7-1 m. La plantación se lleva a cabo en hoyos abiertos, dejando 30 cm entre líneas y 20-25 cm entre plantas de una misma línea.

Caballones. Es el sistema más empleado y el más adecuado para cultivar ajos en lugares con problemas de suministro de agua. Los camellones pueden construirse con arados de vertedera alta o con azadones. El ancho de los surcos será de 50 cm y los bulbillos se plantarán a 20 cm entre sí y a 20-25 cm entre líneas. La profundidad a la que se planten dependerá del tamaño del bulbillito, aunque suele ser de 2-3 cm ó 4 a lo sumo.

También puede cultivarse en arrietes, bordeando los cuadros de cultivos hortícolas, colocados en filas distanciados a 12 cm.

## **Escardas**

Es de suma importancia mantener el cultivo limpio de malas hierbas, mediante las escardas oportunas.

## **Abonado**

Como término medio, para obtener 1.00 kg de planta las necesidades de nitrógeno, ácido fosfórico y potasa son de 2,33 %, 1,42 % y 2,50 %, respectivamente, aunque teniendo en cuenta la fertilidad del suelo pueden disminuirse las proporciones anotadas. Los abonos orgánicos maduros deben ser incorporados uniformemente en el terreno algún tiempo antes de la siembra. Los nitrogenados

nítricos se distribuyen en 1-2 veces durante el ciclo vegetativo. El abono fosfórico favorece la conservabilidad del producto.

## **Riegos**

El riego no es necesario y en la mayoría de los casos puede considerarse perjudicial, salvo en inviernos y primaveras muy secas y terrenos muy sueltos.

## **Recolección**

En las plantaciones de otoño son necesarios 8 meses para llegar a la cosecha y 4 meses o 4 meses y medio en las plantaciones de primavera. El momento justo para la cosecha corresponde a la completa desecación de las hojas, realizando el arranque de las cabezas con buen tiempo. En terrenos sueltos los bulbos se desenterrarán tirando de las hojas, mientras que en terrenos compactos es conveniente usar palas de punta o legones. Las plantas arrancadas se dejarán en el terreno durante 4-5 días (siempre que el clima lo permita) y posteriormente se trasladan en carretillas a los almacenes de clasificación y enristrado. A medida que se vayan recogiendo los bulbos se deberán limpiar de la tierra que tengan adherida.

## **Enristrado**

Una vez secos y limpios de tierra, se arrancan las hojas más exteriores, y con auxilio de las hojas restantes se trenzan las cabezas en cadena para facilitar su suspensión en un local seco y ventilado, donde acabarán por perder la humedad que aún pudieran alojar.

## **Obtención de bulbillos para la siembra**

Después de la recolección y durante el período de selección, se irán apartando los bulbos mejor conformados, sanos y aquéllos que respondan totalmente a las características de la variedad cultivada. A continuación se enristrarán y las ristras se colocarán bajo techo, en lugar bien seco y ventilado. Para sembrar una hectárea se necesitan alrededor de 700 kg de bulbillos.

## **PLAGAS Y ENFERMEDADES DEL AJO**

### **Plagas**

#### **1.- Mosca de la cebolla (*Phorbia antiqua* Meig)**

Cultivos a los que ataca

Ajo, cebolla, puerro.

#### **Descripción de las larvas**

6-8 mm. Color gris-amarillento y con 5 líneas oscuras sobre el tórax. Alas amarillentas. Patas y antenas negras. Avivan a los 20-25 días. Ponen unos 150 huevos.

#### **Ciclo biológico**

Inverna en el suelo en estado pupario. La primera generación se detecta a mediados de marzo o primeros de abril. La ovoposición comienza a los 15-20 días después de su aparición. Hacen sus puestas aisladas o en conjunto de unos 20 huevos cerca del cuello de la planta, en el suelo o bien en escamas. La coloración de los huevos es blanca mate. El período de incubación es de 2 a 7 días. El número de generaciones es de 4 a 5 desde abril a octubre.

#### **Daños**

Ataca a las flores y órganos verdes. El ápice de la hoja palidece y después muere.

#### **2.- Tiña del ajo y de la cebolla (*Lita alliela*)**

Cultivos a los que ataca

Ajo y cebolla.

## **Descripción**

Las larvas presentan una longitud aproximada de 1 cm y color verde claro.

Los adultos son lepidópteros de color pardo, de aproximadamente 0,5 cm de longitud.

## **Ciclo biológico**

Los adultos hacen su aparición en primavera. La ovoposición la efectúan sobre las plantas atacadas que avivan según temperaturas a los 10-12 días.

## **Daños**

Abre galerías en bulbos y hojas. En principio suelen atacar a las hojas y después pasan a los bulbos. Las plantas atacadas amarillean y mueren.

### **3.- Polilla (*Laspeyresia nigricana* Steph)**

## **Descripción**

El insecto perfecto es una mariposa de 15 mm de envergadura. Sus alas anteriores son de color azul oliváceo más o menos oscuro y salpicadas de pequeñas escamas amarillo ocre; las alas posteriores son grisáceas. Las larvas son amarillas de cabeza parda, de 15 a 18 mm de largo.

## **Ciclo biológico**

Las hembras ponen los huevos en hojas a finales de mayo. Tan pronto avivan las larvas penetran en el interior. Aproximadamente tres semanas después al suelo, donde pasan el invierno y realizan la metamorfosis en la primavera siguiente.

## **Daños**

Causan daños al penetrar las orugas por el interior de las vainas de las hojas hasta el cogollo. Se para el desarrollo de las plantas, amarillean las hojas y puede terminar pudriéndose la planta.

## **Métodos de control**

Medios culturales. En las zonas donde este insecto tiene importancia económica, se recomienda sembrar pronto.

Lucha química. En zonas muy afectadas se repetirá el tratamiento a los 15 días. Sirven los tratamientos recomendados para gorgojo.

## **4.- Gorgojo del ajo (*Brachycerus algirus*)**

### **Descripción**

Mide de 4 a 5 mm de longitud, de color pardo negro, con pequeñas manchas blancas en los élitros.

### **Daños**

Las larvas de color blanco destruyen los bulbos.

## **Enfermedades**

### **1.- Mildiu (*Phytophthora infestans*)**

### **Importancia**

Es de consideración tanto al aire libre como en horticultura en invernadero. En la primera forma es más fácil de controlar que en invernadero. El desarrollo del hongo se ve favorecido por temperaturas comprendidas entre 11 °C y 30 °C, acompañadas de humedad ambiental elevada.

### **Daños**

Manchas en hojas, tallos y frutos (en el caso de plantas cultivadas para la obtención de frutos, como tomate, pimiento, etc.). Dichas manchas son de color pardo oscuro (necróticas) de forma irregular, pero por lo general redondeadas. Aparecen en el envés de la hoja. Si las condiciones ambientales le son favorables (humedad-temperatura), su desarrollo es vertiginoso, acabando en numerosas ocasiones con la planta.

## **Lucha química**

Es muy conveniente el empleo de funguicidas como medida preventiva o bien al comienzo de los primeros síntomas de la enfermedad. La frecuencia de los tratamientos debe ser en condiciones normales de 12-15 días. Si durante el intervalo que va de tratamiento a tratamiento lloviese, debe aplicarse otra pulverización inmediatamente después de la lluvia.

## **2.- Roya (Puccinia allii y porri)**

### **Cultivos a los que ataca**

Ajo., puerro, cebollino, etc. El más sensible de todos es el ajo.

### **Importancia**

Suele ser bastante sensible y por tanto en la mayoría de las ocasiones suele ser grave cuando se repite mucho el cultivo.

### **Daños**

Frecuentemente aparecen los primeros síntomas a principios de mayo. Origina manchas pardo-rojizas que después toman coloración violácea. Las hojas se secan prematuramente como consecuencia del ataque.

## **3.- Peronospora schaleideni**

### **Daños**

Vellosidad blanquecina en hoja, que amarillea y muere rápidamente.

## **4.-Podredumbre blanca interior “Boixat” (Sclerotium cepivorum)**

### **Cultivos a los que ataca**

Ajo, cebolla y puerros.

## **Importancia**

Cuando se observa su presencia es indispensable tomar medidas.

## **Ciclo biológico**

Permanece en el suelo largo tiempo (entre 3 y 8 años). La temperatura óptima para su desarrollo se encuentra entre los 18 °C y los 20 °C, aunque puede comenzar la reproducción a partir de los 2 °C. El desarrollo decrece al aumentar la temperatura sobre los 20 °C.

## **Daños**

Pueden producirse inmediatamente después del trasplante.

- Dificulta la germinación.
- Las hojas adquieren color amarillento que puede comenzar por la unión con el tallo.
- Podredumbre blanca interior de las plantas afectadas.
- Las plantas afectadas carecen casi por completo de raíces.
- Teniendo presente las condiciones para su desarrollo, los ataques más graves suelen presentarse al final del ciclo vegetativo.

## **Ajo en sistema de riego por goteo**

El ajo es un cultivo que se está tecnificando debido a su rentabilidad; la tecnología más implementada es el riego por goteo y la fertirrigación, logrando incrementos en producción y calidad.

Bajas eficiencias en el uso del agua de riego y los fertilizantes y una baja productividad del cultivo provocan la disminución de la rentabilidad del ajo, el cual es un cultivo de fuerte importancia económica y social por el número de jornales que ocupa.

Esta tecnología contribuye a identificar las dosis de fertilizantes N, P, K, Ca y Mg para el ajo en su ciclo de cultivo, las cuales dependen de las curvas de absorción de cada uno de estos nutrientes. Además, con el uso del riego por goteo y la fertirrigación se incrementa el rendimiento con menor uso de agua, y da como resultado un uso más eficiente del agua y los fertilizantes cuando esta es medida en términos de kilogramos de ajo por metro cúbico de agua aplicada.

**Cuadro 1.** Recomendaciones del ajo manual del inifap

<b>Recomendaciones de uso</b>	
<b>ambiente</b>	Riego
<b>Ciclo agrícola</b>	Otoño- Invierno
<b>Densidad de siembra</b>	400,000 plantas/ha. La siembra se realiza a seis hileras por cama, con una distancia de 8 cm entre plantas y 20 cm entre hileras.
<b>Fertilización</b>	180-80-200, más 60 unidades de calcio y 40 de magnesio. Aplicación del 20% como fertilización base antes de la siembra. El restante nitrógeno y potasio se aplican fraccionadamente en 24 aplicaciones semanales. Aplicar el fósforo en dos aplicaciones al principio del ciclo y el calcio y el magnesio en las últimas 16 aplicaciones al final del ciclo.
<b>Fecha de siembra</b>	15 de septiembre- 30 de octubre.
<b>Rendimientos del ajo</b>	25.0 ton/ha

**Posición en el mercado:**

Las eficiencias en el uso del agua con la tecnología de riego por goteo y la fertirrigación son del orden del 30 al 40%, lo cual permite ahorros de 20 millones de m<sup>3</sup> si se plantaran las 2200 hectáreas de ajo todos los años. Además se lograría aumentar la producción en más de 35,000 toneladas en el estado, de ajo de excelente calidad.

## **SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO**

El riego por goteo, igualmente conocido bajo el nombre de « riego gota a gota», es un método de irrigación utilizado en las zonas áridas pues permite la utilización óptima de agua y abonos.

El agua aplicada por este método de riego se infiltra hacia las raíces de las plantas irrigando directamente la zona de influencia de las raíces a través de un sistema de tuberías y emisores (goteros).

Esta técnica es la innovación más importante en agricultura desde la invención de los aspersores en los años 1930.

### **Definición:**

Un sistema de riego por goteo es aquel donde se aplica agua filtrada (y fertilizante) dentro o sobre el suelo directamente a cada planta en forma individual. En los arboles sembrados en huertas y otros cultivos ampliamente espaciados, esto se realiza utilizando líneas laterales que corren a lo largo de cada hilera del cultivo. Los “emisores” que son anexados a la línea lateral suministran las necesidades de agua a cada planta. En el caso de algunos cultivos de vegetales existen manguera de pared delgada los cuales tienen orificios pequeños perforados por un rayo láser, espaciados a intervalos regulares, a este tipo de emisores se les llama comúnmente “emisores de manguera”. *(Ignacio García Casillas y Gregorio Briones Sánchez).*

### **Ventajas**

El riego por goteo es un medio eficaz y pertinente de aportar agua a la planta, ya sea en cultivos en línea (mayoría de los cultivos hortícolas o bajo invernadero, viñedos) o en plantas (árboles) aisladas (vergeles). Este sistema de riego presenta diversas ventajas desde los puntos de vista agronómicos, técnicos y económicos, derivados de un uso más eficiente del agua y de la mano de obra. Además, permite utilizar caudales pequeños de agua.

- Una importante reducción de la evaporación del suelo, lo que trae una reducción significativa de las necesidades de agua. No se puede hablar de una reducción en lo que se refiere a la transpiración del cultivo, ya que la cantidad de agua transpirada (eficiencia de transpiración) es una característica fisiológica de la especie.
- La posibilidad de automatizar completamente el sistema de riego, con los consiguientes ahorros en mano de obra. El control de las dosis de aplicación es más fácil y completo.
- Se pueden utilizar aguas más salinas que en riego convencional, debido al mantenimiento de una humedad relativamente alta en la zona radical (bulbo húmedo).
- Una adaptación más fácil en terrenos rocosos o con fuertes pendientes.
- Reduce la proliferación de malas hierbas en las zonas no regadas
- Permite el aporte controlado de nutrientes con el agua de riego sin pérdidas por lixiviación con posibilidad de modificarlos en cualquier momento del cultivo. (fertirriego)
- Permite el uso de aguas residuales ya que evita que se dispersen gotas con posibles patógenos en el aire.

## **Inconvenientes**

Sus principales inconvenientes son:

- El coste elevado de la instalación. Se necesita una inversión elevada debida a la cantidad importante de emisores, tuberías, equipamientos especiales en el cabezal de riego y la casi necesidad de un sistema de control automatizado (electro-válvulas). Sin embargo, el aumento relativo de coste con respecto a un sistema convencional no es prohibitivo.
- El alto riesgo de obturación (“clogging” en inglés) de los emisores, y el consiguiente efecto sobre la uniformidad del riego. Esto puede ser considerado como el principal problema en riego por goteo. Por ello en este sistema de riego es muy importante el sistema de filtración implantado, que dependerá de las características del agua utilizada.

De hecho hay sistemas que funcionan con aguas residuales y aguas grises.

- La presencia de altas concentraciones de sales alrededor de las zonas regadas, debida a la acumulación preferencial en estas zonas de las sales.

Esto puede constituir un inconveniente importante para la plantación siguiente, si las lluvias no son suficientes para lavar el suelo.

- Un inconveniente muy importante de este sistema tan particular, es el tapado de los orificios, por lo tanto no regarán como nosotros esperamos.

## ESQUEMA GENERAL DE INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

Los componentes fundamentales de una instalación de riego localizado son los siguientes:

**Cabezal de riego**, comprende un conjunto de elementos que sirven para tratar, medir y filtrar el agua, comprobar su presión e incorporar los fertilizantes. Existe una gran variedad de cabezales, aunque los elementos básicos son comunes a todos ellos y varían según la calidad del agua, grado de automatismo y características de los materiales. (Fco. Javier Martínez Cortijo).

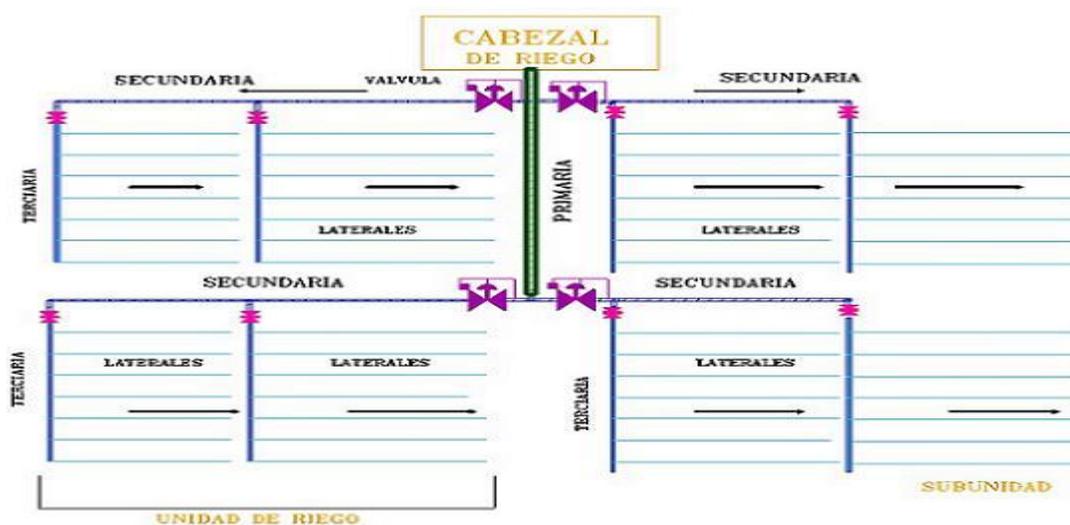


Figura 1. Diagrama de componentes de un sistema de riego por goteo.

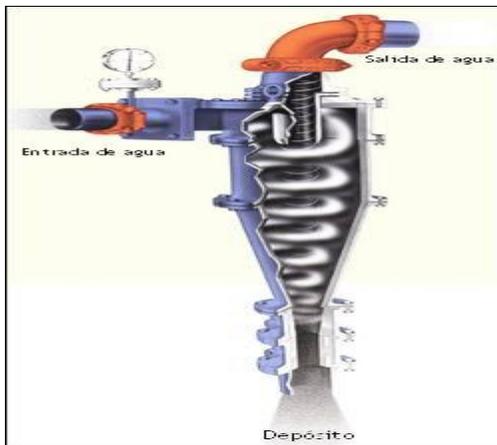
## Filtrado

El equipo de filtrado es fundamental, dada la importancia que tienen las obstrucciones en el riego por goteo. Los distintos elementos de filtrado que existen en el mercado son:

### Prefiltros

Liberan el agua de las partículas más groseras antes del bombeo. Comprendidos dentro de los prefiltros se encuentran los cazapiedras, las rejas de desbaste, los decantadores y los sedimentadores. *(Fco. Javier Martínez Cortijo)*

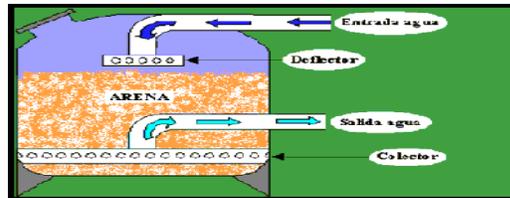
**Separadores de arena o hidrociclones.** Es un sistema de filtrado adecuado para la eliminación de las partículas minerales (arenas, limos...) que se encuentran en el agua circulante. Consiste en un cuerpo cilíndrico que recibe el agua por un lateral y le imprime un movimiento de giro. El agua continúa girando mientras desciende por el cuerpo troncocónico del hidrociclón. ([http://www.jaenclima.com/articulos/articulo\\_04.php](http://www.jaenclima.com/articulos/articulo_04.php))



**Figura 2.** Hibrociclón

Filtros de arena. Son especialmente efectivos para la eliminación de las partículas orgánicas (algas, bacterias...) que se encuentran en el agua de riego. Este filtro está compuesto por un depósito generalmente metálico (también existen de plástico reforzado) lleno de arena o grava de un determinado tamaño. El agua

entra al depósito por la parte superior y atraviesa la arena, de forma que las partículas quedan retenidas por ésta. La salida del agua se encuentra en la parte inferior.



**Figura 3.** Filtro de arena

**Filtros de malla.** Retienen todo tipo de sólidos en suspensión. Las impurezas se retienen en la superficie de unas mallas dotadas de orificios de pequeño tamaño, fabricadas en material no corrosivo (acero, plástico). ([http://www.elriego.com/informa\\_te/riego\\_agricola/riego\\_localizado/componentes\\_instalacion/cabezal.htm](http://www.elriego.com/informa_te/riego_agricola/riego_localizado/componentes_instalacion/cabezal.htm))



**Figura 4.** Filtro de malla

Filtros de anillas. Tienen la misma función que los filtros de malla pero aquí las impurezas quedan atrapadas entre unas anillas ranuradas que se encuentran

agrupadas y ajustadas unas con otras en un cartucho insertado en la carcasa del filtro.



**Figura 5.** Filtro de anillas

## **Fertirrigación**

Se entiende por fertirrigación la adición de abonos al agua de riego. Para ello se requiere la utilización de abonos líquidos o sólidos muy solubles. La fertirrigación permite suministro de fertilizantes a las plantas de forma racional, cómoda y económica. (Fco. Javier Martínez Cortijo)

los equipos de fertirrigación más comunes son:

Tanques de fertilización. Son depósitos herméticamente cerrados llenos de abono, conectados en paralelo a la red de riego, de tal manera que parte del agua de la red entra en los tanques empujando al abono a la red. Tienen el inconveniente de que la concentración de abono que aportan al agua de riego varía con el tiempo, conforme se vacía el depósito de abono.

**Inyector Venturi.** Consiste en un tubo unido en paralelo con la red, con un engrosamiento conectado a su vez con una pequeña tubería que va a un depósito de abono líquido. De esa manera se produce una succión del abonado, debido al efecto Venturi que produce el estrechamiento del tubo. Si bien tiene la ventaja de que aporta caudal constante, produce grandes pérdidas de carga y necesita un mínimo de presión en la red. (Diagrama de instalación ver anexos)



**Figura 6.** Inyector Venturi

**Inyectores-dosificadores.** Son pequeñas bombas accionadas hidráulicamente o con motores eléctricos. Dentro de este grupo los hay de varios tipos: Inyectores eléctricos de membrana, inyectores hidráulicos y agitadores.

Dosifican a impulsos y suministran dosis constantes a lo largo del tiempo. Además de esta ventaja, tampoco producen importantes pérdidas de carga, como pasa con el Venturi. Como contrapartida son caros. (Fco. Javier Martínez Cortijo)



**Figura 7.** Dosificador *Figura 6.21. Bomba dosificadora.*

**Tubería principal.** Es la tubería que parte del cabezal de riego y de la que derivan las tuberías secundarias que darán abasto a los distintos sectores de riego.

Se podría llamar tubería principal a la de la general y, a esta, secundaria si se considera una red de riego más compleja con varios sectores y cabezales de riego. (Fco. Javier Martínez Cortijo)

**Tuberías secundarias.** Parte de la principal y llevan el agua hasta las parcelas a regar.

**Tuberías Terciarias.** Distribuyen el agua dentro de las parcelas abasteciendo a los laterales de riego.

**Laterales de riego.** Son tuberías de menor diámetro en las que se colocan los emisores. Suelen ser de polietileno. (Fco. Javier Martínez Cortijo)

## **Válvulas**

Entre los elementos de regulación y control de flujo están las válvulas de distinto tipo: de paso, reguladores de presión, de retención (check), hidráulicos, eléctricos, volumétricos, etc. Su operación directa o indirecta (mediante programadores) regula el comportamiento del flujo y la presión en la red. (Osorio)

### **Válvulas reguladoras:**

Son válvulas que se colocan en línea con las tuberías que forman la instalación y permitan absorber el exceso de energía de la red, proporcionando un valor constante de presión y/o caudal del agua.

### **Válvulas de seguridad:**

**Purgadores y ventosas:** Permiten la salida del aire en aquellos puntos especiales de la instalación en que puede acumularse, como codos, partes elevadas de tuberías, filtro, tanques de fertilización, etc., y en el caso de las ventosas, también la entrada de aire o el llenado y vaciado de tuberías o depósitos.

Es importante su colocación, pues la no eliminación del aire distorsionaría la presión y caudales de funcionamiento de la instalación y, ocasiones, provocaría la rotura de la misma.

Normalmente están formadas por un cuerpo metálico que en el caso de las ventosas suele ser de hierro fundido, en cuyo interior existe una boya. Cuando; por las tuberías, circula agua a presión esta empuja la boya taponando la salida. Pero si hay una acumulación de aire, al disminuir la presión, la boya desciende y lo deja escapar, en cuyo momento se recupera la presión y vuelve a cerrar la salida.

**Válvulas aliviadoras de presión.** Permiten la salida del líquido de la instalación cuando se produce fuertes presiones, con lo que se evita la posible rotura de piezas. Son de acero o bronce, y la salida está cerrada por un resorte calibrado para una presión máxima de trabajo. Superada ésta, el resorte se comprime, quedando libre la salida.

**Válvulas de retención.** Se colocan intercaladas en la tubería y tienen una doble misión: romper la columna de agua y reducir, por tanto, el golpe de ariete que se produce al abrir o cerrar una instalación y evitar el retroceso del agua, que puede ser causa de contaminación de la fuente de suministro de agua.

Se colocan en la tubería principal cuando el punto de captación es elevado y existe, por tanto, presión natural o en el cabezal, para evitar el retorno del agua que contiene los elementos nutritivos.

El cuerpo es de latón, bronce u otro material resistente, y en su interior lleva una pantalla metálica que el agua debe vencer para pasar a través de ella. Al cesar el flujo de agua, la pantalla cierra por completo la sección, impidiendo el retroceso del agua.

**Los emisores.** La función de los emisores es la de causar una caída de presión de tal manera que solo un pequeño flujo de agua sea descargada. Esta necesaria pérdida de carga es realizada a través del uso de orificios, vórtices, pasos tortuosos, placas de impacto o una combinación de esas. El flujo a través de un emisor en particular depende de la presión en la línea lateral a la cual está conectado el emisor y puede de descargas tan bajas como 1l/h y tan grandes como 100l/h. (Ignacio García Casillas y Briones Sánchez Gregorio)

## Selección del emisor

Existen diferentes criterios para la selección de un emisor como se muestran a continuación:

- a) Consumo del agua del cultivo y el tiempo de operación. El consumo de agua por el cultivo y el tiempo de operación en cada sección de riego.  
Permite obtener alternativas de gasto de emisores que llevan a costos de adquisición, instalación y operación diferentes. Al determinarlas y al conjuntarlas con las características de suelo se seleccionan las más económicas viables.
- b) Sensibilidad al taponamiento. Con base al diámetro menor la sección hidráulica y considerando la calidad del agua desde el punto de vista del contenido de sólidos orgánicos e inorgánicos.
- c) Sensibilidad Hidráulica. Con base al exponente de la relación del caudal del emisor, buscando emisores con exponentes hidráulicos pequeños.
- d) Variación de fabricación. El coeficiente de variación de fabricación debe ser pequeño (5% para emisores puntuales y 10% para líneas de descarga continua).
- e) Sensibilidad a la temperatura. La descarga del emisor no debe variar con cambios de temperatura del agua y el emisor.
- f) Calidad de los materiales. Resistencia a los rayos ultravioletas, químicos productos de petróleo, etc. (Zazueta 1992)

**Cinta Aqua-TraXX®.** La Cinta Aqua-TraXX® es ideal para el riego de los:

- Cultivos en línea con raíces poco profundas (Fresa, Lechuga, Coliflor, Col, Apio)
- Cultivos en línea con raíces de profundidad media (Tomate, Melón, Sandía, Pepino, Pimiento, Calabaza, Algodón, Patata)
- Cultivos en línea perennes (Alcachofa, Esparrago, Tabaco)
- Viña, Huerto, Semillero - Cultivos de plantas medicinales

En general Aqua-TraXX es ideal para el riego de cultivos que deben mantener las hojas secas.

### **Características cinta Aqua-TraXX®**

-Es más fuerte, más durable, más eficiente y más fiable. Resistencia y flexibilidad permiten una instalación fácil (con ahorro de tiempo y trabajo) y menor riesgo de averiar el producto.

-Se puede identificar con facilidad gracias a su doble banda azul.

-Ha sido construido con un único procedimiento de extrusión. Ninguna costura ni rebabas o soldaduras.

-Altamente resistente a la obstrucción. Orificio de salida perforado al laser. Más de 200 orificios de entrada por cada gotero (30 cm entre goteros), aseguran una salida constante y regular del agua.

-El laberinto es tan preciso que determina un excelente CV y un verdadero flujo turbulento.

### **Instalación**

-La doble banda azul debe estar dirigida hacia arriba para que la garantía tenga valor.

-Puede ser enterrado, ser colocado bajo plástico negro o bien en la superficie.

-Durante las operaciones de instalación evitar de estirarlo, cortarlo, perforarlo o causar abrasiones.

-En el caso que el suelo esté plagado de insectos que puedan causar daño al Aqua-TraXX® se recomienda efectuar una operación de desinfestación previa del suelo.

-Para evitar oclusiones se recomienda purgar las líneas secundarias y principales, antes de conectar el AquaTraXX®

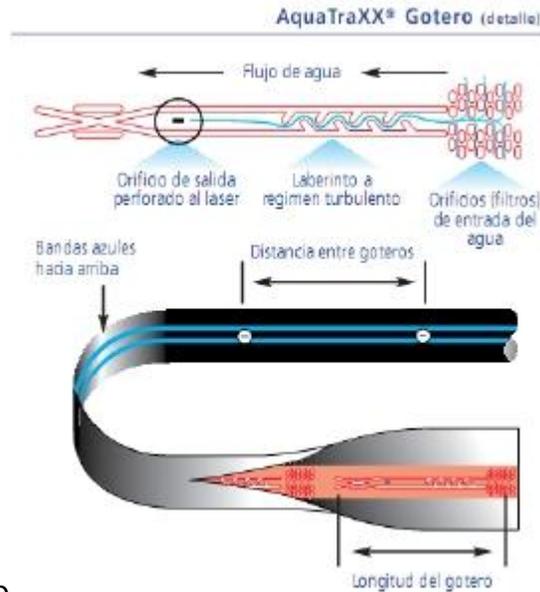
-Es aconsejable montar las ventosas en las subprincipales, para evitar la aspiración de impurezas a través de los orificios del Aqua-TraXX®.

### **Sugerencia para el filtrado Aqua-TraXX®**

Para aguas ricas de sustancias orgánicas, se recomienda siempre el uso de filtros de arena con granulometría 0.5 1.2 mm seguidos por filtros de seguridad de malla o de discos. En caso de aguas procedentes de pozo, podrán ser suficientes filtros de malla o de discos que tengan una capacidad filtrante relacionada con el tipo de Aqua-TraX.

La FAO en su estudio de Riego y Drenaje No 56, recomienda el método de Penman-Monteith para la estimación de la evapotranspiración de referencia (ET<sub>r</sub>), a partir de datos climatológicos, tal como se realiza en el SIMARBC, cuyas estaciones agroclimatológicas automatizadas, proporcionan la información sobre temperatura del aire, humedad atmosférica, radiación y velocidad del viento además de la localización del sitio.

Para mayores detalles referentes a la correlación mesh/micron consultar con la oficina técnica. Mayores informaciones referentes al filtrado están disponibles además en el manual da uso del Aqua-TraXX®



**Figura 8.** Cinta con gotero

### **Coefficiente de uniformidad**

El coeficiente de uniformidad (CU) se utiliza para evaluar las instalaciones del funcionamiento y para el diseño de nuevas instalaciones. En el diseño, el CU es una condición que se impone y que vienen determinada por factores económicos.

Un CU elevado exige mayor coste inicial de la instalación (mayores diámetros de las tuberías, laterales más cortos, mayor número de reguladores de presión, etc.), mientras que un CU más bajo trae como consecuencia un mayor consumo de agua.

La diferencia de caudal entre los emisores de debe, fundamentalmente, a que están sometidos a distintas presiones (factores hidráulicos) y a la falta de uniformidad en la fabricación (Factores constructivos). Un CU que incluye sólo factores hidráulicos es el siguiente:

$$CU = \frac{q_{25}}{q_a}$$

$q_a$  = Caudal medio de todos los emisores considerados

$q_{25}$  =Caudal medio de los emisores que constituyen el 25% de caudal más bajo.

**Determinar la longitud máxima de la cinta seleccionada.**

1. Localizar la serie de tablas que indican el tipo de gotero seleccionado (Alto, Medio o Bajo caudal).
2. Localizar en la serie de tablas elegidas, la distancia entre goteros que se desea.
3. Identificar al interior de dicha tabla, la pendiente del campo y la presión de ingreso que se desea. La intersección de estos dos datos determinará la longitud de la línea (en metros) con una eficiencia (EU) de 85% y 90% respectivamente. (Catálogo de producto anexo)Nota: Al determinar la longitud máxima recomendada deberán ser respetados los límites máximos de presión de ingreso para los diferentes tipos de espesor de pared. Por ejemplo, para el Aqua-TraXX®5 mil no deberán ser tomados en consideración valores que superen los 0,7 bares.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### I. ASPECTOS GENERALES:

Nombre de la obra: Presa Derivadora de Mampostería

Ejido: Jalpa

Municipio: General Cepeda

Estado: Coahuila

Inversión: \$516,542.85

Finalidad de la obra: Derivar el agua permanente del arroyo San Miguel hacia las áreas de siembra.

### II. PROPÓSITO DE LA OBRA:

Utilizar racionalmente el agua de escurrimiento de los pequeños manantiales y derivarlos hacia las parcelas de cultivo con un sistema riego a presión.

### III. LOCALIZACIÓN:

La presa derivadora se pretende construir en el arroyo San Miguel el cual se localiza a 2 km del ejido Jalpa. La ubicación geográfica de la presa es:

Latitud norte: 25°31.879' (en grados, minutos)

Longitud oeste: 101° 46.804' (en grados, minutos)

Altitud: 1309 m.s.n.m.



## **Temperaturas.**

La temperatura es extremosa, variando considerablemente en alguna época del año, alcanzando temperaturas de 35° en el verano y en el invierno con temperaturas 6° bajo cero, considerando esto, se alcanza una media anual de 14 a 18°.

## **Régimen de llluvias.**

La precipitación media anual de esta región oscila entre los 300 a 400 mm. La época de llluvias va de Mayo a Septiembre. El mes con más llluvias abundantes es Mayo y el mes más seco es Agosto.

## **Evaporación.**

La evaporación que presenta es de 200 a 300 mm, siendo más alta a finales de primavera y todo el verano y la más baja en invierno. El más alto puede ser de hasta 300 mm. y el más bajo de 100 mm.

## **Vientos.**

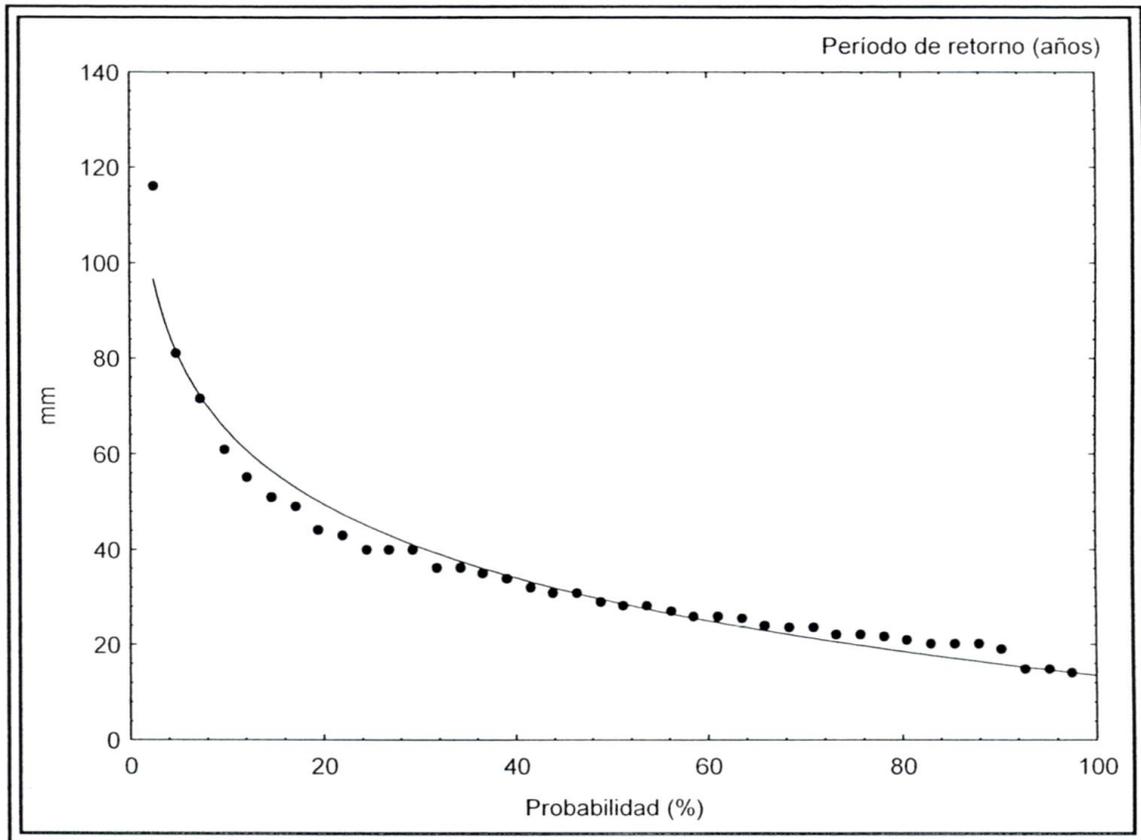
Los vientos predominantes soplan en dirección norte con velocidades de 22.5 km/h.

## **I. ESTUDIOS HIDROLÓGICOS:**

Para el análisis del estudio hidrológico se tomó en cuenta los datos de las precipitaciones de General Cepeda Coahuila, las primeras se describen en el Cuadro 1. y conforme a estas precipitaciones se obtuvo el periodo de retorno de llluvias máximas Figura 1.

**Cuadro 2.** Precipitaciones de 40 años de General Cepeda, Coahuila.

Números	Años	Lluvias máximas (mm)	(K - 1)	Probabilidad P, (%)
1	1988	116.0	5.39554	2.44
2	1961	81.0	1.74307	4.88
3	1995	71.5	1.09856	7.32
4	1967	61.0	0.55853	9.76
5	1978	55.0	0.33118	12.20
6	1996	51.0	0.21243	14.63
7	1963	49.0	0.16290	17.07
8	2002	44.0	0.06780	19.51
9	1966	43.0	0.05370	21.95
10	1985	40.0	0.02126	24.39
11	1976	40.0	0.02126	26.83
12	1974	40.0	0.02126	29.27
13	1981	36.0	0.00097	31.71
14	1977	36.0	0.00097	34.15
15	1990	35.0	0.00001	36.59
16	1989	34.0	0.00068	39.02
17	1983	32.0	0.00695	41.46
18	1973	31.0	0.01254	43.90
19	1971	31.0	0.01254	46.34
20	1992	29.0	0.02866	48.78
21	1979	28.0	0.03918	51.22
22	1972	28.0	0.03918	53.66
23	1987	27.0	0.05134	56.10
24	1970	26.0	0.06514	58.54
25	1965	26.0	0.06514	60.98
26	1998	25.5	0.07266	63.41
27	1991	24.0	0.09767	65.85
28	1997	23.5	0.10682	68.29
29	1964	23.5	0.10682	70.73
30	1993	22.0	0.13676	73.17
31	1975	22.0	0.13676	75.61
32	2001	21.5	0.14756	78.05
33	1969	21.0	0.15876	80.49
34	1986	20.0	0.18241	82.93
35	1968	20.0	0.18241	85.37
36	1962	20.0	0.18241	87.80
37	1982	19.0	0.20770	90.24
38	1984	15.0	0.32527	92.68
39	1980	15.0	0.32527	95.12
40	1994	14.0	0.35876	97.56
	Σ	1396.5	12.73885	
	Media	34.91		
			K=Prec/Media	
			P=(N/m+1)*100	



**Figura 10.** Curva de la probabilidad de las precipitaciones máximas diarias (mm).

## **CARACTERISTICAS AMBIENTALES**

### **VEGETACIÓN**

El ejido Jalpa presenta zonas accidentadas como lomerío y valle. En el lomerío la vegetación se caracteriza por el matorral micrófilo como la gobernadora, hojas en, hierba del burro, uña de gato y chaparro prieto.

### **GEOLOGÍA**

El tipo de roca del que está compuesto el suelo es franco- limoso.



## CUENCA

La obra derivadora tiene una cuenca de 30 km<sup>2</sup>. Tomando en cuenta las precipitaciones medias anuales de 350 mm el volumen de escurrimiento anual es de 735,000 m<sup>3</sup>.

Área de la cuenca..... 30 km<sup>2</sup> = 30,000000 m<sup>2</sup>

Precipitación media anual..... 350 mm = 0.35 m

Volumen anual por lluvia precipitada..... 10,500000 m<sup>3</sup>

Coefficiente de escurrimiento..... = 0.1 = 10 %

Volumen anual escurrido..... = 1,050000 m<sup>3</sup>

Volumen aprovechable..... 70 % = 735000 m<sup>3</sup>

### Coefficiente de escurrimiento.

Para el cálculo del coeficiente de escurrimiento del Cuadro 2, se tomaron en cuenta las cartas topográficas de la región (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1992), los cálculos incluyen valores del cuadro 3 y que a la vez se hace uso de la siguiente ecuación;

$$Ce = (Ce / Ac + Ce / Pm + Ce / Cv + Ce / Gs) / 4$$

**Cuadro 3.** El coeficiente de escurrimiento de la cuenca en estudio.

Descripción		Coefficiente de escurrimiento
Área de la cuenca	30 km <sup>2</sup>	0.15
Precipitación	350 mm	0.05
Cubierta vegetal	Bosque matorral	0.10
Permeabilidad del terreno	Moderada permeabilidad	0.15

$$C_e = (0.15+0.05+0.10+0.15) / 4$$

$$C_e = 0.1125$$

**Cuadro 4.** Coeficientes de escurrimientos.

<b>Coeficiente de escurrimiento por área de cuenca</b>	<b>Área de cuenca (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Ce/Ac</b>
	Menor de 10	0.20
	11 a 100	0.15
	101 a 500	0.10
<b>Coeficiente de escurrimiento por área de cuenca</b>	<b>Precipitación media anual (mm)</b>	<b>Ce/Pm</b>
	Menor de 800	0 a 0.05
	801 a 1,200	0.06 a 0.15
	1,201 a 1,500	0.16 a 0.25
	Mayor de 1,500	0.35
<b>Coeficiente de escurrimiento por cubierta vegetal</b>	<b>Cubierta vegetal</b>	<b>Ce/Cv</b>
	Bosque matorral	0.05 a 0.20
	Pastos y cultivos	0.01 a 0.30
	Sin vegetación	0.25 a 0.50
<b>Coeficiente de escurrimiento por permeabilidad del terreno</b>	<b>Grupos de suelo</b>	<b>Ce/Gs</b>
	Alta permeabilidad	0.05 a 0.25
	Moderado permeabilidad	0.01 a 0.30
	Baja permeabilidad	0.25 a 0.60

## ESCURRIMIENTO MEDIO ANUAL

Considerando el área de la cuenca (30 km<sup>2</sup>) y considerando la precipitación media anual de la zona de los últimos años (350 mm). El cálculo del escurrimiento. El cálculo del escurrimiento medio anual se realizó aplicando la siguiente formula;

$$EmA = (A \times Ce \times Pm)$$

Dónde:

EmA = Escurrimiento medio anual (m<sup>3</sup>)

Ce = Coeficiente de escurrimiento.

A = Área de cuenca (km<sup>2</sup>)

Pm = Precipitación media anual (mm)

$$EmA = (30,000,000 \text{ m}^2 \times 0.1125 \times 0.350 \text{ m})$$

$$EmA = 1,181,250 \text{ m}^3.$$

## CALCULO DEL VOLUMEN ANUAL ESCURRIDO

Calculando el volumen anual por lluvia podemos calcular el volumen anual escurrido basta con solo hacer una conversión y multiplicarlo por un coeficiente de escurrimiento. Este coeficiente se estima por un valor promedio de los escurrimientos anuales. Debido a que él durante el año los escurrimientos son uniformes o muy variables, que ocurren escurrimientos hasta del 50%, 20%, 10%, 5%, 4% aproximadamente, aquí en esta zona o lugar se estima para la región 0.1125 que es igual a un 11.25%.

Por lo tanto:

$$Va_{esc} = (Ce \times EmA)$$

Dónde:

Ce = Coeficiente de escurrimiento.

EmA = Escurrimiento medio anual (m<sup>3</sup>).

$$Va_{esc} = (0.1125 \times 1,181,250 \text{ m}^3)$$

$$Va_{esc} = 132,890.625 \text{ m}^3.$$

### **CALCULO DEL VOLUMEN APROVECHABLE MEDIO ANUAL**

$$VAMA = 0.7 (EmA)$$

$$VAMA = 0.7 (1,181,250 \text{ m}^3)$$

$$VAMA = 826,875 \text{ m}^3.$$

## CALCULO DE LA AVENIDA

### AVENIDA MÁXIMA

La avenida máxima se determinó utilizando el método de Dickens traduciendo al sistema métrico y también son aceptables para realizar una comparación.

$$Q = 0.0139 C (A)^{0.75}$$

Dónde:

Q = Gasto de proyecto, en (m<sup>3</sup> / seg.).

A = Área de la cuenca, en (km<sup>2</sup>).

C = Coeficiente que depende de las características de la cuenca y de la precipitación.

0.0139 = Factor de conversión y de homogeneidad de unidades.

$$Q = 0.0139 \times 300 (30 \text{ km}^2)^{0.75}$$

$$Q = 53.45 \text{ m}^3 / \text{seg.}$$

**Cuadro 5.** La secretaría de comunicaciones y transportes propone valores de C extraídos del “Manual para Ingenieros de Carreteras” de Harger y Bonney.

Características topográficas de cuenca	Para precipitaciones de 10 cm en 24 horas.	Para precipitaciones de 15 cm en 24 horas.
Terreno plano	200	300
Con lomerío suave	250	325
Con mucho lomerío	300	350

### **Métodos para calcular avenidas en cuencas no aforadas**

Los métodos estarán en función de los datos que se tengan en cuanto a parámetros de precipitación, características de la cuenca, y de más datos que pueda haber en la región; en todos estos métodos es indispensable tener la carta topográfica del área a analizar donde se va a realizar el estudio. Es necesario tener en cuenta, que los datos de precipitación, no precisamente son de la cuenca en estudio dado que uno de los mayores problemas que existen es la falta de estaciones climatológicas. En algunas estaciones climatológicas existen solamente pluviómetros, razón de tomar como dato la lluvia máxima en 24 horas y en otras, no se tiene la descripción de la lluvia, lo cual nos indica que se deben tomar los datos de precipitación de la estación más cercana, asumiendo que las características de la lluvia son semejantes, por ser una región con características similares (áridas y semiáridas).

### **Método de Ryves**

$$Q = 10.106 (A)^{0.67}$$

$A = \text{área de la cuenca, en km}^2$

$$A = 30 \text{ km}^2$$

$$Q = 10.106 (30 \text{ km}^2)^{0.67}$$

$$Q = 98.68 \text{ m}^3 / \text{seg.}$$

### **Método de Valentini**

$$Q = 27 (A)^{0.5}$$

$A = \text{área de la cuenca, en km}^2$

$$A = 30 \text{ km}^2$$

$$Q = 27 (30 \text{ km}^2)^{0.5}$$

$$Q = 147.88 \text{ m}^3 / \text{seg.}$$

### **Método de Kuichling**

$$Q = \left( \left( \frac{3596.24}{A + 958.296} \right) + 0.081 \right) A$$

$A = \text{área de la cuenca, en km}^2$

$$A = 30 \text{ km}^2$$

$$Q = \left( \left( \frac{3596.24}{30 + 958.296} \right) + 0.081 \right) 30$$

$$Q = 111.594 \text{ m}^3 / \text{seg}$$

### **Método de Creager**

$$Q = 0.503(C)0.386 (A) \left[ \frac{A}{((0.386(A))^{0.048})^{-1}} \right]$$

C = la SARH encontró los valores de C para las regiones hidrológicas

$$C = 24.6$$

$$Q = 0.503(24.6)0.386 (30) \left[ \frac{30}{((0.386(30))^{0.048})^{-1}} \right]$$

$$Q = 161.164 \text{ m}^3 / \text{seg}.$$

### **Método de Lowry**

$$Q = (C) / ((A+259)^{0.8})$$

C = es el valor de la envolvente, que conforme a los estudios realizados por Lowry, toma un valor de 3500 como mundial.

$$Q = (3973.89) / ((30+259)^{0.8})$$

$$Q = 42.706 \text{ m}^3 / \text{seg}.$$

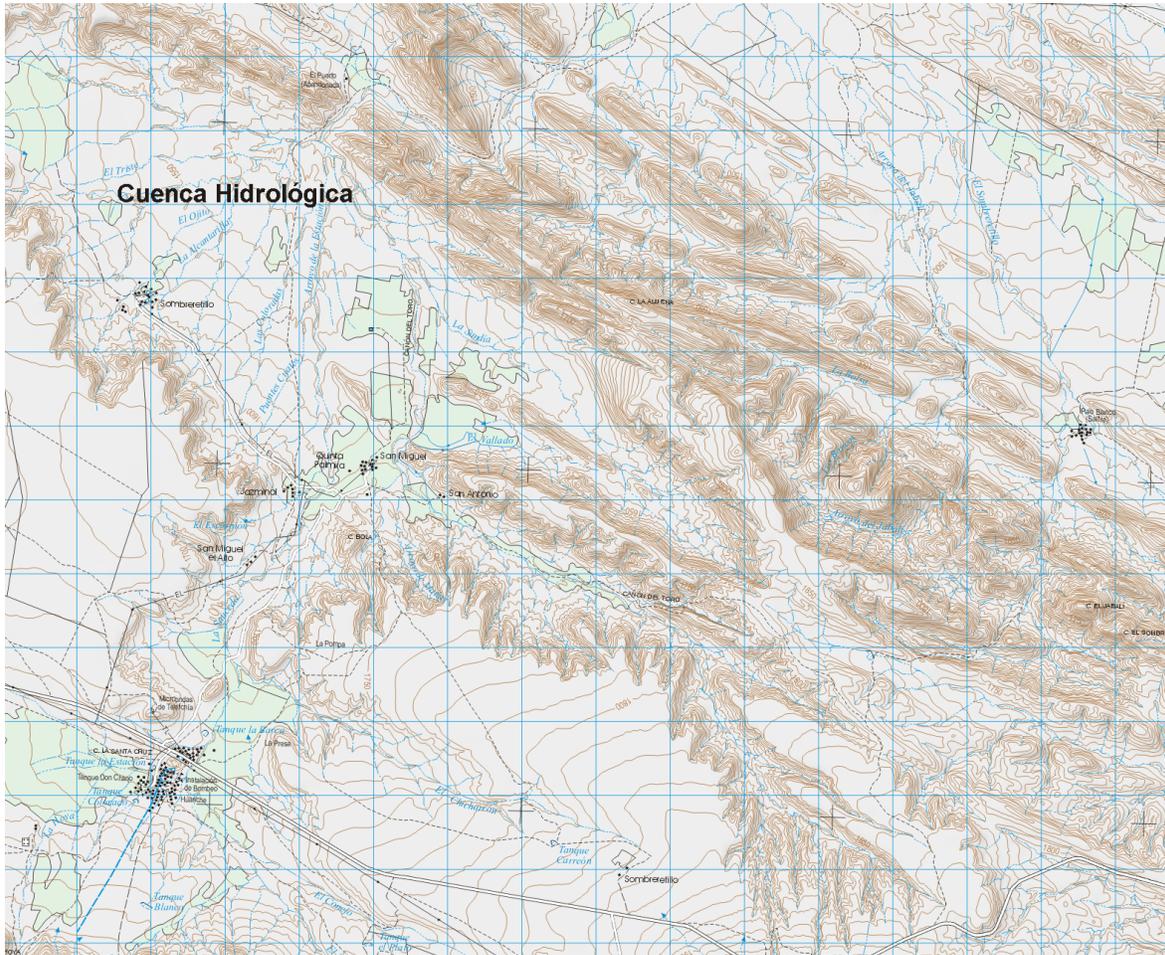
**Cuadro 6.** Calculo de avenidas (S.A.R.H., 1985)\*, (S.C.T., 1984) \*\*

<b>Método</b>	<b>Avenidas m/seg.</b>
Método de Dickens	53.45
Método de Ryves	98.68
Método de Valentini	147.8
Método de Kuichling	111.5
Método de Creager	161
Método de Lowry	45

\*Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

\*\*Secretaria de Comunicaciones y Transporte.

## VASO DE LA PRESA



**Figura 12.** Vaso de la presa.

## CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO

El vaso de la presa se obtuvo a través de un levantamiento topográfico, tiene la capacidad de almacenar 35,000 m<sup>3</sup>.

## DISEÑO DE LA OBRA

### CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA

#### PRESA DERIVADORA DE MAMPOSTERÍA:

La presa derivadora de mampostería se construirá de mampostería.

Esta obra cuenta con un vertedor de demasías y obra de toma.

Longitud de la cortina.....	61 m
Ancho de la corona.....	1 m
Altura máxima.....	7 m
Elevación de la corona.....	1326.4 msnm
Elevación de embalse máximo.....	1317.05 msnm
Ancho de la base.....	5.25 m
Talud aguas arriba.....	0:0
Talud aguas abajo.....	0.61

## OBRAS DE EXCEDENCIAS

### Calculo del vertedor

En este apartado, primero se diseña el perfil del vertedor tipo Creager de ciclópeo con las coordenadas que se encuentran en el cuadro.

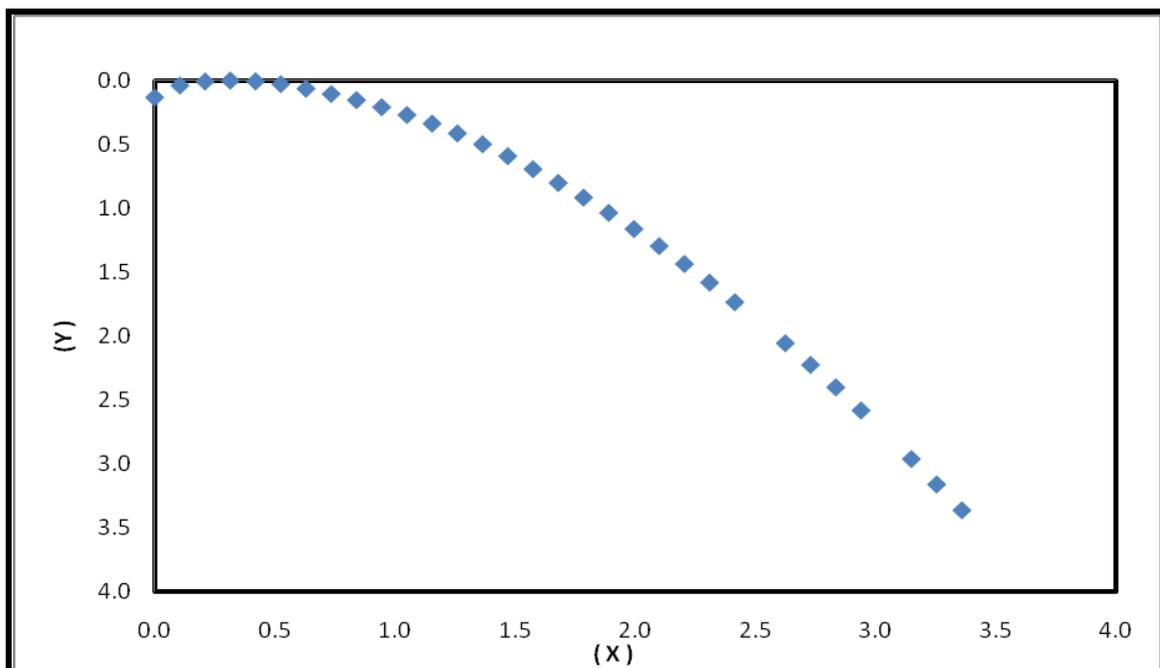
**Cuadro 7.** Coordenadas para el diseño del perfil del vertedor tipo Creager.

Coordenadas para X	Coordenadas para Y	Coordenadas para X	Coordenadas para Y
0.0	0.126	1.6	0.764
0.1	0.036	1.7	0.873
0.2	0.007	1.8	0.987
0.3	0.000	1.9	1.108
0.4	0.006	2.0	1.235
0.5	0.027	2.1	1.369
0.6	0.060	2.3	1.653
0.7	0.100	2.4	1.894
0.8	0.146	2.5	1.960
0.9	0.198	2.6	2.122
1.0	0.256	2.7	2.289
1.1	0.321	2.8	2.462
1.2	0.394	2.9	2.640
1.3	0.475	3.0	2.824
1.4	0.564	3.1	3.013
1.5	0.661	3.2	3.207

Para obtener los valores que nos dará el perfil Creager, los valores de cada una de las coordenadas se operaron contra carga **H** sobre el vertedor de 1.05 m. Cuadro 7.

**Cuadro 8.** Valores para obtener el diseño del perfil tipo Creager.

Coordenadas para X	Coordenadas para Y	Coordenadas para X	Coordenadas para Y
0.000	0.132	1.680	0.802
0.105	0.038	1.785	0.917
0.210	0.007	1.890	1.036
0.315	0.000	1.995	1.163
0.420	0.006	2.100	1.297
0.525	0.028	2.205	1.437
0.630	0.063	2.310	1.583
0.735	0.105	2.415	1.736
0.840	0.153	2.625	2.058
0.945	0.208	2.730	2.228
1.050	0.269	2.835	2.403
1.155	0.337	2.940	2.585
1.260	0.414	2.045	2.772
1.365	0.499	3.150	2.965
1.470	0.592	3.255	3.164
1.575	0.694	3.360	3.367



**Figura 13.** Perfil del vertedor tipo Creager.

El vertedor de demasías del muro de almacenamiento tiene una capacidad para desfogar 69.38 m<sup>3</sup>/seg. Para calcularlo se usó la siguiente fórmula:

$$Q = b m (2 g)^{1/2} H^{3/2}$$

Dónde:

$$b = 28 \text{ m}$$

$$m = 0.49$$

$$h = 0.65 \text{ m}$$

$$Q = 69.38 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Dónde: m-coeficiente de gasto

b- ancho del vertedor

De acuerdo con el resultado de 69.38 m<sup>3</sup>/seg, la obra de excedencias tiene suficiente capacidad para desfogar la avenida máxima.

### **Estimación de los coeficientes de seguridad del muro de ciclópeo**

La presa es un muro vertical con un solo lado, es de ciclópeo con un altura (h) hasta la cresta desde el nivel del suelo de 7 m, más la altura del nivel del agua H= 7.65 m, el peso específico del ciclópeo ( $\gamma_c$ ) es de 2,300 Kg/ m<sup>3</sup>, (B) es la sección del muro de un metro de ancho, el peso específico del agua ( $\gamma$ ) es de 1000 Kg/ m<sup>3</sup>, a continuación se tiene el desarrollo de todos los cálculos.

## Fuerza Resultante de la Presión Hidrostática sobre el muro.

$$F_{R.P.H} = A_{D.P} \times B$$

Dónde:

$A_{D.P}$  = Área del diagrama de presiones.

$B$  = Sección del muro de un metro de ancho.

Tenemos que el área del diagrama de presiones es:

$$A_{D.P} = \frac{((Y_{AGUA} \times H) \times H)}{2}$$

$$A_{D.P} = \frac{((1000 \text{ kg/m}^3 \times 7.65) \times 7.65)}{2}$$

$$A_{D.P} = 29261.25 \text{ kg/m.}$$

Por lo tanto:

$$F_{R.P.H} = A_{D.P} \times B$$

$$F_{R.P.H} = 29261.25 \text{ kg/m} \times 1\text{m}$$

$$F_{R.P.H} = 29261.25 \text{ kg.}$$

$$F_{R.P.H} = 29.26125\text{Ton.}$$

## Área del muro

$$A = \left(\frac{B+b}{2}\right) * h$$

$$A = \left(\frac{5.25+1}{2}\right) * 7$$

$$A = 21.875 \text{ m}^2$$

### **Volumen del muro**

$$V = A \times B$$

$$V = 21.875 \text{ m}^2 \times 1 \text{ m}$$

$$V = 21.875 \text{ m}^3$$

### **Peso del muro**

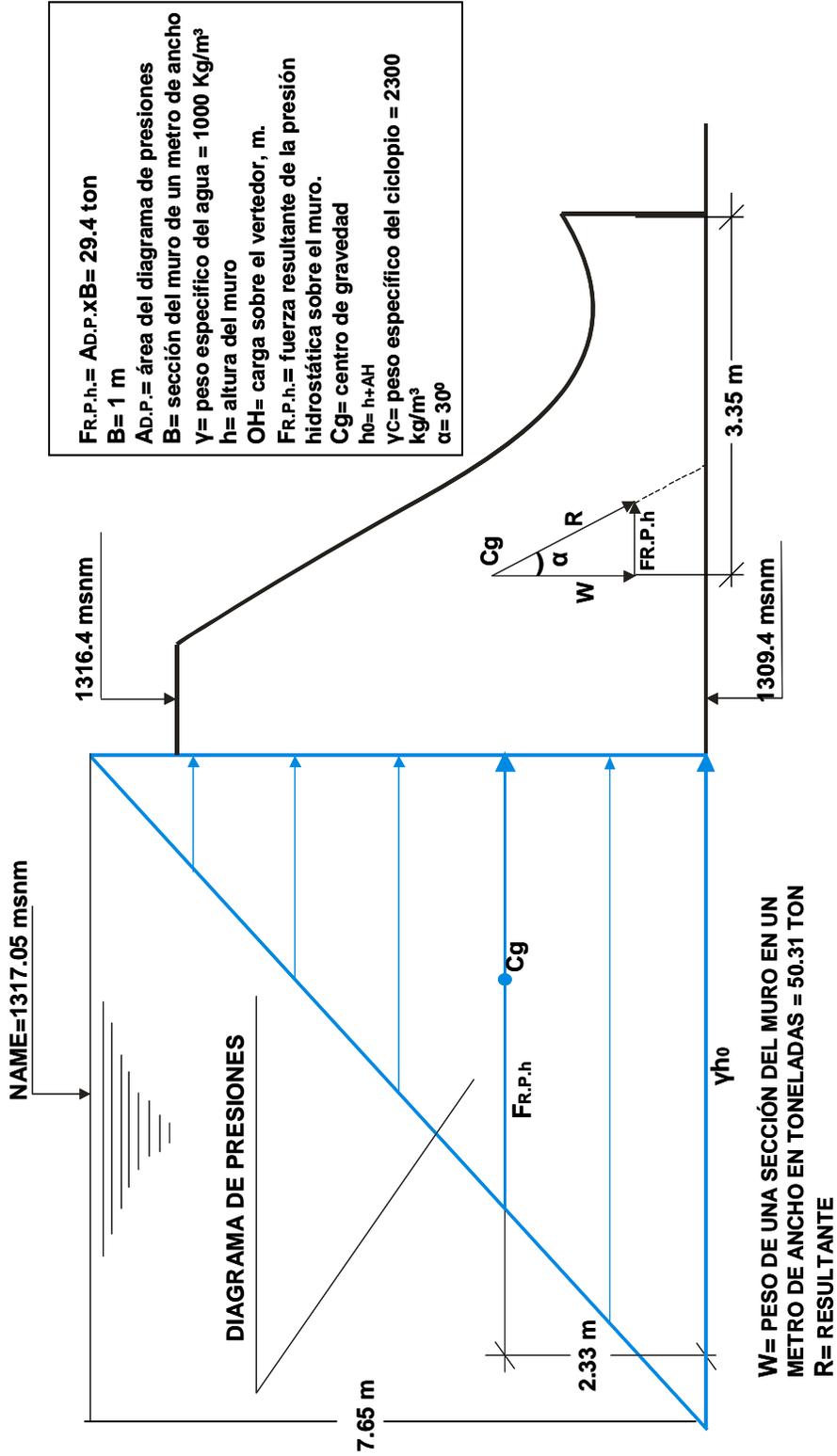
$$W = V \times Y_{\text{CICLOPIO}}$$

$$W = 21.875 \text{ m}^3 \times 2,300 \text{ kg/m}^3$$

$$W = 50312.5 \text{ kg.}$$

$$W = 50.3125 \text{ ton.}$$

ESQUEMA PARA DETERMINAR LA ESTABILIDAD DEL MURO



En virtud de que la fuerza resultante pasa dentro de las dos terceras partes de la base, entonces el muro permanecerá estable.

Figura 14. Diagrama de presiones.

## OBRA DE TOMA

La obra de toma se proyecta en el marco derecho del muro, visto de aguas abajo.

La obra de toma cuenta con 1 tubería de alimentación con diámetro 10”.

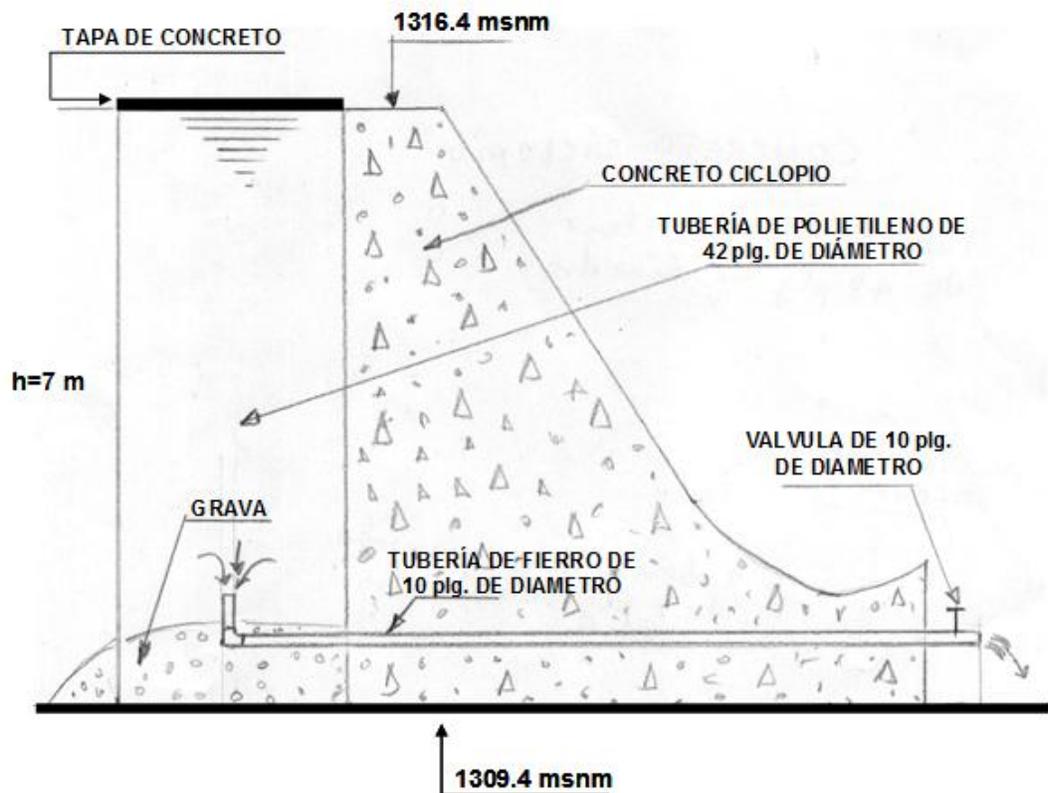
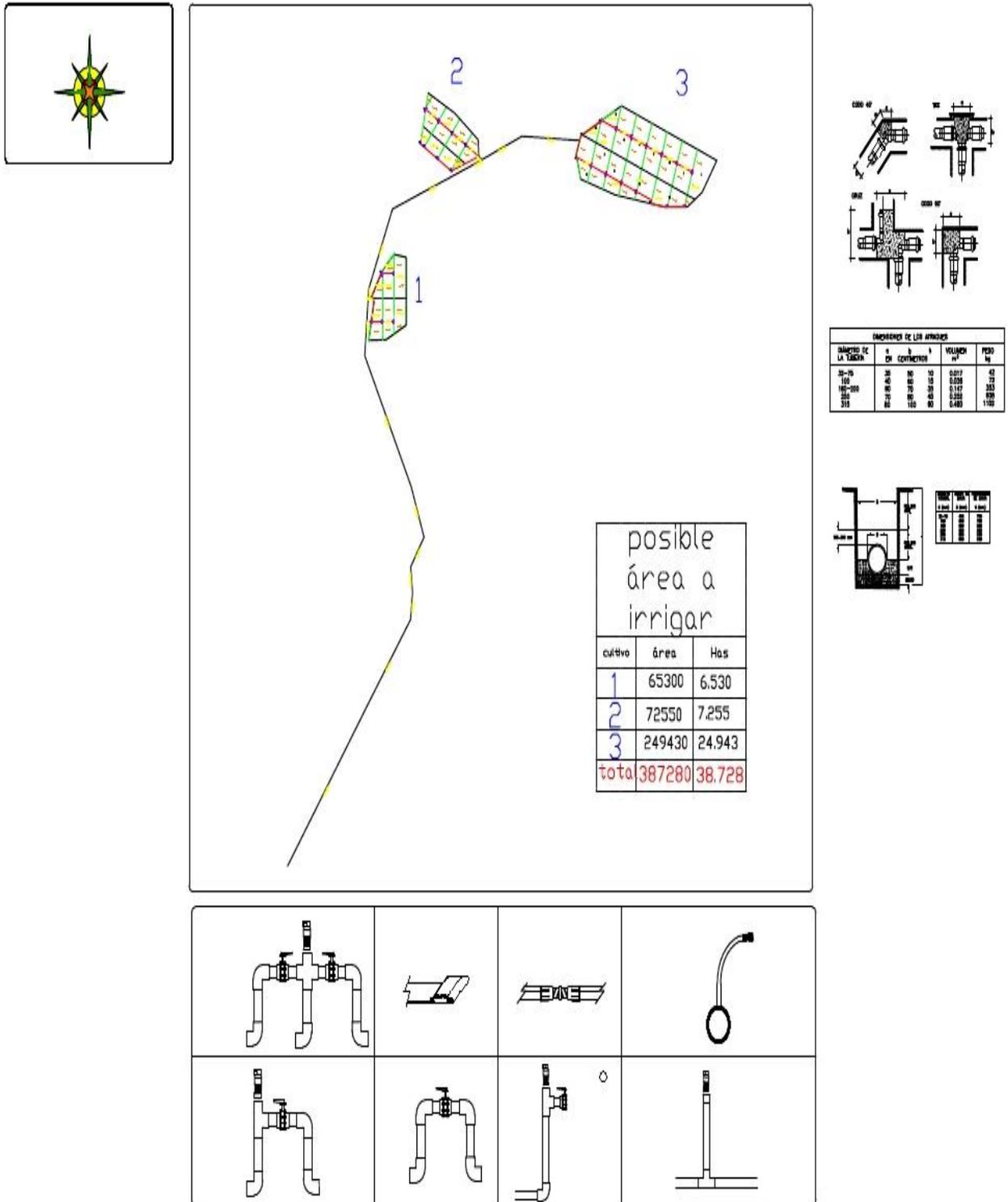


Figura 15. Obra de toma

## **NORMA DE RIEGO:**

Tomando en cuenta las precipitaciones medias de la región, se determinará la norma de riego para los cultivos de hortalizas que se quieran producir, dependiendo de los productos que requiere el mercado aldaño al ejido Jalpa. La capacidad de producción del muro para derivación de agua es de aproximadamente 8,640,000 litros por día.

**Figura 16.** Posible área a irrigar.



**Cuadro 9.** Lista de materiales del sistema de riego.

CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE
<b>ACCESORIOS</b>				
TEE PVC 6"	10.0	PIEZA	\$ 1,066.80	\$ 10,668.00
FLANGE PVC 6"	100.0	PIEZA	\$ 601.92	\$ 60,192.00
TORNILLOS 3/4" X 6"	300.0	PIEZA	\$ 90.96	\$ 27,288.00
VALVULA MARIPOSA C/PALANCA 6"	50.0	PIEZA	\$ 3,068.40	\$ 153,420.00
CODO PVC 6" X 90°	130.0	PIEZA	\$ 827.52	\$ 107,577.60
CRUZ PVC 6"	20.0	PIEZA	\$ 250.56	\$ 5,011.20
REDUCCION BUSHING 6 X 4"	47.0	PIEZA	\$ 160.32	\$ 7,535.04
REDUCCION BUSHING 4 X 2"	30.0	PIEZA	\$ 91.20	\$ 2,736.00
TUBO PVC 2" RD 41 X 6 M	60.0	M	\$ 26.16	\$ 1,569.60
ADAPTADOR MACHO PVC 2"	41.0	PIEZA	\$ 10.56	\$ 432.96
VALVULA DE AIRE DE 2"	41.0	PIEZA	\$ 435.84	\$ 17,869.44
CODO PVC 4" X 90°	28.0	PIEZA	\$ 137.04	\$ 3,837.12
VALVULA DE COMPUERTA DE BRONCE 2"	28.0	PIEZA	\$ 530.40	\$ 14,851.20
GALON CEMENTO GRIS 711	15.0	PIEZA	\$ 1,011.84	\$ 15,177.60
1/4 GALON CEMENTO GRIS 711	1.0	PIEZA	\$ 276.00	\$ 276.00
GALON LIMPIADO P68	15.0	PIEZA	\$ 564.48	\$ 8,467.20
1/4 GALON LIMPIADOR P68	1.0	PIEZA	\$ 166.80	\$ 166.80
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 437,075.76</b>
<b>CONDUCCION Y DISTRIBUCION</b>				
TRAMO TUBO PVC 6"	2,938.0	M	\$ 183.35	\$ 538,682.30
TRAMO TUBO PVC 4"	4,076.0	M	\$ 94.61	\$ 385,630.36
CODO PVC 160 MM X 90°	12.0	P	\$ 682.89	\$ 8,194.68
TEE PVC 160 MM	1.0	P	\$ 774.18	\$ 774.18
TEE PVC 160 MM X 6"	3.0	P	\$ 663.77	\$ 1,991.31
CODO PVC 160 MM X 45°	2.0	P	\$ 391.68	\$ 783.36
LUBRICANTE PARA PVC DE 0.5 L	5.0	P	\$ 236.64	\$ 1,183.20
GALON CEMENTO GRIS 711	50.0	P	\$ 1,075.08	\$ 53,754.00
GALON LIMPIADO P 68	1.0	P	\$ 599.76	\$ 599.76
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 991,593.15</b>
<b>ZONA DE RIEGO</b>				
CINTA 6 MIL X 30 X 10,000'	119.0	ROLLO	\$ 3,545.78	\$ 421,947.82
CONEXIÓN PVC 16 MM	1,629.0	PIEZA	\$ 4.73	\$ 7,705.17
CONECTOR MIXTO TUBERIA - CINTA	177.0	PIEZA	\$ 5.40	\$ 955.80
COPELE CINTA - CINTA	230.0	PIEZA	\$ 5.63	\$ 1,294.90
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 431,903.69</b>
			<b>TOTAL</b>	<b>\$ 1,860,572.60</b>

total por ha \$ 48,962.44

## **CONCLUSION**

Por lo visto en los últimos años podemos observar que en el país no se hace un buen uso racional de los recursos naturales como el agua de lluvia para los diferentes cultivos (agricultura de temporal). Para ello la precipitación (350 mm) que se utiliza en este lugar desértico hace que la creación de esta presa derivadora en el ejido Jalpa, Municipio de General Cepeda sea de gran utilidad para aquellas personas que radican y carecen de este vital líquido. Para esto se utilizara el “vertedor tipo Creager”. Relacionando los materiales necesarios a utilizar para llevar acabo la obra. Debido a esto se contempla el desarrollo de creación de presas derivadoras a comunidades apartadas y de escasos recursos económicos e ir creciendo y no carecer de algunos servicios.

Se menciona que 1 ha de riego es 7 veces más productiva que 1 ha de terreno de agricultura de temporal tradicional.

## LITERATURA CITADA

Colegio de posgraduados. 1980. Manual para Proyectos de Pequeñas Obras Hidráulicas para riego y abrevadero; Tomo I, 1ª Edición; SPP, Chapingo México. D.F.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1992. Carta de Climas Regionales, escala 1: 50,000.

Ingeniería Hidráulica en México. 1970. Meteorología, Distribución de Frecuencias de Heladas, lluvias y tormentas eléctricas en México. Vol. 24.

Lambe, T.W. y Whitman, R.B. 1984. Mecánica de Suelos. Editorial Limusa. S.A. de C.V. México 1, D.F. 582 p.

Linsley, R.E. Y Franzini, J.B. 1975. Ingeniería de los Recursos Hidráulicos. Compañía Editorial Continental, S.A. C.V. México 22. D.F. 791 p.

Marsal, R.J Y Reséndiz, N.D. 1983. Presas de Tierra y Enrocamiento. Editorial Limusa. México 1, D.F. 546 p.

Mancera C. Francisco. 2002. Proyecto para la Modificación de la Presa de Almacenamiento "El Bajío". Tesis de Licenciatura. U.A.A.A.N. Saltillo Coahuila México.

Mora, R.P. 1993. La Ingeniería de Operación en los Distritos de Riego. Trillas. México. P. 14 – 17.

Secretaría de los Recursos Hidráulicos. 1973. Recursos Hidráulicos. Número 1. Volumen II. México 6, D.F. p. 71.

Arteaga Tovar R. E. 1993. Hidráulica Elemental. 1ª edición. UACH. Depto. de Irrigación. Chapingo, México.

Azevedo, N.J.M. y Acosta, A.G. 1975. Manual de Hidráulica. 6ta Edición. Harla S.A. C.V. México 4 D.F..

Comisión Federal de Electricidad. 1980c. Manual de Diseño de Obras Civiles. Hidrotecnia. A.1.9. Simulación del Funcionamiento de un Vaso. Instituto de Investigaciones Eléctricas. México 5, D.F. p.A.I. 1.9.1. – 1.9.2.

Comisión Federal de Electricidad. 1980d. Manual de Diseño de Obras Civiles. Hidrotecnia. A.1.10. Avenida de Diseño. Instituto de Investigaciones Eléctricas. México 5, D.F. p.A.I. 1.10.1. – 1.10.4.

Comisión Federal de Electricidad. 1980. Manual de Diseño de Obras Civiles. Hidrotecnia. A.2.9. Esguerramiento a Superficie Libre. Instituto de Investigaciones Eléctricas. México 5, D.F. p.A.I. 2.9.1.

Comisión Federal de Electricidad. 1981a. Manual de Diseño de Obras Civiles. Hidrotecnia. A.1.2. Precipitación. Instituto de Investigaciones Eléctricas. México 5, D.F. p.A.I. 1.2.1. – 1.2.8.

Comisión Federal de Electricidad. 1981b. Manual de Diseño de Obras Civiles. Hidrotecnia. A.1.3. Ecurrimientos. Instituto de Investigaciones Eléctricas. México 5, D.F. p.A.I. 1.3.1.

Secretaría de los Recursos Hidráulicos. 1975. Presas de Derivación. Modelo México 4. Plan Nacional de Obras Hidráulicas para el Desarrollo Rural. México D.F.

Secretaría de los Recursos Hidráulicos. 1975. Pequeños Almacenamientos, Plan Nacional de Obras de Riego para el Desarrollo Rural. Talleres Gráficos de la Nación. México 2, D.F. 353 p.

Trueba, C.S. 1971. Hidráulica. Agrónomo – Especialidad en Irrigación- Ing. Projectista de la Universidad DE Recursos Hidráulicos, Méx.- Profesor de Hidráulica en la especialidad de agronomía en la Universidad Nacional de Colombia. Compañía Editorial Continental. S.A. México 22. D.F. p. 29 – 47.

United States Departament of the interior Bureau of Reclamation. 1978. Diseño de Presas Pequeñas. Una publicación Técnica de Recursos Hidráulicos. Compañía Editorial Continental. México 22, D.F. 639 p.

Vega, R.O. et. Al. 1987. Presas de Almacenamiento y Derivación. 5<sup>a</sup> Reimpresión. División de Estudios de Posgraduados, Facultad de Ingeniería de la U.N.A.M.

APRENDICE

PRESA



Aprendice. Levantamiento para determinar el vaso de almacenamiento de la presa



Apéndice. Perfil de la presa





Apéndice. Construcción de la presa.







Presas terminada

