

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"**



**DIVISION DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE.**

**"DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA OBRA HIDROTECNIA
PARA UN SISTEMA DE RIEGO"
(POWEROLL).**

**POR:
JOSÉ IVÁN ROBLERO PÉREZ**

**TESIS.
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO. FEBRERO DEL 2011

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
DIVISION DE INGENIERIA**

**"Diseño y Cálculo de una Obra Hidrotecnia
Para un Sistema de Riego"
(Poweroll).**

TESIS:

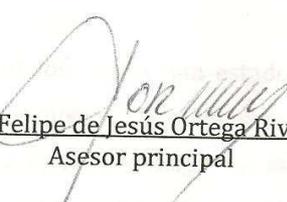
POR:

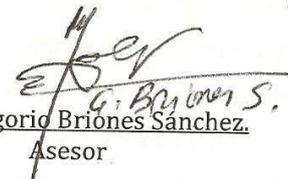
JOSE IVAN ROBLERO PEREZ

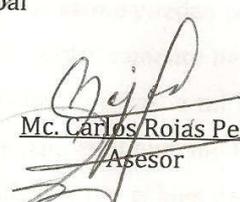
Que somete a consideración del H. Jurado Examinador como Requisito Parcial Para
Obtener el Título de:

INGENIERO AGRONOMO EN IRRIGACION.

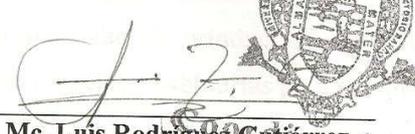
APROBADA.


Dr. Felipe de Jesús Ortega Rivera
Asesor principal


Mc. Gregorio Briones Sánchez.
Asesor


Mc. Carlos Rojas Peña.
Asesor


Mc. Tomas Reyna Cepeda.
Asesor


Mc. Luis Rodríguez Gutiérrez.
Coordinador de división de ingeniería

Buenavista Saltillo Coahuila México. Febrero del 2011.

DEDICATORIAS

“Dedico este proyecto y toda mi carrera universitaria a Dios y a mis padres, por ser quienes han estado a mi lado en todo momento, dándome las fuerzas necesarias para continuar luchando día tras día y seguir adelante rompiendo todas las barreras que se me presentaron.

Le agradezco a mi mamá Sitlaly Antonia Pérez Pérez y mi papá Oscar José Roblero Gálvez, ya que gracias a ellos soy quien soy hoy en día, fueron los que me dieron ese cariño y calor humano necesario, son los que han velado por mi salud, mis estudios, mi educación, alimentación, entre otros, son a ellos a quienes les debo todo, horas de consejos, de regaños, de reprimendas, de tristezas y de alegrías de las cuales estoy muy seguro, que las han hecho con todo el amor del mundo, para formarme como un ser integral y de las cuales me siento extremadamente orgulloso.

A mis hermanos.

Le agradezco a mis hermanos los cuales han estado a mi lado, han compartido todos esos secretos y aventuras que solo se pueden vivir entre hermanos y que han estado siempre alerta, ante cualquier problema que se me puedan presentar, Jesús Ansony Roblero Pérez, Alma Rosa Roblero Pérez, prácticamente hemos vivido las mismas historias, los mismos pesares y las mismas alegrías, a mi hermano José Antonio Roblero Pérez el que ha cuidado de mis padres el que me ha demostrado un amor inigualable, una persona capaz de sacrificarse por el bien de su familia.

A mis abuelos.

Oscar Roblero Salas, Rosalinda Gálvez Hernández, Darinel Pérez Velásquez, Nely Pérez Roblero, Hernestina por haberme brindado su cariño y apoyo durante toda mi vida, así como sus sabios consejos y sabidurías para ser un hombre de bien.

Ubaldo Roblero: por donde quiera que estés abuelo se que velaras por nosotros.

A mis tíos.

A todos los tíos (a) en general por haberme apoyado en las diferentes circunstancias de mi vida.

A las diferentes familias

Familia Roblero, Familia Pérez, Familia Muñiz: por haberme apoyado en varias etapas de mi vida, gracias por sus consejos y comprensión.

Claudia Viridiana Muñiz García y Brandon Yoan .

A Claudia Viridiana Muñiz García mama de mi primer bebé, muchas gracias por todo los momentos felices que hemos pasado juntos deseo muchos más, como el apoyo incondicional que me has brindado en todo momento. A Brandon Yoan porque formas parte de mi vida, eres mi aliento y mi esperanza. Los quiero

A mis amigos.

También les agradezco a mis amigos más cercanos, a esos amigos que siempre me han acompañado y con los cuales he contado desde que los conocí, Julio Cesar Bernabé del Ángel, Saúl García Vázquez, Ermenegildo Días Díaz, Oseas Isau Lorenzo López, grandes amigos por siempre, uno amigos que quiero como a unos hermanos que han vivido conmigo, todas esas aventuras durante nuestra estadía en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Dilmar Adaín Alvares Velázquez, Luis Francisco Trujillo Hernández, compañeros de generación y de casa, grandes amigos quienes me acompañaron en grandes momentos y recuerdos brindándome todo su apoyo en todo la carrea universitaria.

AGRADECIMIENTOS

A Dios primero que nada por permitirme vivir y darme fuerza para alcanzar la meta de terminar mi carrera, que nunca me hizo falta nada, y por todo lo que hace por mi familia.

A mis padres nuevamente por todo lo que me han dado y que este trabajo es gracias a ellos y de ellos por el gran esfuerzo que fue para ambos.

A mi “ALMA MATER” gracias por abrirme sus puertas y dejarme pasar por sus aulas para adquirir conocimientos que son de gran ayuda para mi prosperidad y por muchas cosas más, Narro de corazón.

Dr. Felipe de Jesús Ortega Rivera. Por su apoyo y colaboración incondicional en la elaboración de este trabajo, pero sobre todo por su amistad que me brindo desde siempre y sus sabios concejos, creo que fue uno de los profesores que me ha mostrado la realidad y la practica en el campo laboral.

Mc. Gregorio Briones Sánchez. Por su valioso apoyo con su asesoría en la realización de ésta tesis y más que nada por enseñarme las maravillas de la hidráulica de riegos.

Mc. Tomás Reyna Cepeda. Por su apoyo, comentarios y sugerencias para la culminación de éste trabajo y también por su gran amistad.

Ing. Carlos Rojas Peña. por el valioso apoyo y colaboración incondicional en la elaboración de este trabajo como por sus sugerencias y por su amistad.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Dedicatorias.....	I
Agradecimientos.....	III
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Justificación.....	3
1.2 Objetivos generales.....	4
1.3 Objetivos específicos.....	4
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1 Definición y objetivo de la hidrología.....	5
2.2 Ciclo hidrológico.....	5
2.3 Definición de cuenca.....	6
2.4 Tipos de corrientes.....	6
2.5 Precipitación.....	6
2.6 Tipos de precipitación.....	7
2.7 Clasificación de presas.....	7
Presas de embalse.....	7
Presas de derivación.....	7
2.8 Según como permitan el paso del agua:.....	8
Presas de sección sorda.....	8
Presas de sección vertedora.....	8
Presas de sección mixta.....	8
2.9 Criterios y condiciones para establecer presas por gravedad.....	10
3.0 Obras de excedencia.....	12
3.1 Presa de almacenamiento.....	13
3.2 Definición de términos de presa de almacenamiento.....	13
3.3 Fuerzas que se ejercen sobre la presa.....	15
3.4 Requisitos de estabilidad del muro.....	15
3.5 Vaso de la presa:.....	15
3.5 Obra de toma de la presa.....	16
3.6 Vertedor de demasías.....	16
3.7 Estudio de avenidas.....	17
3.8 Métodos para calcular el gasto de la avenida máxima probable.....	18
3.9 Método directo.....	18
Método de secciones y pendientes.....	18

4.0 Método indirecto.....	18
Curva envolvente:.....	18
Fórmula racional.....	19
4.1 Línea de conducción.....	19
4.2 Sistemas de riego.....	20
4.3 Características de adaptación de los sistemas de riego.....	20
4.3 Ventajas del riego por aspersión.....	21
4.4 Limitaciones del riego por aspersión.....	21
4.5 Componentes del riego por aspersión.....	21
Fuentes de abastecimiento y bomba.....	22
Red de tuberías.....	23
Equipo complementario.....	24
4.6 Clasificación de los diferentes aspersores.....	25
Aspersores de baja presión.....	25
Aspersores de presión intermedia.....	25
Aspersores de alta presión.....	25
4.7 Clasificación de los sistemas de riego por aspersión.....	26
Sistemas estacionarios:.....	27
Sistemas semi-portátiles.....	27
Sistemas portátiles.....	28
Componentes de un powerroll.....	28
4.9 Factores de diseño del sistema del riego por aspersión.....	31
5.0 Hidráulica del riego por aspersión.....	32
5.1 Metodología de diseño del riego por aspersión.....	32
5.2 Cultivo de alfalfa.....	33
6.0 MATERIALES Y METODOS:	35
6.1 Propósito de la obra.....	35
6.2 Climatología.....	35
6.3 Localización.....	35
6.4 Evaporación.....	36
6.5 Vientos.....	36
6.6 Temperaturas.....	36
6.7 Régimen de lluvia.....	37
6.8 Estudio hidrológico.....	37
6.9 Características ambientales.....	42

Vegetación	42
Geología	42
7.0 Características del suelo.....	42
7.8 Cuenca hidrológica	43
7.9 Coeficiente de escurrimientos.....	43
8.0 Escurrimiento media anual.....	44
8.1 Calculo del volumen anual escurrido.....	45
8.2 Calculo del volumen aprovechable media anual.....	45
8.3 Calculo de la avenida máxima.....	46
8.4 Capacidad de almacenamiento.....	48
8.5 DISEÑO DE LA OBRA.	48
8.6 Obra de excedencia.	49
8.7 Estimación de los coeficientes de seguridad del muro de ciclópeo.....	51
8.8 Calculo de la estabilidad del muro.....	52
8.9 Obra de conducción.....	53
10 DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO POWERROLL PARA EL CULTIVO DE ALFALFA	56
10.1 Diseño agronómico del sistema de riego powerroll.....	56
Calculo de la lámina de riego neta:.....	56
Lamina de riego total	57
Frecuencia de riego crítica.....	58
Tiempo mínimo de riego.....	58
Intensidad de precipitación.....	58
Gasto total del sistema:	59
10.2 Diseño hidráulico del sistema de riego (sistema de riego powerroll).	60
Espaciamiento entre líneas rodantes:.....	60
Número total de aspersores.....	60
Gasto del diseño para el aspersor.....	61
Diámetro de cobertura del aspersor (mínimo aceptable).....	62
Caudal requerido para el power roll.....	63
Pérdida de carga en la línea regante powerroll alimentada por el centro.....	64
Pérdida de carga en la línea sub principal.....	64
Pérdida de carga en la línea principal	65
calculo de la potencia de la bomba.....	65
10.3 Rendimiento productivo de alfalfa verde bajo sistema de riego.....	67
10.4 Rendimiento productivo bajo un sistema de riego para el cultivo de alfalfa	68

11 ANALISIS DE PRESUPUESTO	69
11.1 Analisis de presupuesto para la cortina de la presa	69
11.2 Analisis de presupuesto para la linea de conduccion.....	69
11.3 Analisis de presupuesto para el sistema de riego semi-portatil	69
12 INVERSION TOTAL DEL PROYECTO PARA EL EJIDO MACUYU	70
14 CONCLUSIONES	72
15 LITERATURA CITADA	73
16 APENDICE	75
17 APENDICE A (diseño de la presa).....	75
Cortina de la presa vista aguas arriba de la presa del ejido macuyu.....	77
Esquema para determinar la estabilidad del muro.	78
Corte transversal del muro para la retención del agua.....	79
Perfil del arroyo. ejido macuyú, municipio general cepeda	80
Especificaciones de construcción del muro en el ejido macuyu.....	81
17 APENDICE B (diseño del sistema de riego semi portatil poweroll).....	82

RESUMEN

Las presas son estructuras permanentes construidas con piedra, arena y cemento, ubicadas de forma transversal a la corriente dentro de un cauce o una cárcava, con el fin de reducir la velocidad del escurrimiento superficial, retener azolves y almacenar agua. Su uso se recomienda en cárcavas de cualquier tamaño pero con profundidades mayores a 2 metros.

Además no debe de ignorarse que el comportamiento meteorológico es variable y que la estabilidad de los ríos, producto de la capacidad de escurrimiento del agua meteórica de su cuenca, suelen tener para sus distinta magnitud ciclo tornos mucho mayor que el tiempo de registro.

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

Los sistemas de riego presurizado en nuestro país han sido utilizados principalmente en las áreas de bombeo bajo las modalidades de aspersión, microaspersión y goteo para llevar a cabo la realización de los proyectos, en este tipo de riegos deben de considerarse eficiencia de conducción del orden del 98%, eficiencia de distribución cercana al 95%, eficiencia de aplicación del 95% y la eficiencia de uniformidad entre el 80% y el 90%.

Estos tipos de riegos son conocidos mucho tiempo atrás, sin embargo, según la asociación internacional de riegos por aspersión, los sistemas se difunden ampliamente durante la década de los años 70, como resultado del gran avance de los procesos industriales logrados durante la fabricación de tuberías con reducido peso, además de la construcción de dispositivos (aspersores) que proporcionan tasas de precipitación uniforme, de esta forma se han desarrollado sistemas de riego mecanizados que aseguran el control preciso de la lamina de riego aplicada ajustándola a las condiciones edafo climáticas y de cultivo.

Palabras claves:

- ❖ Diseño y Sistemas de Riego.
- ❖ Diseño Agronómico de un Sistema de Riego.
- ❖ Diseño Hidráulico de un Sistema de Riego.
- ❖ Diseño de una Obra Hidrotecnia.

INTRODUCCIÓN.

El agua, elemento indispensable para la vida en general. Actualmente a nivel mundial la falta de agua es uno de los grandes problemas, que tendrán que resolverse presentando alternativas de solución viables. El problema de agua deberá ser objeto de una minuciosa gestión de todas las dependencias, que de alguna manera están relacionadas con la escasez del agua, para consumo humano, en el área urbana y rural, agrícola y pecuario.

A pesar de que el agua cubre dos terceras partes de la superficie de la tierra, el agua dulce disponible es muy pequeña y está repartida de manera muy desigual en el mundo. Actualmente más de mil millones de personas no tienen acceso al agua potable. Entre los factores que influyen sobre la escasez de agua, por un lado se tiene abatimiento de los acuíferos por el uso irracional de ellos y la falta de recarga de los mismos, el crecimiento demográfico, la contaminación y la sequía.

A nivel mundial una manera de resolver la escasez del agua, es de llevarles este preciado líquido en cisternas, utilizando el sistema de bombeo a grandes distancias, construcción de presas para el abastecimiento del agua y otras. En cada uno de los casos lo más recomendable es encontrar una alternativa de solución que tienda a ser la más económica.

Para un uso eficiente del agua en la agricultura. La irrigación tiene como objetivo principal, reponer el nivel óptimo de humedad ocasionado por la insuficiencia pluvial, lo que hace necesario compensar los requerimientos de agua en los cultivos.

Situación actual de la producción por temporal.

Los habitantes de las zonas áridas y semiáridas, tiene como actividad el dedicarse a la agricultura de temporal y al pastoreo de ganado caprino, ovino y vacuno. Actualmente los productores de la llamada agricultura de temporal, 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 del sistema de almacenamiento como son las presas hidrotécnicas.

JUSTIFICACION.

El estudio tiene como meta el desarrollo integral de las zonas áridas porque posee 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 en 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 condición 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 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 el 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 estrategias que formen parte del los progresos en los agricultores.

Las obras hidráulicas tienen como fin resolver las necesidades de la producción agropecuaria, manejando las condiciones socioeconómicas de las comunidades en el campo. Con la aplicación de presas de almacenamiento de agua en las zonas áridas y semiáridas, a futuro se reducirán los índices de siniestabilidad 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, e incrementos en la producción utilizando nuevos métodos necesarios en el campo agrícola, para eficientar el uso racional del agua, utilizando sistemas de riegos necesarios para el apto incremento en las diferentes variedades en los cultivos.

OBJETIVOS GENERALES.

- Aprovechamiento racional del escurrimiento superficial en las zonas de escasa precipitación.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Almacenamiento y conducción del agua de lluvia.
- Aprovechamiento racional del agua mediante un sistema de riego Powerroll, para la producción del cultivo de alfalfa verde en tierras por temporal.
- Asegurar y aumentar el rendimiento en el cultivo de alfalfa y especies forrajeras.
- Incremento en la eficiencia en el uso del agua.

REVISIÓN DE LITERATURA.

Definición y objetivo de la hidrología.

Es una ciencia natural que trata sobre el agua, su ocurrencia, circulación y distribución sobre y debajo de la superficie terrestre. La hidrología es de importancia para todos los problemas que involucran el aprovechamiento del agua. Los principales objetivos de la hidrología, al diseñar una obra de ingeniería, pueden resumirse en dos grandes grupos:

- a) La obtención de la avenida máxima, que con una determinada frecuencia puede ocurrir en un cierto lugar.
- b) Conocimiento de la cantidad, frecuencia y ocurrencia del transporte del agua sobre la superficie terrestre.

Ciclo hidrológico.

El concepto de ciclo se basa en el permanente movimiento o transferencia de las masas de agua, tanto de un punto del planeta a otro, como entre sus diferentes estados (líquido, gaseoso y sólido). Este flujo de agua se produce por dos causas principales: la energía Solar y la gravedad.

Es un término descriptivo aplicable a la circulación general del agua, este ciclo puede empezar con la evaporación de los océanos. El vapor transportado por las masas de aire en movimiento. En determinadas ocasiones el vapor se condensa formando nubes que, a su vez, pueden generar precipitaciones. De la precipitación sobre el terreno, una parte retenida por la superficie otra escurre sobre ella y la sobrante penetra en el suelo. El agua retenida es devuelta a la atmósfera por evaporación y por la transpiración de las plantas.

La parte que escurre sobre la superficie es drenada por arroyos y ríos hasta el océano; aunque parte se pierde por evaporación. El agua que se infiltra satisface la humedad del suelo y abastecen los depósitos subterráneos donde puede fluir hacia corrientes de los ríos, o bien descargar en los océanos; la que queda detenida en la capa vegetal del suelo es regresada a la atmósfera por transpiración. Esta descripción simplifica el ciclo hidrológico, es de tipo cualitativo y ella no se ha

incluido en el tiempo. Por ejemplo, después de ocurrida una tormenta, el efecto inmediato de un río se deja sentir por el escurrimiento superficial, además de existir recarga en el agua subterránea. Puede decirse también que no hay evaporación durante la tormenta, y que toda el agua de lluvia se intercepta, infiltra y escurre superficialmente.

Definición de cuenca.

En el análisis de las características fisiográficas de una cuenca la cual es de importancia fundamental en el proceso del escurrimiento.

La cuenca de drenaje de una corriente es el área que contribuye al escurrimiento y que proporciona parte o el flujo total de la corriente principal y sus tributarios.

Esta definición es compatible con el hecho de que la frontera de una cuenca de drenaje y su correspondiente cuenca de agua subterránea, no necesariamente tiene la misma proyección horizontal. La cuenca de una corriente está limitada por su parteaguas, que es una línea imaginaria que divide a las cuencas adyacentes y distribuye el escurrimiento originado por la precipitación, que en cada sistema de corrientes fluye hacia el punto de salida de la cuenca.

TIPOS DE CORRIENTES.

Efímera: Es aquella que sólo lleva agua cuando llueve.

Intermitente: Lleva agua la mayor parte del tiempo pero principalmente en épocas de lluvias; su aporte cesa cuando el nivel freático desciende por debajo del fondo del cauce.

Perenne: Contiene agua todo el tiempo, ya que el nivel freático permanece por arriba del fondo del cauce.

PRECIPITACIÓN.

Es el agua que recibe la superficie terrestre en cualquier estado físico, proveniente de la atmósfera, la precipitación puede ser por convección, orográfica y ciclónica.

Tipos de precipitación.

Por convección: Es la más común en los trópicos se origina por el levantamiento de masas de aire más ligero y cálido al encontrarse a su alrededor las masas de aire densas y frías.

Orográficas: La precipitación debida al levantamiento del aire producido por las barreras montañosas. El efecto de las montañas ejerce una acción directa de sustentación o se induce a turbulencias y corrientes de convección secundarias, produciéndose un enfriamiento de esta, condensación y precipitación.

Ciclónica: Esta asociada al paso de los ciclones y ligada a los planos de contacto entre masas de aire de diferentes temperaturas y contenidos de humedad. El levantamiento de aire se origina por convergencia horizontal en la entrada de la masa de aire en un área de baja presión.

CLASIFICACIÓN DE PRESAS.

Presas: Las presas son estructuras hidráulicas de contención que permiten conseguir niveles de inundación previstos y el embalsamiento de las aguas.

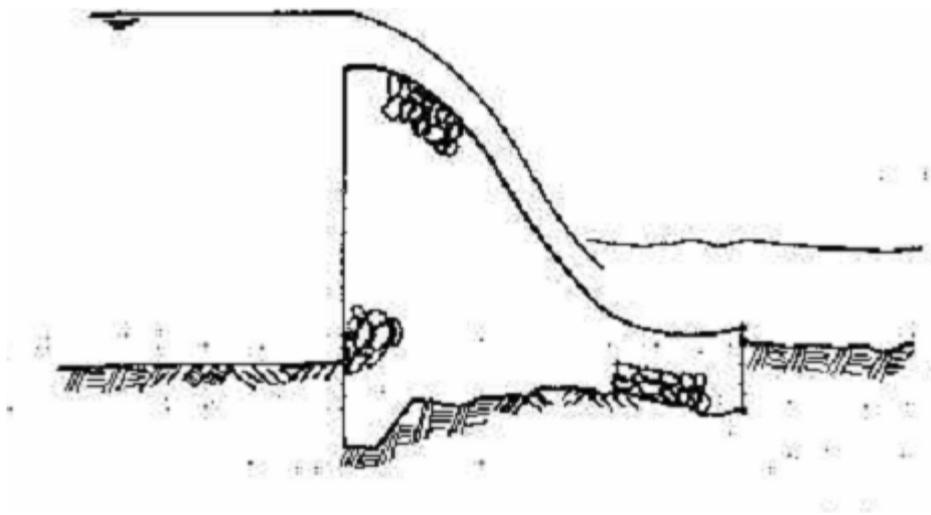
Clasificación.

Según la función:

- Presas de embalse.
- Presas de derivación.

Estos dos tipos de presas, sirven para elevar el nivel del agua y hacer posible su derivación. Las presas de embalse tienen principalmente el objeto de almacenar agua para regular el caudal de un río. Usualmente no están construidas para permitir el vertimiento de las aguas por encima, sino que tienen aliviaderos laterales que sirven para descargar el agua excedente. Esta disposición separada de presa y vertedero, sirve usualmente en el caso de que la presa esté construida por materiales sueltos. Las presas rígidas facilitan combinar en una sola estructura la sección sorda y la sección vertedora, lo cual resulta más económico. Las presas de derivación se disponen preferentemente para elevar el nivel del agua

contribuyendo a incrementar la carga; el almacenamiento de agua es un objetivo secundario.



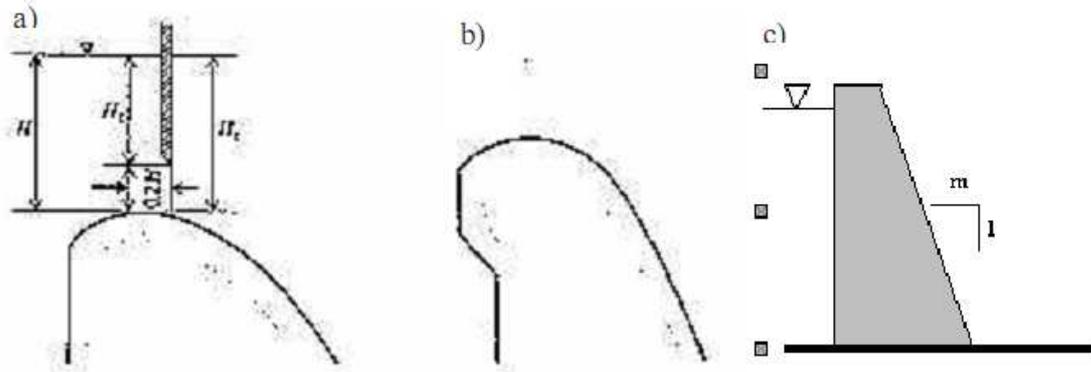
Según como permitan el paso del agua:

- Presas de sección sorda.
- Presas de sección vertedora.
- Presas de sección mixta.

Las presas con sección sorda: No permiten el vertimiento de agua por encima de su estructura. En este caso, el agua se conduce al nivel inferior mediante estructuras de conducción o aliviaderos anexos a la presa.

Las presas vertedoras o hidro-aliviadoras: permiten el paso del agua a través de orificios superficiales alojados en su cuerpo. Las presas de concreto se construyen hidro-aliviadoras y sólo se deja una parte sorda en contacto con las orillas. Presas en concreto con sección sorda se hacen muy pocas.

Las presas con sección mixta. Se construyen de forma que parte de la presa permite el vertimiento del agua y parte no.



Esquema típico de presas a) vertedera móvil, b) vertedera fija y c) presa sorda.
 Novak, p., moffat, a.i.b., nalluri, c. y narayanan, r. 1990.

Según la altura de presión creada por la presa.

- A. Presas altas: Las presas se pueden considerar altas si sobrepasan los 75 m de altura. La seguridad requerida por la presa adquiere más importancia a medida que aumenta su altura.
- B. Presas intermedias: La presión actuante sobre las estructuras es media. Las presas tienen una altura comprendida entre 25 m y 75 m.
- C. Presas bajas: Presas menores de 25 m pueden clasificarse como bajas. Una presa derivadora puede tener alrededor de tres metros de altura. El daño por la falla de una presa baja, puede limitarse a la destrucción de la presa misma.

Según los materiales empleados en la construcción.

Las presas pueden ser de concreto simple, concreto ciclópeo, concreto reforzado, materiales sueltos compactados, gaviones, madera, materiales plásticos para modelaje hidráulico.

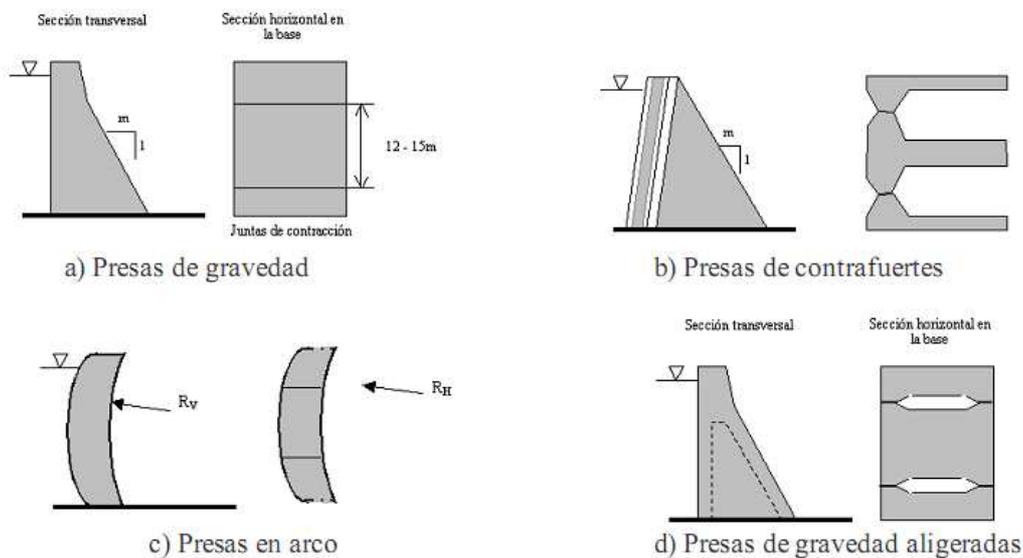
Según la forma de trabajo estructural.

Presas rígidas: Las presas rígidas son básicamente construidas en concreto.

Pueden ser:

- masivas o actuando por gravedad,

- de contrafuertes o presas de gravedad aligeradas,
- de arco o que transmiten las fuerzas lateralmente al cañón rocoso.



Ejemplos de presas rígidas. novak, p., moffat, a.i.b., nalluri, c. y narayanan, r. 1990.

CRITERIOS Y CONDICIONES PARA ESTABLECER PRESAS POR GRAVEDAD.

Las presas se deberán construir al final de una serie de estructuras de control de los escurrimientos y azolves, y en un sitio apropiado tratando de maximizar el vaso de almacenamiento y la vida útil de la presa, ya que de lo contrario se corre el riesgo de que se llene de azolve en muy poco tiempo.

Este tipo de presas pueden construirse en aquellas zonas donde pueda obtenerse piedra de buena calidad y apropiada para trabajos de albañilería; durante su construcción, es conveniente utilizar piedras lo más uniformes posibles, de tal manera que la cantidad de mortero necesario para juntarlas, sea mínimo y permita a su vez un mayor avance de obra por jornada de trabajo.

Para asegurar el éxito de la estructura, hay que darle especial atención a los empotramientos y a la longitud de la base, cuidando que éstos sean lo suficientemente grandes para asegurar la estabilidad de la presa.

También es importante considerar la profundidad del cauce o cárcava ya que a partir de ésta se determina la altura de la presa, el volumen de la obra y su costo.

Por lo general, las presas de mampostería se construyen con la finalidad de cubrir la totalidad de la profundidad de la cárcava.

El diseño del vertedor también es de vital importancia, debido a que es la única forma de paso de los escurrimientos a través de la estructura.

Para realizar el diseño de una presa se deben considerar los siguientes puntos:

- I. Determinar el sitio más adecuado para la construcción de la presa.
- II. Determinar la pendiente del cauce en el sitio seleccionado.
- III. Obtener en campo la sección transversal de la cárcava o del cauce en el sitio donde se desea construir la presa.
- IV. Calcular los gastos de diseño utilizando el método simplificado de las huellas máximas.
- V. Estimar el escurrimiento máximo que tiene lugar en la sección transversal levantada a fin de diseñar la capacidad máxima del vertedor.
- VI. Diseñar el vertedor a fin de satisfacer la capacidad de descarga del escurrimiento máximo.
- VII. Realizar el cálculo estructural de la presa, que constituye el análisis de cada fuerza que actúa sobre el muro y determina la estabilidad de la obra.
- VIII. Considerar el diseño de un colchón hidráulico, a fin de evitar que la fuerza de la caída del agua desalojada a través del vertedor, origine la socavación del lecho aguas abajo y el deterioro de las paredes laterales, que pongan en peligro la estabilidad de la estructura.
- IX. Considerar los empotramientos mínimos requeridos en ambos márgenes de la cárcava, con el fin de evitar filtraciones que debiliten la seguridad de la obra.

- X. Determinar los volúmenes de excavación y de obra que la construcción demande, de acuerdo con la dureza del suelo y las condiciones físicas del lecho del cauce o de la cárcava.

OBRAS DE EXCEDENCIA.

Definición:

El colegio de posgraduados de Chapingo (1980). Define a la obra de excedencia como una estructura que tiene como objeto, proteger al sistema de almacenamiento, permitiendo el paso encausado 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 excedencia que se selecciona 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 utiliza las estructuras conocidas como: lavaderos y vertedores.

Los lavaderos: Son estructuras que constan de un canal de acceso, sección de control, o cresta vertedora y su 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 tiene una pendiente suave en el sitio donde van a quedar alojados los canales de acceso y descarga.

Vertedor tipo Creager: Este tipo de obras de excedencia es una estructura, que consiste en 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 de flujo de agua que se conoce como perfil que 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 del diseño.

PRESA DE ALMACENAMIENTO.

Las presas son estructuras permanentes construidas con piedra, arena y cemento, ubicadas de forma transversal a la corriente dentro de un cauce o una cárcava, con el fin de reducir la velocidad del escurrimiento superficial, retener azolves y almacenar agua. Su uso se recomienda en cárcavas de cualquier tamaño pero con profundidades mayores a 2 metros.

Además no debe de ignorarse que el comportamiento meteorológico es variable y que la estabilidad de los ríos, producto de la capacidad de escurrimiento del agua meteórica de su cuenca, suelen tener para sus distinta magnitud ciclo tornos mucho mayor que el tiempo de registro.

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

Definición de términos de presa de almacenamiento

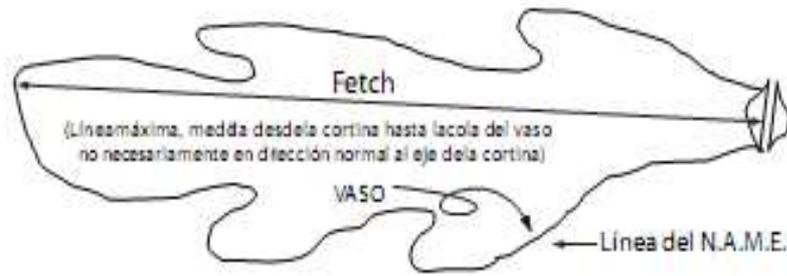
- a) **Cortina:** Estructura que tiene por objeto.
- b) **Corona:** Parte superior de la estructura, generalmente revestida para prevenir el secado del corazón impermeable y proporcionar una vía para el tránsito de vehículos.
- c) **Altura:** Diferencia entre las elevaciones de la corona y el punto más bajo de la cimentación.
- d) **Bordo libre:** Distancia vertical entre el nivel de la corona y el de las aguas máximo extraordinarias (NAME); este último se alcanza cuando el vertedor trabaja a su capacidad límite de descarga. El bordo libre debe de proteger a una presa, con cierto margen de seguridad, de los efectos del oleaje generado por el viento o sismos y tomar en cuenta el asentamiento máximo de la corona.

- e) **Taludes exteriores:** Están relacionados a la clasificación de suelos que se va a usar en la construcción, especialmente suelos impermeables. El talud elegido es estrictamente conservador, y dependen del tipo de cortina y de la naturaleza de los materiales.
- f) **Name:** Nivel de aguas máximas ordinarias. Coincide con la elevación de la cresta del vertedor en el caso de una estructura que derrama libremente; si se tienen compuertas, es el nivel superior de estas.

- **N.A min**=Nivel de almacenamiento mínimo .
- **N.A.N**=Nivel de aguas normales = N.A.M.Q.= Nivel de aguas máximas de operación.
- **N.m.o**=Nivel mínimo de operación (carga mínima de funcionamiento de la O. de T.).
- **N.A.ME** =Nivel de aguas máximas extraordinarias.
- **H**=Carga del vertedor para la avenida máxima de diseño.
- **L.B**=Libre bordo.



- g.) **FETCH**=línea máxima medida desde la cortina hasta la cola del vaso no necesariamente en dirección normal al eje de la cortina.



FUERZAS QUE SE EJERCEN SOBRE LA PRESA.

United State Departamen of the 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 la estructura. Las que deben de considerarse para las presas de gravedad son las debidas a: la presión del agua, o (supresión), la presión de azolve, la presión del hielo, las fuerzas producidas por los terremotos, el peso de las estructuras y las reacciones resultantes de la cimentación. Otras fuerzas, en las que influye el viento y las olas, son significativas para las presas pequeñas y no son necesarias considerarlas en los análisis de estabilidad.

REQUISITOS DE ESTABILIDAD DEL MURO.

United State Departamen of the Bureau of Reclamation (1978), menciona que las presas de concreto de gravedad deben de proyectarse para que persistan, con un amplio factor de seguridad, estas tres causas de construcción: 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 (fuerza desestabilizadora) con aquellas que tienen a contrarrestar el movimiento (fuerzas resistentes) (Lambe y Whitman, 1984).

VASO DE LA PRESA:

Comisión Federal de Electricidad (1980), Manual de Diseño de Obras Civiles Número A.19, menciona que un vaso de almacenamiento cumple una función de regulación, esto es, permiten 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 Diseño 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 basura, escombros y otros flotantes.
- d) Prevenir, o al menos reducir, el azolvamiento de la conducción.

El Colegio de Posgraduados de Chapingo (1980), define a 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 necesaria 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 las pérdidas de carga a través de compuertas, rejillas y transiciones.

CLASIFICACION.

El Colegio de Posgraduados de Chapingo (1980), las clasifica como: obras de toma de válvulas a la salida y obras de toma con muros de cabeza de mampostería y compuestas 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 deben 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 forma el canal de descarga del vertedor, debe 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 el 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 (1980), 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.

La Comisión Federal 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 se puede utilizar para tomarse un parámetro y situar la magnitud de las avenidas, basándose en las hullas máximas dejadas por la corriente y a la topografía de la sección transversal, esto utilizando la formula de Manning bajo ciertas recomendaciones.

Secretaría de los Recursos Hidráulicos (1975), menciona que un gran porcentaje de fracaso en las obras hidráulicas, se debe a la subestimación 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 Secretaría 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 avenidas 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:

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

Donde:

$$C : 0.936/(A)^{0.048}$$

A=área de la cuenca en Km²

Q=gasto máximo por unidad de área de la cuenca en, $\frac{m^3}{s}./km^2$

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:

$$Q_p=(0.278)(C)(i)(A)$$

DONDE:

Q_p= gasto máximo o de pico, en m³/s

C=coeficiente de escurrimiento

i=intensidad media de lluvia para una duración igual a tiempo de concentración de la cueca, en km².

Para estimar el tiempo de concentración se utiliza la formula de Kirpich

$$t_c = \left(80.86 \frac{l^3}{H} \right)^{0.325}$$

Donde:

T_c= tiempo de concentración hr

l=longitud del cauce principal km.

H=desnivel entre los extremos del cauce principal.

LÍNEA DE CONDUCCIÓN.

Tubería con capacidad suficiente para transportar un determinado caudal, desde la obra de toma hasta el tanque de distribución. Las líneas de conducción pueden funcionar por gravedad o por bombeo.

SISTEMAS DE RIEGO.

Los sistemas de riego presurizado en nuestro país han sido utilizados principalmente en las áreas de bombeo bajo las modalidades de aspersión, micro-aspersión y goteo para llevar a cabo la realización de los proyectos, en este tipo de riegos deben de considerarse eficiencia de conducción del orden del 98%, eficiencia de distribución cercana al 95%, eficiencia de aplicación del 95% y la eficiencia de uniformidad entre el 80% y el 90%.

Estos tipos de riegos son conocidos mucho tiempo atrás, sin embargo, según la asociación internacional de riegos por aspersión, los sistemas se difunden ampliamente durante la década de los años 70, como resultado del gran avance de los procesos industriales logrados durante la fabricación de tuberías con reducido peso, además de la construcción de dispositivos (aspersores) que proporcionan tasas de precipitación uniforme, de esta forma se han desarrollado sistemas de riego mecanizados que aseguran el control preciso de la lamina de riego aplicada ajustándola a las condiciones edafo climáticas y de cultivo.

El riego por aspersión, es definido como la aplicación artificial del agua a los cultivos de manera similar a la lluvia, que se forma por impacto de chorro a presión, al ser impulsado através de la boquilla que lanza sobre la paleta del balancín empujándolo hacia un lado por efecto de impulso –momento y quebrando el chorro en gotas de diferentes tamaños (de 1mm hasta 5mm de diámetro).

En este sistema la cantidad de agua aplicada debe de ser mayor a la velocidad de infiltración del suelo para evitar problemas de encharcamiento, escurrimiento y erosión, los sistemas de riego presurizados se caracterizan por que el agua es bombeada, desde la fuente de abastecimiento, conducida y distribuida a través de la red de tuberías, que trabajan a presión hasta el área de cultivo, eliminando en gran medida la acequia y canales que generalmente presentan considerables pérdidas por conducción de agua.

CARACTERISTICAS DE ADAPTACION DE LOS SISTEMA DE RIEGO.

Las condiciones que permiten establecer un sistema de riego por aspersión en alguna de sus modalidades están determinadas por:

Cultivo: Este método se emplea en una gran diversidad de cultivos como forrajes, cereales, cultivos hortícolas, frutales, y otros, a excepción del arroz.

Suelo: Se adapta a todo tipo de suelos, es inadecuado para suelos de muy baja velocidad de infiltración; sin embargo, se puede utilizar desde suelos pocos profundos hasta suelos de alta erodabilidad.

Pendiente: Se utiliza en cualquier topografía especialmente en pendientes fuertes, e irregulares.

Gastos: Se puede instalar en buenas condiciones, cuando la fuente de agua es propiedad del agricultor, aprovechando tanto gastos grandes como relativamente pequeños.

VENTAJAS DEL RIEGO POR ASPERSION.

- Alta eficiencia de aplicación (80%) en relación con el riego por superficie.
- No se requiere la nivelación de tierras.
- Se aprovechan gastos pequeños.
- Control adecuado del agua de riego.
- Bajo costo de mano de obra.
- Se puede utilizar para la protección de heladas.
- Se emplea en cualquier tipo de suelo.
- No se requiere de experiencia para operar el sistema.

LIMITACIONES DEL RIEGO POR ASPERSION.

- Costo de instalación elevado por la inversión inicial.
- Costo de operación alto en los equipos móviles.
- Mala distribución del agua por efecto del viento.
- Afecta a ciertos cultivos cuando están en floración o maduración por el impacto de las gotas.
- Puede provocar la incidencia de enfermedades foliares.
- Requiere de un uso excesivo de energía.

COMPONENTES DEL RIEGO POR ASPERSION.

Un aspecto importante para lograr el buen funcionamiento de los sistemas de riego presurizado es la operación adecuada del equipo, por lo tanto es necesario conocer

y saber el funcionamiento de cada una de las partes que lo componen, dado lo anterior el hombre desempeña un papel básico. Según la Asociación Internacional de Riego por Aspersión, este es un sistema que comprende todo un proyecto definido por la integración de las siguientes partes: fuente de abastecimiento y bomba, red de tuberías, accesorios y equipo complementario.

FUENTES DE ABASTECIMIENTO Y BOMBA.

La fuente es el componente que suministra el agua para riego, ésta puede ser un pozo profundo, río, canal, depósito, estanque, y otros, que son utilizados en el riego de una determinada área, La bomba es considerada como el corazón de los sistemas presurizados, ya que es la encargada de proporcionar la energía para la operación del sistema, y tiene la finalidad de aspirar el agua de la fuente e impulsarla a través del sistema.



Cuando los pozos son perforados en las partes bajas del área de cultivo es necesario bombear en contra de la pendiente, así mismo también se requiere equipo de bombeo cuando se desea elevar el agua y alimentar el sistema desde un río, estanque o lago, cuyo espejo se localiza aguas abajo del área en proyecto.

En algunos casos la fuente de abastecimiento, puede estar topográficamente localizada por encima de las áreas en proyecto, esta condición es favorable para el diseñador, puesto que la “mano de la gravedad” conduce a un sistema más económico y por lo tanto abarata los costos de bombeo. En zonas montañosas muchos sistemas se han presurizado sólo por la acción de la gravedad, ya que aprovecha la diferencia de elevación existente entre el agua de un depósito en la montaña y la zona de riego localizada aguas abajo en el valle.

En estos proyectos para una adecuada cobertura y uniformidad del riego, el desnivel absoluto entre el sistema y la fuente de abastecimiento, debe ser igual a la pérdida por fricción más la carga piezométrica requerida en la boquilla de los aspersores.

La potencia de una bomba, se distribuye en gasto y carga dinámica total de acuerdo a su curva de operación; ésta debe ser consultada antes de adquirir el equipo. Usualmente, cuando se bombea el agua de estanques superficiales, ríos y pilas, ésta se realiza mediante bombas centrífugas.

Una bomba centrífuga (horizontal) comúnmente se instala fuera del cuerpo de agua, por lo tanto tiene que ser cebada ya que el tubo de succión y la voluta no están cavados, si no se realiza el cavado de la bomba puede averiarse seriamente, ya que el impulsor es revolucionado en seco, como restricción de diseño, la altura de succión no debe ser mayor que la carga positiva neta disponible (NPSHA) en el sitio de instalación; por ejemplo al nivel del mar y 60 ° F la altura de succión no deberá exceder aproximadamente de 7.0 mca y como norma de diseño una bomba se selecciona con un NPSH requerido < NPSHA disponible.

Las bombas de turbina (verticales) de pozo profundo, van sumergidas en el cuerpo de agua y se usan para extraerla de los acuíferos, pueden ser accionados con flecha girada por un motor eléctrico desde la superficie (cabezal de descarga); aunque también la flecha de la bomba puede revolucionarse con un motor de combustión interna.

Últimamente se está generalizando la utilización de bombas sumergibles con motor integrado al cuerpo de impulsores, éstas son accionadas mediante electricidad a través de un cable sumergible, que baja al fondo del pozo desde la superficie del campo donde están instalados los transformadores de corriente eléctrica. Algunos de los principales enemigos de las bombas son la cavitación y el golpe de ariete.

RED DE TUBERIAS.

La red de tuberías en un sistema de riego por aspersion, lo integran todas aquellas partes que conducen el agua desde la fuente de abastecimiento hasta el área de

cultivo. De acuerdo a su posición y a la función que realizan en el sistema se clasifican en: Tuberías de conducción, tuberías principales y tuberías laterales.

Las tuberías de conducción, son el conjunto de tuberías encargadas de conducir el agua de la fuente de abastecimiento, hasta las secciones de riego donde son conectadas a las líneas principales, este tipo de tuberías generalmente son fabricadas de PVC (clases 100, 125 y 160), de fierro y asbesto cemento.

Las tuberías principales, se conectan a la de conducción y son las encargadas de suministrar el agua a las diversas tuberías laterales que estén trabajando a un mismo tiempo, estas tuberías pueden ser de polietileno o aluminio dependiendo del tipo de sistema que se instale.

Las tuberías laterales en los sistemas de aspersión, son aquellas que tienen como función conducir el agua, que será aplicada directamente a los cultivos a través de los aspersores que se encuentran integrados a la tubería; cada aspersor es considerado como una salida, por lo tanto existen varias salidas múltiples.

Las tuberías pueden ser fijas o portátiles, dependiendo del tipo de sistema de riego, éstas son fabricadas de aluminio y funcionan con flujo turbulento a alta presión, estos materiales se caracterizan por su bajo peso lo que permiten su traslado con facilidad en el campo.

EQUIPO COMPLEMENTARIO.

Los componentes más importantes en un sistema de riego por aspersión lo constituyen los aspersores, estos dispositivos funcionan como orificios a presión al lanzar el agua en forma de chorro, la cual al entrar en contacto con el aire se transforma en pequeñas gotas que generan la lluvia artificial distribuyéndola directamente sobre la superficie del cultivo. Generalmente el patrón de mojado es circular, sin embargo, existen aspersores que pueden mojar sectores de círculo mediante un mecanismo de regulación.

Actualmente se fabrican aspersores en una gran variedad de modelos, que agrupados por el tipo de mecanismo de rotación para asperjar el agua siendo éstos: de balancín, de engranes y de brazo oscilante. La mayor parte de los aspersores que existen para uso agrícola son los de tipo giratorio, su movimiento

intermitente se efectúa por el impulso que ocasiona el impacto del agua al salir a presión y chocar sobre el balancín o paleta del aspersor desplazándolo angularmente que a la vez es activado por un resorte.

Se han desarrollado diferentes tipos de aspersores, en cuanto a características, tamaño y presión; sin embargo, la diferencia principal estriba en la intensidad de precipitación, radio de alcance y distribución de la lluvia, lo anterior permite seleccionar el aspersor más adecuado para un diseño.

CLASIFICACIÓN DE LOS DIFERENTES ASPERSORES

Aspersores de baja presión.

Este tipo de aspersores funciona a una presión de trabajo que se encuentra entre 1 y 2 atmósferas, son diseñados especialmente para el riego de árboles frutales o para cultivos anuales, se caracterizan por tener un radio de cobertura limitada.

Aspersores de presión intermedia.

Para que trabajen estos aspersores es necesario proporcionar una presión requerida de trabajo que se encuentra entre 2 y 4 atmósferas, comúnmente son fabricados con dos boquillas, así mismo se pueden utilizar en todo tipo de suelos y cultivos, su diámetro de mojado varía de 21 a 39 m.

Aspersores de alta presión.

Los aspersores de este tipo requieren para su funcionamiento, una presión que se encuentre entre 4 y 7 atmósferas. Son considerados como aspersores gigantes, ya que se adaptan especialmente para cultivos de elevado tamaño, y su diámetro de humedecimiento varía entre 60 y 150 m.

Accesorios. El equipo está constituido por una gran cantidad de elementos adicionales que constituyen de alguna forma integración total de sistema; dentro de los principales accesorios se tienen:

Mangueras flexibles de acoplamiento rápido, este elemento es utilizado para tomar el agua de la fuente de almacenamiento, hidratante o canal mediante una motobomba móvil.

Coples: estos equipos permiten adaptar la unión de tramos de tuberías, aún cuando existan irregularidades en el terreno, éstos pueden ser de dos tipos: de palanca e hidráulico automático.

Válvulas: Son los dispositivos que permiten el paso del agua hacia las líneas y pueden ser de diferentes tipos, de globo, de paso, compuerta, mariposa, arranque y otras.

Hidrantes: son los accesorios que van instalados en las líneas de conducción y son utilizados para realizar la toma de agua al abrir las válvulas de arranque.

Empaques: estos permiten el sellado completo de las tuberías por acción de la presión del agua.

Reguladores de presión: son válvulas que mantienen una presión reducida en la salida a pesar de la alta presión que existe en la tubería principal.

Abrazadera y gancho. Equipo de enganche mecánico para laterales de aluminio.

Tapones: son accesorios se localizan en la parte final de la tubería para impedir la salida del agua.

Manómetros: son aparatos de monitoreo básicos durante la operación ya que permiten checar constantemente la presión de trabajo que tiene el sistema.

Aliviadores de presión: estas válvulas de resorte sirven para proteger (previa calibración) al sistema del golpe de ariete.

Válvulas de admisión de aire: estas válvulas evitan el colapso de las tuberías sub-principales al apagar la bomba.

CLASIFICACION DE LOS SISTEMAS DE RIEGO POR ASPERSION.

Los sistemas de riego por aspersión son clasificados principalmente, de acuerdo al movimiento (total o parcial) de la porta-aspersores del equipo o de alguno de sus componentes, basándose en este criterio los sistemas de riego se clasifican, en estacionario, subdividiéndose en permanente, semiportátil y completamente portátil y de movimiento mecánicos continuo que se subdividen en (cañón viajero, pivote central, avance frontal).

Sistemas estacionarios:

Estos sistemas se caracterizan porque la tubería lateral permanece fija mientras que los aspersores aplican el agua de riego, al concluir el tiempo de riego la bomba se apaga, el equipo se drena, posteriormente las tuberías porta-aspersores son colocadas en la siguiente posición de riego.



Sistema permanente.

En este tipo de sistemas todas las tuberías son fijas (conducción, principales y laterales) y por lo general se encuentran enterradas, son usados principalmente en huertas, parques, campos deportivos, jardines, praderas, y otros.



Sistemas semi-portatiles.

Los sistemas semi-portátiles se caracterizan porque sus componentes, como la bomba y tuberías de conducción, permanecen fijas, sin embargo, en este tipo existen dos variantes:

a). Cuando todas las tuberías (principales y laterales) del sistema de riego son de aluminio y se pueden mover mecánicamente de una sección de riego a otra durante el ciclo de riego como es el caso del Side-roll.

b). Cuando las tuberías (conducción y principal o de distribución) se encuentran enterradas, el lateral se alimenta de un hidrante y se puede mover en forma manual de una posición a la siguiente.



Sistemas portátiles.

Son aquellos sistemas en los cuales todas las tuberías incluyendo en algunos casos la bomba presentan movimiento, ya que pueden ser transportados para realizar el riego en áreas diferentes, el cambio de equipos se realiza manual o mecánicamente mediante un motor de remolque.

En los sistemas de movimiento mecánico continuo, los aspersores riegan conforme la tubería lateral avanza, ya sea en círculo como es el caso del pivote central; o en línea recta tal es el caso de los sistemas de riego de avance frontal y cañón viajero.

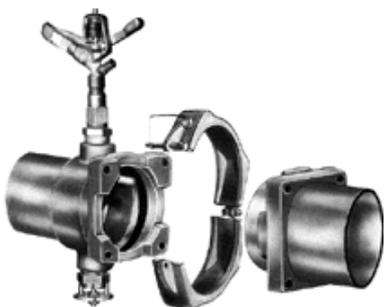
COMPONENTES DE UN POWERROLL.



La unidad motriz Powerroll, de Wade Rain, con transmisión hidrostática, combinada con un gran chasis de doble raíl, permite salir del fango a plena potencia, baja velocidad y permitir una alta velocidad en suelo seco. El operador tiene un mejor control con el rango de

potencia ajustable de la transmisión hidrostática. Una mayor potencia entregada si se le compara con las unidades hidráulicas.

POWERROLL PERMITE DOS ACOPLADORES.



ACOPLAMIENTO DE AGARRADERA

Cierre de banda de conexión rápida. Ambas opciones, con banda conectora de cierre, proporcionan adaptabilidad completa y confiabilidad para una amplia gama de operaciones. Ambos acoplamientos Wade Rain, para líneas rodantes de riego, significan ahorro de tiempo y dinero.



ACOPLAMIENTO DE AGARRADERA

Facilidad al armar y desarmar la línea. Acoplamientos macho-hembra significan mayor facilidad de conexión y desconexión. El sellaje no depende de la presión del cierre. Las juntas empotradas no saltan cuando el acoplamiento se desconecta.

Ambos acoplamientos en los mismos tamaños y tipos. Están disponibles en tamaños de 4 y 5 pulgadas, en dos tipos: atornillados y de cierre. Y ambos acoplamientos están fabricados de aluminio fundido: fuerte, liviano y resistente a la corrosión.

Juntas con auto-drenaje. Sellaje hermético bajo presión. La junta se laxa y permite el drenaje cuando la presión cesa. Estas juntas, de por sí duraderas, no quedan bajo presión cuando la línea está vacía, por lo que mantiene la elasticidad durante años.

Patente Wade para válvulas con auto-drenaje. Drenan rápido y completamente. Sellan automáticamente. Fabricadas de aluminio moldeado que las hace livianas y fuertes. La válvula es auto-alineada, no presenta salideros cuando la línea no está bien alineada. El sellaje de la línea no depende de la presión del cierre.

RUEDAS POWEROLL



Los aros resistentes con corrugado profundo dan mayor resistencia aún teniendo menor peso. El diseño ayuda a que las ruedas soporten la acción del suelo rocoso y a que no se deformen cuando se les aplica una carga axial.

Las ligeras ruedas Poweroll reducen el peso de la línea, ayudando al operador a mover la línea con facilidad para mantenerla recta.

Las ruedas Poweroll están disponibles en tres diámetros: 57", 64", 76".

BARRA ESTABILIZADORA Y ANCLAJE



Ayudan a llevar a todos los aspersores a una posición vertical para un riego más eficiente y uniforme. Impiden la rotación inversa de la línea. Ayuda a mantener todas las ruedas y la línea en posición cuando hay viento o cuando se trabaja en pendientes.

NIVELADOR DEL ASPERSOR



Este dispositivo lleva automáticamente a todos los aspersores de la línea a una posición vertical cuando la línea se mueve a una nueva posición, ahorrando tiempo y asegurando un riego más eficiente

POWEROLL

Está probado que el riego es una de las mejores vías para incrementar el rendimiento y las ganancias en los cultivos. El riego por aspersión Powerroll es la manera ideal para hacer crecer los cultivos, al mismo tiempo que conserva los valiosos y escasos recursos acuíferos. Con los sistemas mecanizados de riego por aspersión, se suministra agua cuando se necesita, donde se necesita y en las cantidades adecuadas.



FACTORES DE DISEÑO DEL SISTEMA DEL RIEGO POR ASPERSION POWEROLL PARA EL CULTIVO DE ALFALFA.

El procedimiento de diseño de los sistemas de riego por aspersión sigue prácticamente el mismo principio, sin embargo, es necesario realizar ciertos ajustes de acuerdo al tipo de sistema. El diseño de un sistema de riego por aspersión requiere del conocimiento de algunos factores básicos, que están comúnmente relacionados con el agua, suelo, cultivo y clima, los cuales son necesarios para poder elaborar una correcta aplicación del agua de riego a los cultivos.

Dentro de los principales factores que se tienen que conocer son los siguientes: plano topográfico, fuentes de abastecimiento, localización, gasto disponible, lámina de riego, frecuencia de riego, tipo de suelo, infiltración básica, cultivo, consumo máximo o evapotranspiración, trazo del sistema, velocidad de viento, dirección del viento, tiempo de trabajo, movimiento de sistema.

HIDRAULICA DEL RIEGO POR ASPERSION.

Los conceptos de la mecánica de fluidos, proporcionan los conocimientos necesarios para proyectar los equipos de riego por aspersión, existen algunas variantes que se analizan como un punto especial de la hidráulica; sin embargo, el análisis de la hidráulica del riego por aspersión, se basa principalmente en el conocimiento e identificación de las pérdidas de carga ocurridas, en las tuberías ya sean superficiales o subterráneas, para determinarlas se pueden aplicar cualquiera de los modelos propuestos por Darcy - Weisbach, Chezy, Manning o Hazen - Williams, así mismo es importante conocer las relaciones que existe entre la descarga y presión de trabajo de los aspersores, es importante incorporar el principio de Continuidad, la Ecuación de Torricelli, el Teorema de Bernoulli, Formulas de Potencia y Tablas de conversión.

Esta relación en el diseño de equipos de aspersión, debe tolerar una diferencia de presión del 20% entre el primero y el último aspersor de la línea, lo que se traduce en una variación del 10% en el gasto conducido.

METODOLOGIA DE DISEÑO DEL RIEGO POR ASPERSION.

La metodología de diseño en un sistema de riego por aspersión puede ser dividida en dos partes principalmente; el diseño preliminar; que consiste en establecer una serie de condiciones para definir el diseño y el diseño final que consiste en realizar los ajustes necesarios a las condiciones inicialmente establecidas en el diseño preliminar, por ejemplo redondear el número de laterales, corregir la descarga del aspersor, ajustar la presión de operación a los diámetros de tuberías y otros.

En forma integral, el diseño consiste en dimensionar la red de tuberías de acuerdo a las características de campo, seleccionar los diámetros y aspersores que satisfagan las necesidades de agua en el sistema de acuerdo al plan operativo. El trazo del sistema consiste en determinar la orientación de las tuberías sobre el campo, por lo general, las tuberías de conducción y principales se deben colocar, en el sentido predominante de la pendiente natural y dividiendo el terreno en forma uniforme y las laterales paralelamente a esta, cuando sea posible seleccionar la ubicación de la bomba se recomienda colocarla al centro del campo para minimizar costos de tubería y energía.

En términos generales para realizar el diseño de los sistemas de riego por aspersión es necesario definir lo siguiente; trazo del sistema, área regable, selección del aspersor y su espaciamientos entre aspersores y laterales, selección de tuberías (conducción, principal y lateral) y selección de la bomba.

CULTIVO DE ALFALFA.

Descripción:

Planta herbácea que alcanza hasta 1 m de altura. Tiene hojas pequeñas de color verde brillante; las flores son azules o violetas y originan frutos en forma de vaina. La Alfalfa una de las plantas forrajeras más importantes, es rica en proteínas, minerales y vitaminas. Debido a que su raíz puede introducirse a gran profundidad, puede alcanzar cualquier reserva de nutrientes y soportar sequías extremas.

Clima.

La semilla germina a temperaturas de 2 a 3°C, siempre que las demás condiciones ambientales lo permitan. A medida que se incrementa la temperatura la germinación es más rápida hasta alcanzar un óptimo a los 28 a 30°C. Si la temperatura es superior a 38 °C, resultan letales para las plántulas. Al comenzar el invierno detienen su crecimiento hasta la llegada de la primavera cuando comienzan a rebrotar. Existen variedades de Alfalfa que toleran temperaturas muy bajas (-10°C). La temperatura media anual para la producción forrajera está en torno a los 15 °C. Siendo el rango óptimo de temperaturas, según las variedades de 18 a 28 °C.

Siembra.

La Alfalfa puede sembrarse en otoño-invierno, en las regiones de inviernos fríos, suelen hacerse siembras de primavera, pero el momento óptimo es al terminar el verano o comienzo del invierno, con el fin de conseguir la completa germinación de las semillas antes de las heladas. Dependiendo de la zona, la época de siembra varía. Se recomienda sembrar entre septiembre y noviembre.

Cosecha.

Realizar el corte cuando el alfalfar presente de 10 al 15% de floración durante el verano, en invierno el corte se realiza cuando el brote alcanza una altura de 35 cm. La Alfalfa se cosecha al 55-60% de humedad. Se puede realizar en silos de trinchera, vertical o en bolsas de PVC. Se recomienda el uso de inoculantes para mejorar el ensilado y así tenga un mejor valor alimenticio.

Usos.

Consumo forrajero verde o seca (deshidratada), en forma achicalada (pacas); una vez seca y almacenada, se utiliza como alimento de ganado vacuno, ovino, porcino, caballos y aves de corral. Sus brotes tiernos se usan a menudo en ensaladas. El uso de la Alfalfa como heno es característico de regiones con elevadas horas de radiación solar, escasas precipitaciones y elevadas temperaturas durante el periodo productivo. El proceso de henificado implica cambios físicos, químicos y microbiológicos que producen alteraciones, en la digestibilidad de la materia orgánica del forraje respecto al forraje verde.

Nombre científico. Medicago sativa

MATERIALES Y METODOS:

I. Aspectos generales.

Nombre de la obra: Macuyú.

Municipio: General Cepeda.

Estado: Coahuila.

Inversión: \$ 1,460,364.87

Finalidad de la obra: almacenar y derivar el agua de pequeños manantiales para la conducción y aprovechamiento del agua mediante un sistema de riego.

II. Propósito de la obra.

Convertir las tierras de agricultura de temporal a riego mediante el aprovechamiento de escurrimiento superficial, se hace necesario aplicar nuevas tecnologías para aprovechar mejor las escasas y erráticas precipitaciones que se presentan en la región, motivo por el cual se propone la construcción de presas hidrotécnicas en arroyos con pequeños manantiales. Para después conducir las áreas de siembras mediante una línea de conducción y un sistema de riego para el mejor aprovechamiento y eficiencia en el uso del agua.

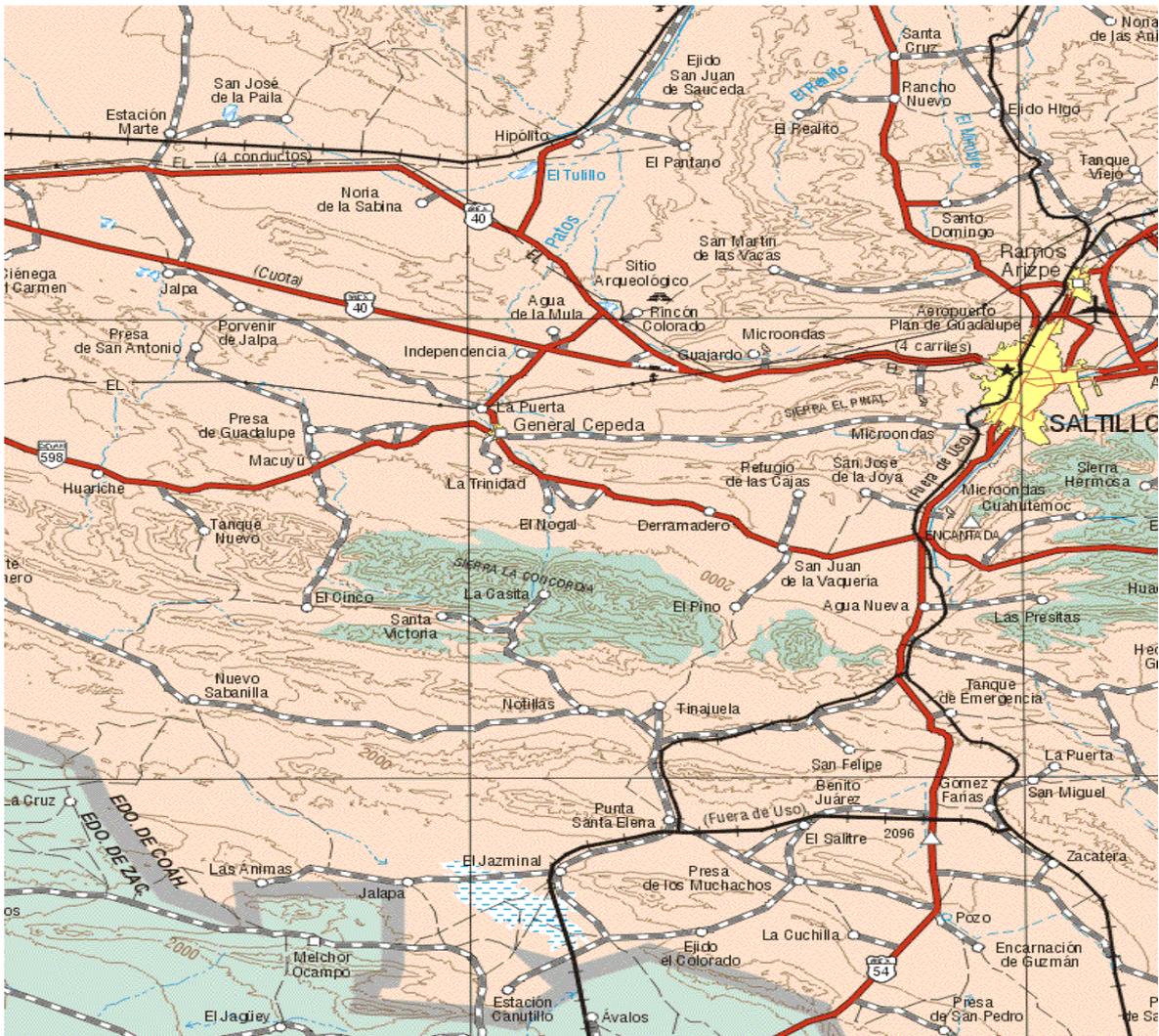
III. Climatología.

El clima de la región es BSO hx', que se ubica dentro de los subtipos secos y semicalidos, con lluvias predominantes en el periodo de mayo-septiembre. El tipo de suelo es franco-limoso y la vegetación es predominantemente matorral inerme y subinerme y de crasorosulifolius. Su precipitación medio anual es de 360 mm.

IV. Localización.

Esta presa hidrotécnica de ciclópeo se pretende construir en la unión de los arroyos La Yegua y El Chivo del ejido Macuyú el cual se localiza a 20 kilómetros de

la cabecera municipal de General Cepeda. Su ubicación geográfica es 25°23'00" latitud norte y 102°20'00" longitud oeste, se localiza a 1050 m.s.n.m.



Evaporación.

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

Vientos.

Los vientos predominantes soplan en dirección al norte con velocidad de 8 km/h

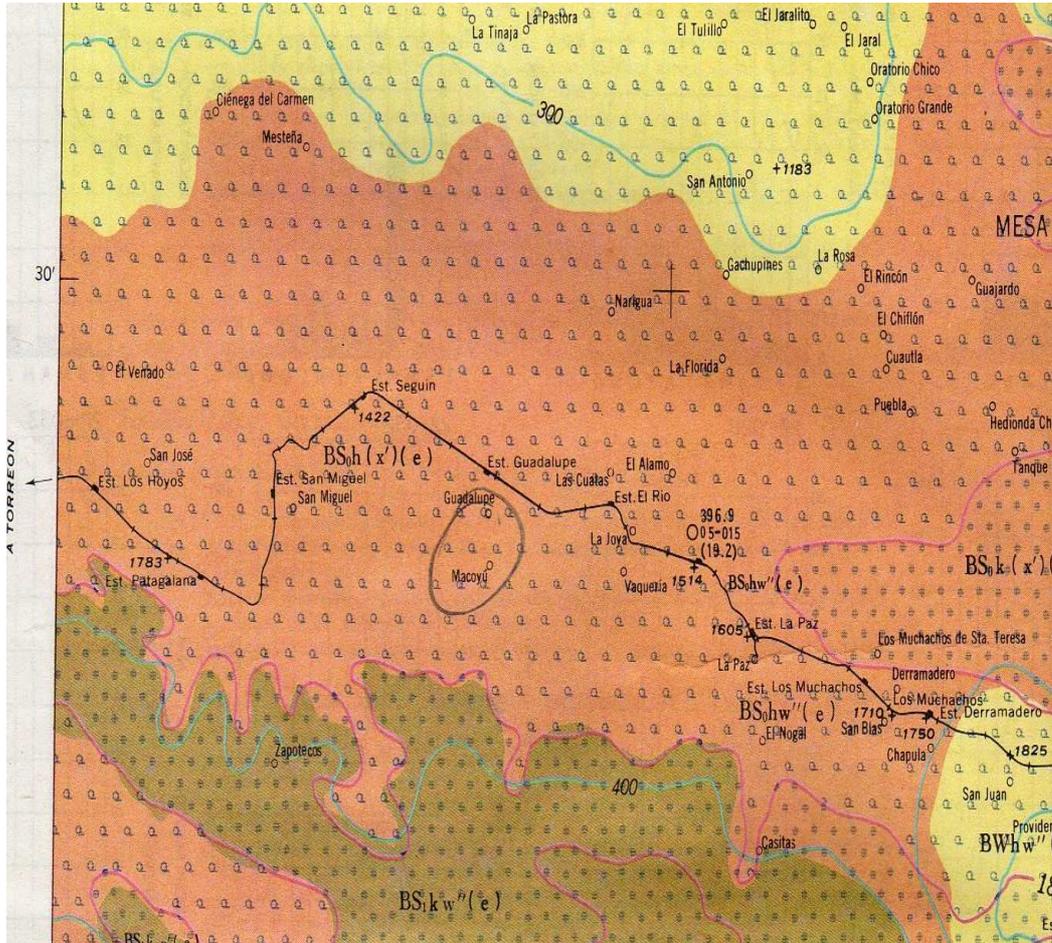
Temperaturas.

Las temperatura es extremosa varia considerablemente en algunas épocas del año, alcanzando 35 en verano y con invierno con temperaturas de 6º bajo cero, considerando esto se alcanza una media anual de 14 a18.

Régimen de lluvia.

La precipitación media anual de esta región oscila entre 300 y 400 mm. La época de lluvia va de mayo a septiembre el mes con más lluvias abundantes es mayo el mes más seco es agosto.

Cartografía de climas.



ESTUDIO HIDROLOGICO.

Para el análisis del estudio hidrológico se tomaron en cuenta los datos de la precipitación de esa región en el municipio de general cepeda, lo cual se describe en el cuadro 1. Conforme a las precipitaciones mostradas, se obtuvieron el periodo de retorno de lluvias máximas. Las curvas de probabilidad de precipitaciones de la zona se encuentran en el apéndice.

Cuadro.1 Precipitación media anual histórica de la estación climatológica del municipio de general cepeda Coahuila.

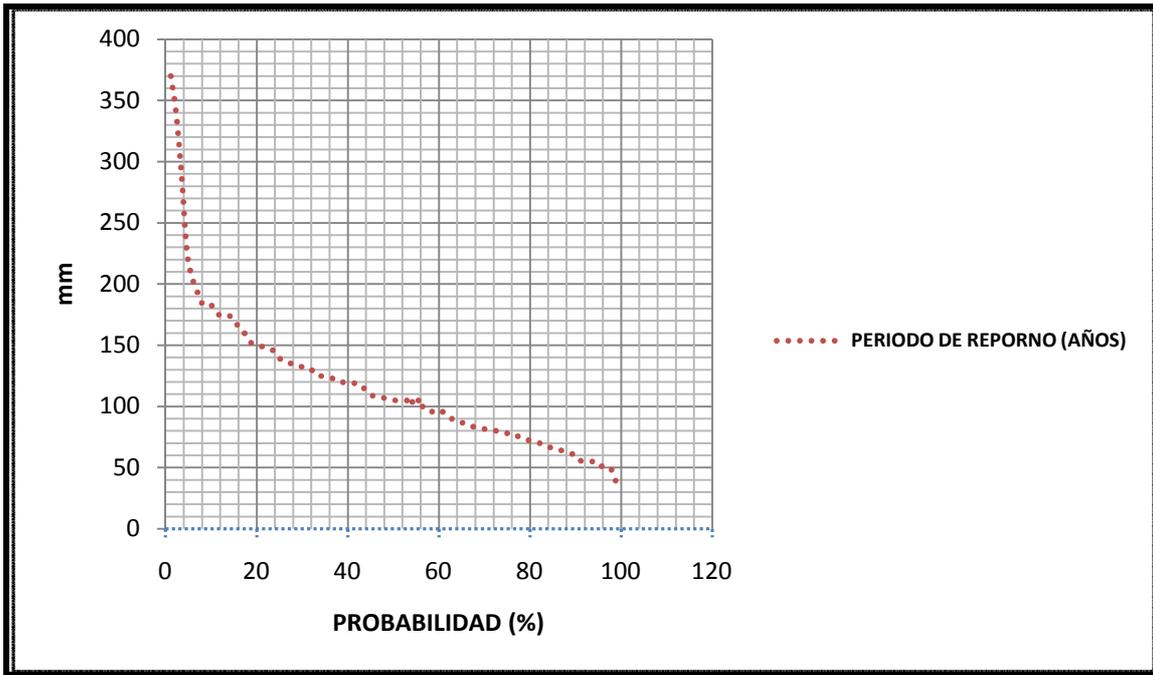
DATOS DE PRECIPITACION MENSUAL POR AÑO Y MEDIA ANUAL mm													
ESTACION CLIMATOLOGICA GENERAL CEPEDA													
LATITUD: 25° 22' 59"				LONGITUD: 101° 28' 32"				ALTITUD:1400 mts					
MUNICIPIO: GENERAL							ESTADO: COAHUILA						
CEPEADA													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA ANUAL
1926	6,2	7,0	4,0	5,0	13,0	31,0	51,0	74,0	27,0	8,0	0,0	0,0	226,2
1927	0,0	4,0	0,0	13,0	10,0	80,0	149,0	75,0	95,0	7,0	5,0	29,0	467,0
1928	22,0	11,0	15,0	INAP	27,0	13,0	104,0	61,0	80,0	16,0	12,0	33,0	372,0
1929	20,0	0,0	INAP	INAP	23,0	3,0	97,0	20,0	40,0	11,0	370,0	7,0	591,0
1930	12,0	12,0	2,0	9,0	38,0	60,0	135,0	47,0	12,0	119,0	55,0	29,0	530,0
1931	49,0	37,0	4,0	11,0	35,0	59,0	339,0	65,0	19,0	12,0	inap	37,0	667,0
1932	INAP	21,0	8,0	INAP	INAP	60,0	50,0	77,0	168,0	INAP	19,0	0,0	403,0
1933	0,0	29,0	3,0	9,0	INAP	82,0	43,0	99,0	174,0	81,0	6,0	0,0	526,0
1934	7,0	2,0	0,0	9,0	9,0	57,0	78,0	64,0	65,0	30,0	0,0	5,0	326,0
1935	19,0	25,0	5,0	0,0	13,0	123,0	101,0	16,0	193,0	21,0	0,0	16,0	532,0
1936	1,0	0,0	4,0	8,0	55,0	0,0	119,0	58,0	39,0	10,0	21,0	17,0	332,0
1937	13,0	11,0	2,0	0,0	31,0	74,0	69,0	45,0	91,0	13,0	INAP	17,0	366,0
1938	INAP	INAP	5,0	3,0	23,0	110,0	140,0	107,0	44,0	INAP	23,0	24,0	479,0
1939	22,0	INAP	28,0	6,0	36,0	87,0	105,0	106,0	133,0	117,0	INAP	17,0	657,0
1940	17,0	15,0	5,0	0,0	26,0	82,0	99,0	226,0	30,0	30,0	29,0	54,0	613,0
1941	60,0	40,0	25,0	23,0	22,0	102,0	52,0	146,0	41,0	55,0	33,0	46,0	645,0
1942	13,0	21,0	9,0	INAP	8,0	58,0	95,0	91,0	183,0	86,0	1,0	INAP	565,0
1943	31,0	INAP	INAP	25,0	10,0	57,0	100,0	21,0	93,0	37,0	13,0	16,0	403,0
1944	7,0	7,0	19,0	0,0	8,0	40,0	37,0	132,0	63,0	7,0	23,0	3,0	346,0
1945	18,0	30,0	INAP	2,0	10,0	33,0	147,0	79,0	25,0	10,0	0,0	8,0	362,0
1946	13,0	3,0	1,0	68,0	18,0	40,0	89,0	82,0	55,0	49,0	26,0	13,0	457,0
1947	29,0	3,0	INAP	22,0	27,0	98,0	64,0	98,0	80,0	4,0	19,0	10,0	454,0
1948	13,0	5,0	8,0	3,0	20,0	52,0	50,0	25,0	205,0	46,0	3,0	1,0	431,0
1949	4,0	3,0	INAP	5,0	15,0	95,0	32,0	37,0	50,0	56,0	0,0	8,0	305,0
1950	INAP	INAP	24,0	10,0	31,0	10,0	138,0	113,0	49,0	11,0	INAP	0,0	386,0
1951	0,0	0,0	31,0	3,0	18,0	28,0	12,0	15,0	103,0	37,0	10,0	10,0	267,0
1952	0,0	INAP	0,0	16,0	12,0	83,0	54,0	12,0	12,0	0,0	0,0	2,0	191,0
1953	0,0	10,0	0,0	0,0	0,0	33,0	47,0	75,0	6,0	66,0	0,0	30,0	267,0
1954	0,0	0,0	0,0	15,0	15,0	30,0	30,0	54,0	24,0	20,0	5,0	0,0	193,0
1955	2,0	6,0	0,0	0,0	51,0	3,0	104,0	111,0	21,0	0,0	15,0	0,0	313,0
1956	0,0	0,0	0,0	6,0	12,0	12,0	80,0	29,0	10,0	10,0	12,0	0,0	171,0
1957	0,0	25,0	0,0	0,0	36,0	0,0	39,0	21,0	30,0	11,0	10,0	0,0	172,0
1958	5,0	5,0	0,0	0,0	7,0	106,0	5,0	58,0	81,0	120,0	30,0	16,0	433,0
1959	0,0	90,0	0,0	0,0	73,0	2,0	123,0	100,0	55,0	105,0	10,0	5,0	563,0
1960	7,0	15,0	0,0	5,0	0,0	5,0	75,0	115,0	15,0	30,0	0,0	25,0	292,0
1961	20,3	15,0	20,0	0,0	6,9	78,0	60,0	105,0	34,0	0,0	15,0	0,0	354,2
1962	20,0	10,0	10,0	20,0	0,0	35,0	30,0	65,0	45,0	0,0	14,0	39,5	288,5
1963	20,0	6,0	22,0	37,0	35,0	182,0	50,0	40,0	130,0	20,0	35,0	25,0	602,0

1964	0,0	10,0	35,0	35,0	45,0	32,0	45,0	20,0	125,0	17,5	32,0	7,5	404,0
1965	8,5	6,0	2,0	7,5	23,5	82,5	53,0	30,5	52,5	25,5	19,0	32,0	342,5
1966	51,0	14,0	6,0	27,8	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	98,8
1967	S/D	S/D	43,5	33,0	0,0	54,0	50,5	124,0	122,5	46,5	1,0	4,5	479,5
1968	S/D	S/D	12,5	22,0	16,0	38,0	79,0	174,0	151,0	1,0	7,0	5,0	505,5
1969	1,0	3,0	0,0	0,0	9,0	55,0	84,0	74,0	3,0	3,5	31,0	30,0	293,5
1970	17,0	28,0	0,0	0,0	4,0	46,0	48,0	40,0	69,0	4,0	0,0	0,0	256,0
1971	2,0	0,0	0,0	0,0	17,0	123,0	108,5	108,0	77,5	82,0	0,0	5,0	523,0
1972	1,0	1,0	1,0	11,0	55,0	82,0	88,0	108,0	23,0	6,0	13,0	3,0	392,0
1973	3,0	34,0	0,0	2,0	17,0	72,0	48,0	155,0	158,0	69,0	0,0	5,0	563,0
1974	4,0	0,0	12,0	4,0	2,0	13,0	54,0	56,0	81,0	27,0	7,0	11,0	271,0
1975	2,0	4,0	0,0	0,0	10,0	9,0	107,0	76,0	5,0	16,0	0,0	33,0	262,0
1976	3,0	0,0	0,0	15,0	60,0	51,0	165,0	88,0	69,0	27,0	74,0	34,0	586,0
1977	26,0	1,0	0,0	19,0	6,0	39,0	53,0	45,0	52,0	10,0	0,0	0,0	251,0
1978	10,0	2,0	1,0	0,0	14,0	68,0	64,0	107,0	151,0	21,0	0,0	16,0	454,0
1979	5,0	5,0	0,0	13,0	8,0	48,0	53,0	62,0	0,0	0,0	0,2	40,0	234,2
1980	2,0	19,0	0,0	5,0	1,0	4,0	38,0	24,0	50,0	39,0	14,0	1,0	197,0
1981	65,0	27,0	12,0	50,0	55,0	70,6	43,0	33,0	51,5	46,1	0,0	3,0	456,2
1982	0,0	13,0	0,0	61,0	59,0	1,0	58,0	61,0	19,0	15,0	61,0	19,0	367,0
1983	13,0	25,5	3,0	0,0	58,0	17,0	65,5	55,0	126,0	8,0	0,0	0,0	371,0
1984	53,0	0,0	0,0	0,0	49,0	34,0	107,0	26,0	S/D	6,5	0,0	18,0	293,5
1985	26,0	10,0	0,0	66,0	24,0	51,0	9,0	10,0	40,0	33,0	S/D	2,0	271,0
1986	1,0	0,0	0,0	12,0	15,0	119,0	49,0	37,0	108,0	48,0	4,0	51,0	444,0
1987	34,0	28,0	29,0	39,0	18,0	71,0	29,0	88,0	1,0	9,0	14,0	16,0	376,0
1988	16,0	0,0	5,0	25,0	14,0	83,0	105,0	95,0	95,0	11,0	0,0	0,0	449,0
1989	0,0	1,0	0,0	1,0	19,0	30,0	59,0	85,0	31,0	17,0	32,5	51,0	326,5
1990	5,0	8,0	6,0	16,0	22,0	15,0	106,0	81,0	90,0	31,0	0,0	0,0	380,0
1991	1,0	17,0	0,0	0,0	32,0	30,0	70,0	59,0	78,0	16,0	0,0	49,0	352,0
1992	78,5	15,0	0,0	5,0	62,6	7,0	63,0	63,0	79,0	4,0	32,0	0,5	409,6
1993	7,0	S/D	0,0	0,0	20,5	135,5	40,0	62,0	49,5	5,0	13,0	19,0	351,5
1994	0,5	0,0	18,0	24,0	4,5	51,5	24,5	36,0	20,5	16,0	0,0	26,5	222,0
1995	4,0	0,0	0,0	0,0	24,5	23,5	66,0	174,8	12,7	23,0	2,0	7,0	337,5
1996	8,0	1,0	0,0	0,0	93,5	77,5	99,5	88,0	32,0	13,5	6,0	0,0	419,0
1997	5,0	13,5	64,0	24,0	24,5	61,5	50,5	56,5	59,5	31,0	30,0	21,0	441,0
1998	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	30,0	30,0	96,5	35,0	78,0	16,5	0,0	290,0
1999	0,0	INAP	1,0	1,0	0,0	56,0	52,5	35,0	16,5	2,5	0,0	0,0	164,5
2000	0,0	INAP	8,0	INAP	21,0	0,0	56,0	42,0	39,5	27,0	25,5	28,0	247,0
2001	31,0	9,5	30,5	24,0	17,0	39,0	67,0	106,0	36,0	13,5	8,0	7,5	389,0
2002	0,0	41,0	11,0	47,0	18,0	24,5	131,2	37,0	129,0	73,5	13,0	0,0	525,2
2003	8,0	11,5	0,0	0,0	1,0	31,0	77,0	47,5	152,0	108,0	2,5	3,0	441,5
2004	18,0	10,0	13,5	17,0	15,0	92,0	107,5	120,0	115,5	35,5	14,0	1,0	559,0
2005	14,0	13,5	6,0	1,0	39,0	10,0	72,0	31,0	28,5	21,5	0,5	0,5	237,5
2006	35,0	0,0	2,5	0,0	6,5	8,0	36,0	74,5	80,5	5,5	0,5	0,0	249,0
2007	25,1	0,0	2,5	10,0	113,5	183,0	23,0	24,0	0,0	5,0	0,0	0,0	386,1
2008	25,0	0,0	0,0	12,0	120,5	22,5	288,6	78,4	0,5	0,0	0,0	N/D	547,5
2009	0,0	0,0	0,1	0,0	37,5	70,0	36,0	58,0	0,0	10,0	0,5	11,5	223,6
2010													364,6

Cuadro.2 Precipitación media anual histórica, estación climatológica del municipio de general cepeda.

NUMEROS	AÑOS	LLUVIAS MAXIMAS (mm)	$(K - 1)^2$	PROBABILIDAD (P %)
1	1929	370	4,60945856	1,17647059
2	1931	339	3,54682014	2,35294118
3	2008	288,58	2,11546136	3,52941177
4	1940	226	0,85045325	4,70588235
5	1948	205	0,55292415	5,88235294
6	1935	193	0,41155428	7,05882353
7	1942	183	0,30966093	8,23529412
8	2007	183	0,30966093	9,41176471
9	1963	182	0,30026734	10,2882353
10	1995	174,8	0,23690445	11,7647059
11	1933	174	0,23032711	12,9411765
12	1968	174	0,23032711	14,1176471
13	1932	168	0,18394852	15,2941177
14	1976	165	0,16271241	16,4705882
15	1973	158	0,11822532	17,6470588
16	2003	152	0,08573607	18,8235294
17	1978	151	0,08082758	20
18	1927	149	0,07144464	21,1764706
19	1945	147	0,06264042	22,3529412
20	1941	146	0,05845533	23,5294118
21	1938	140	0,03638308	24,7058824
22	1950	138	0,03018311	25,8823529
23	1993	135,5	0,02324698	27,0588235
24	1930	135	0,02196826	28,2352941
25	1939	133	0,0172151	29,4117647
26	1944	132	0,01505554	30,5882353
27	2002	131,2	0,01343206	31,7647059
28	1983	126	0,00513647	32,9411765
29	1964	125	0,00398967	34,1176471
30	1967	124	0,00298755	35,2941177
31	1959	123	0,00213012	36,4705882
32	1971	123	0,00213012	37,6470588
33	1958	120	0,0004259	38,8235294
34	2004	120	0,0004259	40
35	1936	119	0,00014718	41,1764706
36	1986	119	0,00014718	42,3529412
37	1960	115	0,00047914	43,5294118
38	1955	111	0,00312599	44,7058824
39	1972	108	0,00663027	45,8823529
40	1975	107	0,00808772	47,0588235
41	1990	107	0,00808772	48,2352947
42	2001	106	0,00968986	49,4117647
44	1961	105	0,01143667	50,7647059
45	1988	105	0,01143667	55,9411765
46	1928	104	0,01332817	54,1176471
47	1951	103	0,01536435	55,2941177
48	1943	100	0,02234096	56,4705882

49	1998	99,5	0,02363033	57,6470588
50	1947	95	0,03686227	58,8235294
51	1998	96,5	0,03212609	60
52	1949	95	0,03686227	61,1764706
53	1937	91	0,05108356	62,3529412
54	1946	89	0,05906229	63,5294118
55	1987	88	0,06326868	64,7058824
56	1989	85	0,07675592	65,8823529
57	1969	84	0,08154103	67,0588235
58	1952	83	0,08647082	68,2352941
59	1965	82,5	0,08898997	69,4117647
60	1974	81	0,09676444	70,5882353
61	2006	80,5	0,09942827	71,7647059
62	1956	80	0,10212827	72,9411765
63	1992	79	0,10763678	74,1176471
64	1934	78	0,11328998	75,2941177
65	1991	78	0,11328998	76,4705882
66	1953	75	0,13111764	77,6470588
67	1926	74	0,13734955	78,8235294
68	2005	72	0,15024743	80
69	1981	70,6	0,15962028	81,1764706
70	2009	70	0,16372402	82,3529412
71	1970	69	0,17067934	83,5294118
72	1985	66	0,19241338	84,7058824
73	1962	65	0,19994742	85,8823529
74	1997	64	0,20762614	87,0588235
75	1979	62	0,22341762	88,4117647
76	1982	61	0,23153039	89,4117647
77	1999	56	0,27426441	90,5882353
78	2000	56	0,27426441	92,9411765
79	1954	54	0,29237079	94,1176471
80	1977	53	0,301641	94,1176471
81	1994	51,5	0,31581758	95,2941177
82	1966	51	0,32061545	96,4705882
83	1980	50	0,3303197	97,6470588
84	1957	39	0,44661538	98,8235294
		$\sum = 9876.18$	$k = \frac{\text{prec}}{\text{media}}$ $p = \left(\frac{n}{m+1}\right) * 100$	



Cuadro.3 Curva de la probabilidad de las precipitaciones máximas diarias.

CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES.

1. Vegetación.

Presenta áreas con degradación reflejando escasa cobertura vegetal predominan los matorrales mesclado con los pastizales desérticos de tipo osetofilo, erosión eólica incipiente y erosión hídrica de ligera a moderada. La zona de la sierra presenta áreas con degradación alta y media. Prácticamente toda la localidad esta bajo alguna categoría de erosión hídrica ya sea moderada o ligera.

2. Geología.

Tipo de roca del que está compuesto el suelo pertenece al aluvial de origen sedimentario, construido básicamente por lutita arenisca.

3. Características del suelo.

Presenta zonas accidentadas como lomerío y valle. En el lomerío la vegetación se caracteriza por el matorral micrófilo como la gobernadora, hojasén, hierba del burro, uña de gato y chaparro prieto. En el valle, la vegetación que se desarrolla es

el matorral micrófilo inerme. Durante el período de 1961 a 2003 las estadísticas reportadas por el INIFAP de la precipitación media anual del municipio de General Cepeda son de 350 mm anuales, registrándose normalmente en los meses de junio a septiembre.

Las áreas de erosión más evidentes tienen su causa principalmente en forma tradicional de los usos del suelo (agricultura y ganadería) encontrándose principalmente dentro de las áreas de agricultura y que pasan el mayor tiempo del año sin cultivar, presentando una erosión eólica moderada.

CUENCA HIDROLÓGICA.

La obra hidrotecnia tiene una cuenca de 41 km². Tomando en cuenta las precipitaciones medias anuales 360 mm. El volumen de escurrimiento anual es de 1, 476,000 m³.

Cuadro.4

Área de la cuenca	41 km²= 41,000,000 m²
Precipitación media anual	360 mm = 0.36 m
Volumen anual por lluvia precipitada	14,760,000 m ³
Coefficiente de escurrimiento	0.1125 = 11.25%
Volumen anual escurrido	1,476,000 m ³
Volumen aprovechable	60% = 885,600 m ³

Coefficiente de escurrimientos.

Para el cálculo del coeficiente de escurrimiento se toman en cuenta las cartas topográficas de la región (instituto nacional de estadística, geográfica e informática, 1992), los cálculos incluyen valores del cuadro 1 y que a su vez hace uso de la siguiente ecuación:

$$ce = \left(\frac{ce}{Ac} + \frac{ce}{pm} + \frac{ce}{cv} + \frac{ce}{Gs} \right) / 4$$

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

$$ce = 0.1125$$

Cuadro.5 Coeficiente de escurrimiento de la cuenca en estudio		
descripción	Área de la cuenca	Coeficiente de escurrimiento
Área de la cuenca	41 km ²	0.15
precipitación	360 mm.	0.05
Cubierta vegetal	Bosque matorral	0.10
Permeabilidad del terreno	Moderada permeabilidad	0.15

Cuadro.6 coeficientes de escurrimientos		
Coeficiente de escurrimiento Por área de cultivo.	área de la cuenca (Km ²)	$\frac{ce}{Ac}$
	Menor de 10	0.20
	11 a 100 101 a 500	0.15 0.10
Coeficiente de escurrimiento por precipitación.	Precipitación media anual (mm)	$\frac{ce}{pm}$
	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
Coeficientes de escurrimientos por cubierta vegetal.	Cubierta vegetal	$\frac{ce}{cv}$
	Bosque matorral	0.005 a 0.20
	Pastos y cultivos	0.01 a 0.30
	Sin vegetación	0.25 a 0.50
Coeficiente de escurrimiento por permeabilidad del terreno.	Grupos de suelos	$\frac{ce}{Gs}$
	Alta permeabilidad	0.05 a 0.25
	Moderada permeabilidad	0.15 a 0.30
	Baja permeabilidad	0.25 a 0.60

Escurrecimiento media anual.

Considerando el área de la cuenca 41 km² y su precipitación media anual de la zona de los últimos años 360 mm. El cálculo del escurrimiento media anual se realizó aplicando la siguiente fórmula.

$$EMa = (A * Ce * pm)$$

Donde:

EMa= escurrimiento medio anual (m³)

Ce=coeficiente de escurrimiento

A= área de la cuenca (m²)

Pm= precipitación media anual (m)

$$EMa = (41,000,000 \text{ m}^2 * 0.1125 * 0.36 \text{ m})$$

$$EMa = 1,660,500. \text{ m}^3$$

Calculo del volumen anual escurrido.

Para el cálculo del volumen anual por lluvia podemos calcular el volumen anual escurrido. Multiplicando el escurrimiento media anual por el coeficiente de escurrimiento. Este coeficiente se estima por valores promedios de los escurrimientos anuales. Debido a que los escurrimientos en el año son muy uniformes o muy variable, ocurren escurrimientos hasta de un 50%, 30%, 20%, 5%, 4% aproximadamente. En esta zona y para este lugar se estiman el coeficiente de escurrimiento para la región de 0.1125 que es igual a un 11.25% que dependen mucho de parámetros como son: área de la cuenca, precipitación, cobertura vegetal y la permeabilidad del terreno.

$$Va \text{ esc} = (ce * EMa)$$

Donde:

Ce= coeficiente de escurrimiento

EMa= escurrimiento media anual (m³)

$$Va \text{ esc} = (0.1125 * 1,660,500 \text{ m}^3)$$

$$Va \text{ esc} = 186,806.25 \text{ m}^3$$

Calculo del volumen aprovechable media anual

$$VAMA = 0.7(EMa)$$

$$VAMA = 0.7(1,660,500 \text{ m}^3)$$

$$VAMA = 1,162,350. \text{ m}^3$$

Calculo de la avenida máxima.

Para el cálculo de la avenida máxima se utilizo el método de Dickens traducido al sistema métrico.

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

Donde:

Q = Gasto del proyecto, en (m³/seg)

A = Area de la cuenca en (km²)

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

0.0139=factor de conversión y de homogeneidad de unidades

$$Q = 0.0139(300)(41\text{km}^2)^{0.75}$$

$$Q = 0.0139(300)(41\text{km}^2)^{0.75}$$

$$Q = 67.56 \text{ m}^3/\text{seg}$$

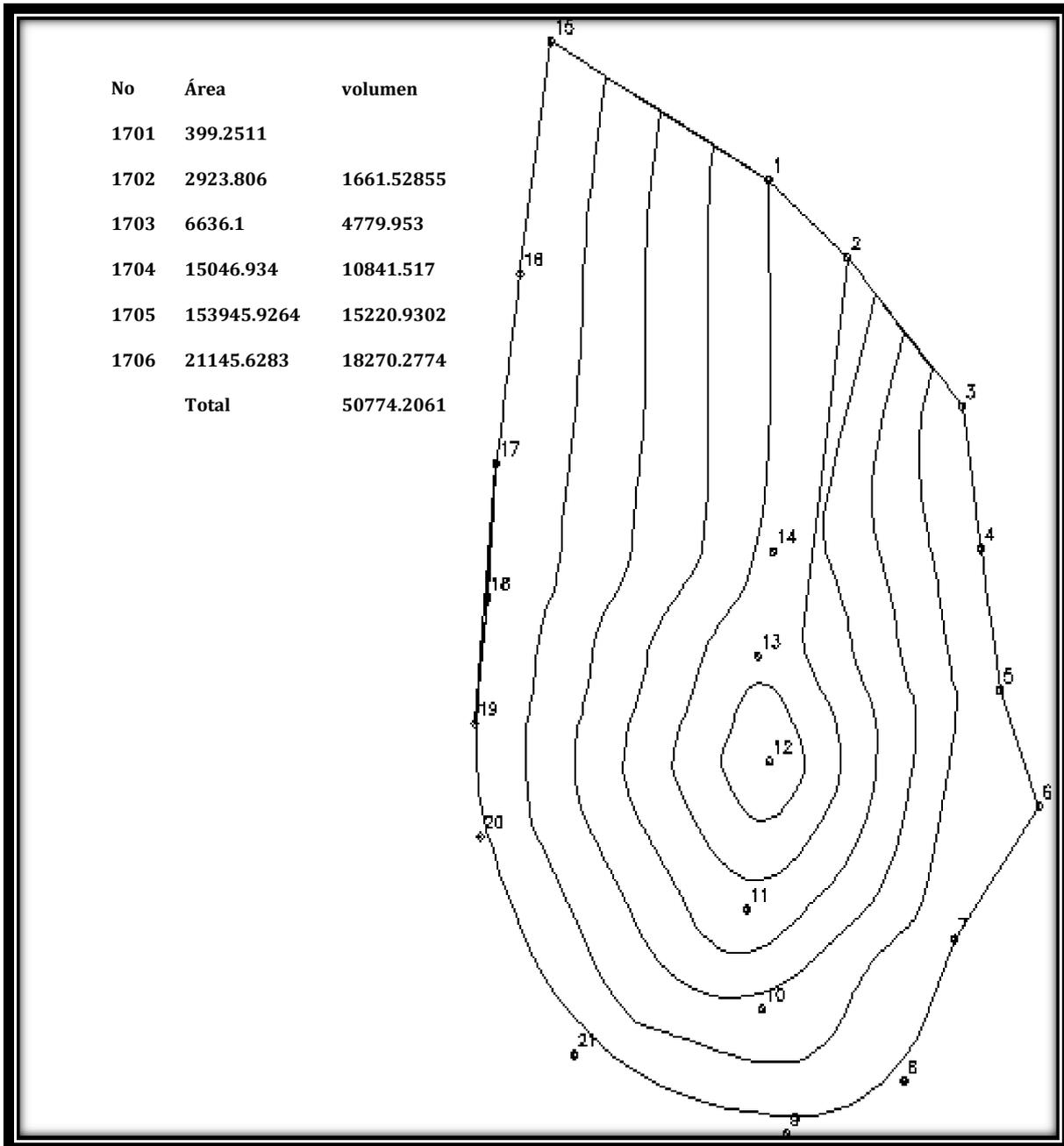
La secretaría de comunicaciones y transportes propone valores de C extraídos del “manual para ingenieros de carreteras” de Harger y Bonney.

Cuadro.7

características topográficas de la 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

Vaso de la presa:

El vaso de la presa se obtuvo a través de un levantamiento topográfico, tiene un área de 61546.6458 y tiene una capacidad de almacenar 50774.2061 .



Cuadro.8 Vaso la presa en la unión de los arroyos las yeguas y el chivo del ejido Macuyú.

Capacidad de almacenamiento

El vaso presenta una forma irregular, la longitud del FECH es de 191.70 m de la parte central de la cortina. La altura hasta el nivel del vertedor demasías es de 4.5 m. el volumen de almacenamiento hasta esa altura es aproximadamente de 15000 m³.

DISEÑO DE LA OBRA.

Obra para retención de agua de manantial. El muro de retención se construye con mampostería. Esta obra cuenta con un vertedor de demasías y obra de conducción.

longitud de la cortina	44.87 m
ancho de la corona	1 m
altura máxima	4.0 m
elevación de la corona	1704.0 msnm
elevación de embalse máximo	1705.2 msnm
ancho de la base	3.5 m
talud aguas arriba	0.0
talud aguas abajo	0.55

OBRA DE EXCEDENCIA.

Calculo del vertedor.

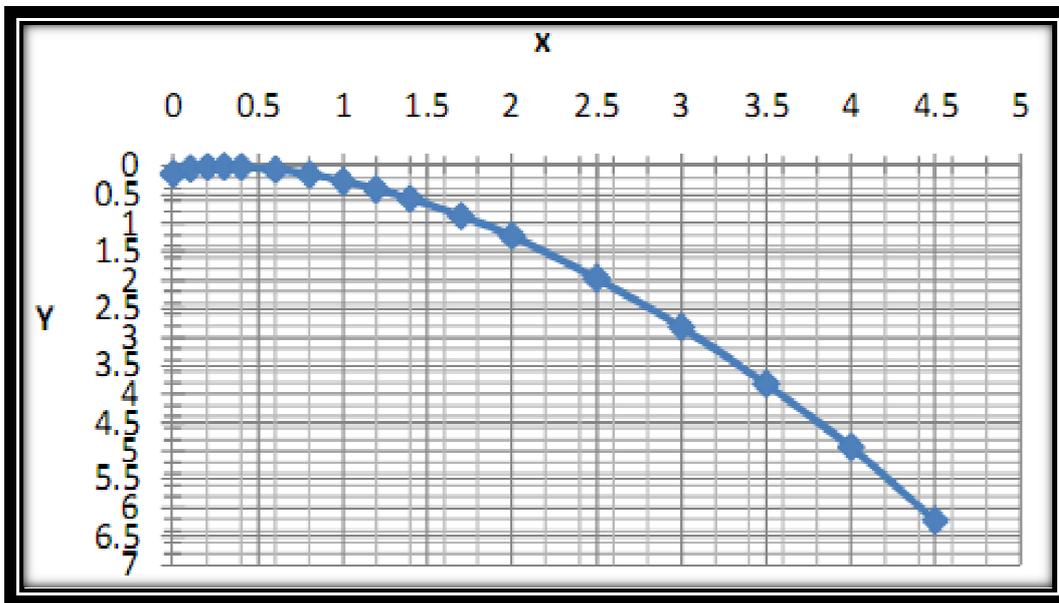
En este apartado primero se diseña el vertedor tipo creager de ciclópeo con las coordenadas que se encuentran en el cuadro.

Coordenadas para el diseño del perfil del vertedor tipo creager

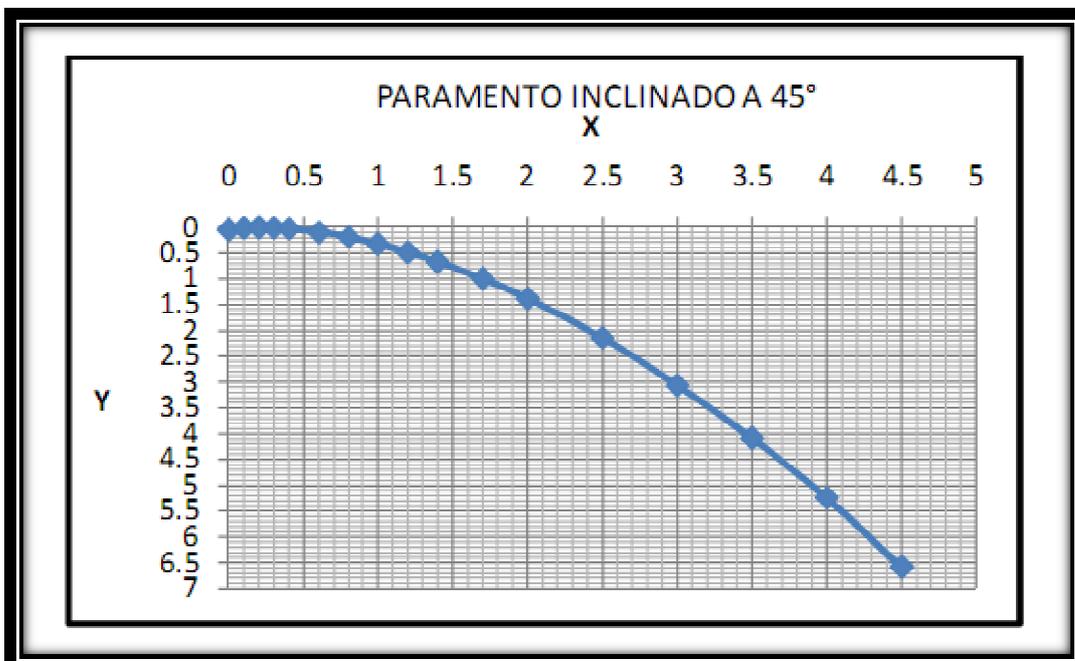
	con cara aguas arriba vertical	con cara aguas arriba a 45°
0.0	0.126	0.043
0.1	0.036	0.010
0.2	0.007	0.000
0.3	0.000	0.005
0.4	0.007	0.025
0.6	0.060	0.090
0.8	0.142	0.189
1.0	0.257	0.321
1.2	0.397	0.480
1.4	0.565	0.665
1.7	0.870	0.992
2.0	0.397	0.480
2.5	1.960	2.140
3.0	2.820	3.060
3.5	3.820	4.080
4.0	4.930	5.240
4.5	6.220	6.580

cuadro.9 Para obtener los valores que nos dará el perfil creager, los valores de cada una de las coordenadas se operaron contra la carga H sobre el vertedor de 1.2 m.

Valores para el diseño del perfil tipo creager



Cuadro.10 Perfil creager con parámetro vertical.



Cuadro.11 Perfil creager con parámetro inclinado a 45

Calculo del vertedor.

Para el cálculo del vertedor demasías de esta obra hidrotecnia tiene una capacidad para desfogar un gasto de $73.13 \text{ m}^3/\text{s}$.

$$Q = bm(2g)^{1/2}H^{3/4}$$

DONDE:

m= coeficiente de gasto

b=ancho del vertedor (m)

b= 30 m.

m=0.48; vertedor tipo creager.

H=1.2 m

$$Q = 30m * 0.48m(2 * 9.81)^{1/2} * 1.2m^{3/4}$$

$$Q = 73.13 \text{ m}^3 / \text{seg.}$$

Estimación de los coeficientes de seguridad del muro de ciclópeo.

Son obras hidráulicas para su desarrollo a nivel mundial en la construcción de barreras o un muros de ciclópeo con una altura (h) hasta la cresta desde el nivel del suelo de 4.5 m, mas la altura del nivel del agua H= 5.7 m, cuya finalidad es restringir el paso de un flujo del agua de un rio, el peso especifico del ciclópeo (γ_c) es de $2,300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, (B) es la sección del muro de un metro de ancho, el peso especifico del agua (γ) es de $1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

A continuación se tiene el desarrollo de todos los cálculos.

CALCULO DE LA ESTABILIDAD DEL MURO

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

Donde:

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

B = sección del muro de un metro de ancho

➤ **Tenemos que el área del diagrama de presiones es:**

$$A_{D.P} = (\gamma_{\text{agua}} * H)(H)$$

$$A_{D.P} = \frac{\left(1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 5.7\text{m}\right) (4.5 \text{ m})}{2}$$

$$A_{D.P} = 12,825 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

➤ **Calculo de la fuerza resultante de la presión hidrostática.**

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

$$F_{R.P.H} = 12,825 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * 1\text{m}$$

$$F_{R.P.H} = 12.825 \text{ kg}$$

$$F_{R.P.H} = 12.825 \text{ ton}$$

Calculo del Peso del muro (pw) Área:

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

$$A = \left(\frac{(1 + 3.5)}{2} (4.5)\right)$$

$$A = 10.125\text{m}^2$$

Volumen:

$$V=A*B$$

$$V = 10.125m^2 * 1m$$

$$V = 10.125 m^3$$

peso del muro

$$pw = (v)(\gamma_{ciclopeo})$$

$$pw = (10.125m^3)(2,300 \frac{kg}{m^3})$$

$$pw = 23,287.5 kg$$

$$pw = 23.28 75ton$$

CALCULO DE LA FUERZA RESULTANTE:

$$\alpha = \frac{F_{R.P.H}}{pw}$$

$$\alpha = \frac{12.825 ton}{23,287 ton}$$

$$\tan^{-1}(\alpha) = 0.550$$

$$\alpha = 28^{\circ}50'35.45$$

$$x^2 = ((12.825 * 12.825) + (23.28 * 23.28)) = 706.439$$

$$fr = \sqrt{706.439} \quad fr = 26.57 ton$$

OBRA DE CONDUCCIÓN

Para determinar el gasto en la línea de conducción, se obtiene mediante el cálculo de tuberías equivalentes simples para tuberías largas, con una longitud de 4.5 km las tuberías están telescopiadas a 2.25 km con diámetros de 8 a 6 pulg con una elevación de 16 m de altura desde la obra de toma hasta sistema de riego.

Ecuación de Hazen-Williams

$$\frac{L_{eq}}{D_{eq}^{4.87} C_{eq}^{1.852}} = \sum \frac{L_i}{D_{eq}^{4.87} C_{eq}^{1.852}}$$

TUBERÍAS STRUPAC			
i	D	L	C
1	203.2 mm	2250 m	150
2	203.2 mm	2250 m	150

Ecuación de Bernoulli

$$Z_A + \frac{p_A}{\gamma_A} = Z_B + \frac{p_B}{\gamma_B} +$$

$$16.5\text{m} + \frac{p}{\gamma} = 0 + \frac{p}{\gamma} + H_{f_{A-B}}$$

$$H_{f_{A-B}} = 16.5 \text{ m}$$

$$L_{Equi} = \left(\sum_{i=1}^n \frac{L_i}{D_i^{4.87} C_i^{1.852}} \right) D_{Equi}^{4.87} C_{Equi}^{1.852}$$

$$L_{Equi} = \left(\sum_{i=1}^n \left[\frac{L_i}{D_i^{4.87}} \right] D_{Equi}^{4.87} \right)$$

Donde:

L_{Equi} = longitud equivalente (m)

L_i = longitud de la línea de conducción de cada tramo (m)

$D_i^{4.87}$ = Diámetro interno de la tubería (mm)

D_{Equi} = Diámetro equivalente propuesto (mm)

$$L_{Equi} = \left(\frac{L_1}{D^{4.87}} + \frac{L_2}{D^{4.87}} \right) D \alpha^{4.87}$$

$$Qx = ?$$

$$D \propto 100 \text{ mm}$$

$$L_{Equi} = \left(\frac{2250 \text{ m}}{203.2 \text{ mm}^{4.87}} + \frac{2250 \text{ m}}{152.4 \text{ mm}^{4.87}} \right) 100 \text{ mm}^{4.87}$$

$$C \propto 150$$

$$L \propto 4500 \text{ m}$$

$$L_{Equi} = 360.3171 \text{ m}$$

Ecuación de hazen Williams.

$$Q_{\alpha} = \left(\left[\frac{hf(D^{4.87})}{1.21 * 10^{10}(Li)} \right] \right)^{0.54} C$$

$$Q_{\alpha} = \left(\left[\frac{(16.5m)(100 \text{ mm}^{4.87})}{1.21 * 10^{10}(360.3171m)} \right] \right)^{0.54} 150$$

$$Q_{\alpha} = 18.52 \text{ l/s}$$

Comprobación:

$$hf = \left(\left(\frac{1.21 * 10^{10}}{(D^{4.87})} \right) \left(\frac{Q}{C} \right)^{1.852} L \right)$$

$$hf1 = \left(\left(\frac{1.21 * 10^{10}}{(203.2 \text{ mm}^{4.87})} \right) \left(\frac{18.52 \text{ l/s}}{150} \right)^{1.852} 2250 \text{ m} \right)$$

$$hf = 3.25783841 \text{ m}$$

$$hf2 = \left(\left(\frac{1.21 * 10^{10}}{(152.4 \text{ mm}^{4.87})} \right) \left(\frac{18.52 \text{ l/s}}{150} \right)^{1.852} 2250 \text{ m} \right)$$

$$hf = 13.224 55864 \text{ m}$$

$$hf \text{ total} = 13.224 55864 \text{ m} + 3.25783841 \text{ m}$$

$$hf \text{ total} = 16.4823 \text{ m}$$

Nota: Para la comprobación en la ecuación de tuberías equivalentes simples para tuberías largas, se dice que la suma de la pérdida de carga en ecuación de Hazen-Williams debe de ser igual $Hf_{A-B} = 16.5 \text{ m} = 16.4823 \text{ m}$.

DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO POWERROLL PARA EL CULTIVO DE ALFALFA VERDE.

Los sistemas de riego por aspersión son clasificados principalmente de acuerdo al movimiento total o parcial. Los sistemas semi-portátiles se caracterizan por que sus componentes, como la bomba y tuberías de conducción permanecen fijas, sin embargo en este tipo existen dos variantes.

- Cuando todas las tuberías principales o laterales del sistema de riego son de aluminio y se pueden mover mecánicamente de una sección de riego a otra
- durante el ciclo de riego como es el caso de side roll o powerroll.
- Cuando la tubería (conducción y principal o de distribución) se encuentran enterradas, el lateral se alimenta de un hidrante y se puede mover en forma manual de una posición a otra.

Diseño agronómico del sistema de riego powerroll.

Cuadro.12

FORMA DEL TERRENO	=rectangular (400m*284m)	VELOCIDAD DEL VIENTO	=8 km/hr
SUPERFICIE	Ha=11.36 ha	INFILTRACION BASICA IB	Vi=1.3 cm/hr
LOCALIZACION DE LA FUENTE	=centro del campo	TIPO DE SISTEMA	=powerroll
CLIMA	=seco y semiárido	USO CONSUNTIVO	=0.89 cm/día
CARACTERISTICAS DEL SUELO	=franco limoso	EFECIENCIA DE APLICACIÓN	Ea =70%
HUMEDAD DISPONIBLE	Ha=15.1 cm/m	EFECIENCIA DE LA BOMBA	Ef=70 %
PROFUNDIDA DE LA PLANTA	pr=1.2 m	CULTIVO	Alfalfa
ABATIMIENTO DE UMEDAD DISPONIBLE	=50%		

I. Cálculo de la lámina de riego neta:

Este cálculo agronómico busca que la aplicación se realice de acuerdo a la demanda. Los datos del suelo, clima y cultivo deben de ser representativo del sitio, por lo tanto este factor se determina basándose en las características físicas del

suelo, profundidad radicular, y el abatimiento que se desea tener de la humedad del suelo para la cual se aplica la siguiente ecuación.

$$Lr = (Ha)(Pr)(Ab)$$

Donde:

Lr= lamina de riego neta, en (cm)

Ha=humedad disponible (cm/m)

Pr=profundidad radicular (m)

Ab= porcentaje de abatimiento (%) decimales

$$Lr = (Ha)(Pr)(Ab)$$

$$Lr = (15.1 \text{ cm/m})(1.2\text{m})(0.50)$$

$$Lr = 9.06 \text{ cm}$$

II. Lamina de riego total.

En este diseño se considera la eficiencia de aplicación, la lamina de riego total que se debe de aplicar será de.

$$Lrt = \frac{Lr}{Ea}$$

Clima	Eficiencia %
Desértico	65
Caliente y seco	70
Moderado	75
Húmedo y frio	80

Cuadro.13

Donde:

Lrt= lamina de riego total

Ea=eficiencia de aplicación

$$Lrt = \frac{Lr}{Ea} = \frac{9.06 \text{ cm}}{0.7}$$

$$Lrt = 12.94 \text{ cm}$$

III. Frecuencia de riego crítica.

El diseño debe de proyectarse basándose en la evapotranspiración máxima del cultivo, por lo tanto la frecuencia con que debe de efectuarse un riego y otro será.

$$FR = \frac{Lr}{Et}$$

Donde:

FR=frecuencia de riego, en días

Lr=lamina de riego neta, en cm

Et=evapotranspiración pico, en cm/día.

$$FR = Lr/Et = (9.06 \text{ cm})/(0.89 \text{ cm/día})$$

$$FR = 10.17 = 10 \text{ días.}$$

IV. Tiempo mínimo de riego.

Como el sistema de riego se diseña para satisfacer las necesidades más severa de agua, y se operan monitoreando el nivel de humedad en el suelo explorado por las raíces, por lo tanto, si la velocidad máxima permisible de un suelo franco limoso es de 1.3 cm/hr el tiempo mínimo de riego será.

$$Tmd = \frac{Lrt}{Vi} = \frac{12.94 \text{ cm}}{1.3 \frac{\text{cm}}{\text{hr}}} = 9.95 \text{ hrs} = 10 \text{ horas}$$

Donde:

Tmd= tiempo mínimo de riego, (hrs)

Lrt= lamina de riego total, (cm)

Vi= velocidad máxima permisible, (cm/hr).

V. Intensidad de precipitación.

De acuerdo a lo establecido en utilizar una hora por cambio de las tuberías, el tiempo de duración se ajusta perfectamente a 11hrs, y de conformidad a la

intensidad de precipitación, será igual a la tasa de aplicación menor que la infiltración básica del suelo determinada como se indica a continuación.

$$V_p = \frac{L_{rt}}{T} = \frac{12.94 \text{ cm}}{11} = 1.176 \text{ cm/hr}$$

Donde:

v_p = intensidad de precipitación (cm/hr)

L_{rt} = lamina de riego total, (cm).

T = tiempo de riego.(hr)

VI. Gasto total del sistema:

El gasto que requiere el sistema basándose en las características establecidas y de acuerdo con la superficie, el gasto requerido es un volumen entre un tiempo y esta dado por:

$$Q = \frac{V}{T} = \frac{(A)(LRT)(1000)}{(FR)(T)(36)} = \frac{(11.33\text{hHa})(12.94 \text{ cm})(1000)}{(10)(22)(36)} = 18.52 \text{ L/S}$$

Diseño hidráulico del sistema de riego (sistema de riego powerroll).

Requerimientos del sistema

Diámetro de la ruedas	$\varnothing = 6 \text{ pies} = 1.83\text{m}$
Espaciamiento entre aspersores	$Da = 12.2 \text{ m}$
Longitud de la línea regante	195.2 m
localización de la fuente de abastecimiento	=centro del campo
forma del terreno	=rectangular
Dimensiones del terreno	(400m*284m)

Cuadro.14

A. Espaciamiento entre líneas rodantes.

El diámetro de las ruedas metálicas con patines es de 6 pies, para este sistema se instala una rueda a mitad de cada tramo del tubo. El carruaje lleva cuatro ruedas.

$$El = 3 * \pi * \varnothing$$

$$El = 3\text{m} * 3.1416 * 1.83\text{m}$$

$$El = 17.247 \text{ m}$$

Donde:

El=distancia entre línea rodante (m)

$\pi = \text{pi}$

\varnothing =diámetro de la rueda metálica con patines. (m)

B. Número total de aspersores.

Los aspersores se instalan sobre el acoplamiento de cada tubo y por construcción quedan a la mitad de la distancia entre ruedas, en este con la instalación de UN powerroll con un espaciamento de 40 pies.

$$NAL = \frac{L}{Da} - 1$$

$$NAL = \frac{400}{12.2} - 1$$

NAL = 31.78 = 32 Aspersores.

Donde:

NAL= número total de aspersores.

L= distancia de la tubería lateral rodante.

Da=espaciamiento entre aspersores (m).

C. Gasto del diseño para el aspersor.

$$q = \frac{Vp * Ea * El}{60} * 10$$

$$q = \frac{1.176\text{cm} * 12.2 \text{ m} * 17.247\text{m}}{60} * 10$$

$$q = 41.24 \text{ L/min.}$$

$$q = 0.687 \text{ l/s}$$

Tal gasto teórico se ajusto a 0.578 l/s para que al operar los 32 aspersores del powerroll no se exceda el gasto de la tubería de conducción.

$$q = \frac{Qs}{NAL}$$

$$q = \frac{18.52 \text{ l/s}}{32}$$

$$q = 0.57875 \text{ l/s}$$

Donde:

q =caudal del aspersor (L/S)

Vp = = intensidad de precipitación (cm/hr)

Da =espaciamiento entre aspersores (m)

EL = distancia entre línea rodante (m).

Qs= gasto del sistema (l/s)

Modelo del aspersor seleccionado.

Para la selección del tipo de aspersor, se considera principalmente en el gasto y su diámetro de cobertura, posteriormente en el catalogo del fabricante, se busca el modelo que reúna las características mencionadas, para este caso se encontró que el catalogo de la compañía wade Rain el aspersor que cumple con las características es el que se indica.

Cuadro.15 Características del aspersor seleccionado.

Modelo= WR-33	Diámetro de boquilla= 11/64" x 1/8"
Gasto del aspersor = 0.57 l/s	Presión de trabajo= 45.51psi (3.2kg/cm ²)
Tipo de aspersor = mediana presión	Diámetro de cobertura= 29m



El diámetro de cobertura del aspersor puede ser mayor al estimado, pero nunca menor ya que se corre el riesgo de perder uniformidad en el traslape, especialmente en condiciones del viento fuerte. Se sugiere comparar los datos de operación de varios modelos en fin de seleccionar aquel aspersor que proporcione el gasto de diseño y la máxima cobertura a la menor presión posible.

D. Diámetro de cobertura del aspersor (mínimo aceptable).

De acuerdo con las condiciones climáticas de la región es necesario cumplir con el traslape entre aspersores para mantener una adecuada uniformidad, por lo tanto basándose en lo anterior y considerando la velocidad del viento, el aspersor tiene que cubrir distancias para equilibrar el fenómeno de traslape quedando indicado por una regla de tres directa por lo tanto será igual a.

Cuadro.16 TRASLAPE DEL ASPERSOR	
Velocidad del viento (km/hr)	Diámetro de cobertura del aspersor
Sin viento	65%
Hasta 8	60%
8-16	50%
Mas de 16	30%

$$dw = \frac{(100)(El)}{Vv}$$

Donde:

Dw=diámetro de cobertura del aspersor.

Vv=velocidad del viento.

El= espaciamiento entre líneas.

$$dw = \frac{(100)(17.247)}{60}$$

$$dw = 28.74 \text{ m}$$

E. Caudal requerido para el power roll.

El gasto requerido en el sistema para el power roll

$$Q = ((qi)(NAL))$$

$$Q = ((0.578 \text{ l/s})(32)) = 18.52 \text{ l/s}$$

Donde:

Q = gasto requerido por el power roll (l/s)

Qi = gasto de cada aspersor.

Nal = numero de aspersores en la línea regante.

F. Perdida de carga en la línea regante poweroll alimentada por el centro.

$$H_{fr} = \frac{1.21 * 10^{10}}{D^{4.87}} \left(\frac{Q}{C} \right) (L)(F)$$

$$H_{fr} = \frac{1.21 * 10^{10}}{100\text{mm}^{4.87}} \left(\frac{9.26 \text{ l/s}}{120} \right)^{1.852} (195.2\text{m})(0.365)$$

$$h_{fr} = 1.364 \text{ mca}$$

Donde:

H_{fr}= pérdida de carga por fricción. m

D= diámetro de la tubería seleccionada. m

Q= gasto en la línea rodante (l/s)

C= coeficiente de rugosidad de Hazen - Williams.

f= factor de salidas múltiples laterales.

G. Perdida de carga en la línea sub principal.

$$H_{fl} = \frac{1.21 * 10^{10}}{D^{4.87}} \left(\frac{Q}{C} \right) (L)(F)$$

$$H_{fl} = \frac{1.21 * 10^{10}}{100 \text{ mm}^{4.87}} \left(\frac{18.52 \text{ l/s}}{150} \right)^{1.852} (284 \text{ m})(0.398)$$

$$h_{fl} = 5.170 \text{ mca}$$

Donde:

H_{fl}= pérdida de carga por fricción. m

D= diámetro de la tubería seleccionada. m

Q= gasto en la línea rodante (l/s)

C= coeficiente de rugosidad de hazen Williams.

f= factor de salidas múltiples laterales.

H. Pérdida de carga en la línea principal.

$$H_{fp} = \frac{1.21 * 10^{10}}{D^{4.87}} \left(\frac{Q}{C}\right) (L)(F)$$

$$H_{fp} = \frac{1.21 * 10^{10}}{150 \text{ mm}^{4.87}} \left(\frac{18.52 \text{ l/s}}{150}\right)^{1.852} (284 \text{ m})(0.398)$$

$$h_{fp} = 1.803 \text{ mca}$$

Donde:

H_{fp} = pérdida de carga por fricción. m

D= diámetro de la tubería seleccionada. m

Q= gasto en la línea rodante (l/s)

C= coeficiente de rugosidad de hazen Williams.

f= factor de salidas múltiples laterales.

Calculo de la potencia de la bomba.

Finalmente para el cálculo de la potencia, se utiliza el gasto requerido por el sistema , la carga dinámica total y la eficiencia electromecánica , en este caso se estimo una eficiencia del (70%) para el conjunto motor-bomba de tal forma que la potencia requerida en el equipo de bombeo para presurizar el sistema de riego será igual a.

$$h_{ft} = h_{f_0} + h_{f_r} + h_{f_1} + h_{fp} + h_{fe} + z_a$$

H_{ft} = carga dinámica total.

h_{f_0} = presión de operación del aspersor.

h_{f_r} = pérdida de carga en línea regante.

h_{f_1} =pérdida de carga en la línea sub principal.

h_{fp} =pérdida de carga en la línea principal.

h_{fe} =Pérdida de carga en la altura del aspersor.

Z_a = desnivel entre la bomba y el punto más elevado.

$$hf_t = 32 + 1.364 + 5.170 + 1.803 + 1 + 0.5$$

$$hf_t = 41.837 \text{ mca}$$

$$hp = \left(\frac{(Q * hf_t)}{(Ef * 76)} \right)$$

$$hp = \left(\frac{\left(18.52 \frac{\text{l}}{\text{s}} * 41.837 \text{mca} \right)}{(0.70 * 76)} \right)$$

$$hp = 14.56 \text{ hp}$$

$$hp = 15 \text{ hp}$$

Donde:

hp = potencia de bomba

Q = gasto del sistema.

hf_t = perdida de carga critica

Ef = eficiencia de la bomba.



Rendimiento productivo de alfalfa verde bajo sistema de riego.

A continuación se presentan los rendimientos productivos promedios del cultivo de alfalfa bajo sistema de riego en los diferentes municipios de Coahuila.

Cuadro.17

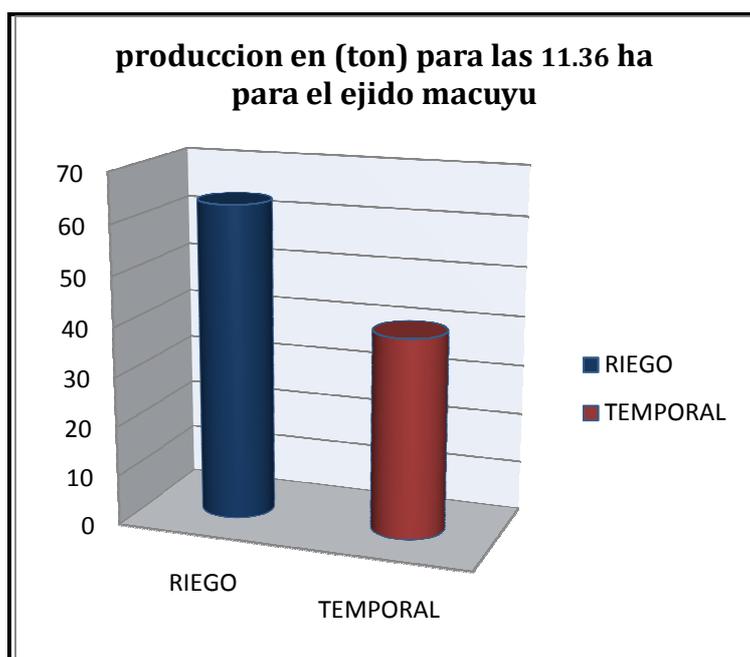
municipio		Superficie sembrada (ha)	sup. cosechada (ha)	producción (ton)	rendimiento (ton/ha)	(\$/ton)	valor producción (miles de pesos)
1	CASTANOS	22.50	22.50	963.00	42.80	645.00	621.14
2	FRONTERA	42.25	42.25	1,728.03	40.90	645.00	1,114.58
3	MONCLOVA	15.50	15.50	801.35	51.70	645.00	516.87
4	SAN BUENAVENTURA	164.50	164.50	8,438.85	51.30	640.00	5,400.86
5	ABASOLO	36.00	36.00	1,774.80	49.30	635.00	1,127.00
6	CUATRO CIENEGAS	2,100.00	2,100.00	111,846.00	53.26	635.00	71,022.21
7	ESCOBEDO	31.00	31.00	1,553.10	50.10	635.00	986.22
8	LAMADRID	40.00	40.00	2,232.00	55.80	635.00	1,417.32
9	NADADORES	201.00	201.00	10,331.40	51.40	635.00	6,560.44
10	SACRAMENTO	47.00	47.00	2,519.20	53.60	635.00	1,599.69
11	OCAMPO	90.00	90.00	5,238.00	58.20	630.00	3,299.94
12	SALTILLO	602.00	602.00	37,871.00	62.91	618.00	23,404.28
13	RAMOS ARIZPE	550.00	550.00	37,276.00	67.78	616.24	22,970.96
14	GENERAL CEPEDA	785.00	785.00	49,585.00	63.17	603.42	29,920.58
15	PARRAS DE LA FUENTE	1,300.00	1,300.00	80,559.00	61.97	592.25	47,711.07
16	ACUÑA	18.00	18.00	540.00	30.00	450.00	243.00
17	GUERRERO	10.00	10.00	320.00	32.00	450.00	144.00
18	JIMENEZ	26.00	26.00	832.00	32.00	450.00	374.40
19	MORELOS	1.50	1.50	45.00	30.00	450.00	20.25
20	PROGRESO	3.00	3.00	60.00	20.00	450.00	27.00
21	SAN JUAN DE SABINAS	5.00	5.00	120.00	24.00	450.00	54.00
22	VILLA UNION	31.50	31.50	945.00	30.00	450.00	425.25
23	ZARAGOZA	40.00	40.00	1,240.00	31.00	450.00	558.00
		6,161.75	6,161.75	356,818.73	57.91	615.21	219,519.06

Rendimiento productivo bajo un sistema de riego para el cultivo de alfalfa.

De acuerdo con los Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera SAGARPA - Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. México. Se determina el rendimiento productivo de 63.17 ton/ha en promedio para el año 2009 en el ejido Macuyú para el cultivo de alfalfa verde con una superficie de 11.33 ha bajo un sistema de riego por aspersion.

Comparación entre cultivo por temporal y cultivo bajo riego.

ejido Macuyu	Sup. sembrada (ha)	Sup. cosechada (ha)	rendimiento (ton/ha)	producción (ton)	precio promedio medio rural (\$/ton)	valor producción (miles de pesos)
RIEGO	11.36	11.36	63.17	734.66	603.42	443,312.8215
TEMPORAL	11.36	11.36	40	454.4	603.42	274,194.048



ANÁLISIS DE PRESUPUESTO.

Análisis del presupuesto para la cortina de la presa.

Análisis por acción. Construcción de presa.

Relación de agregados para un m³ de construcción

CONCEPTO	U.M.	CANT.	P.U.	IMPORTE
Cemento	Ton	0.17	2,400	408.00
Arena	m ³	0.7	288.12	201.68
Grava	m ³	0.6	300.00	180.00
Piedra bola	m ³	0.6	299.15	171.41
TOTAL:				961.09

Componente de mezclas para la construcción total de la obra

Agregados de componentes	Volumen m ³	Cemento Ton	Arena m ³	Grava m ³	Piedra m ³
	350.5	59.585	245.35	210.3	210.3

Costo de la obra.

CONCEPTO	U.M.	CANT.	P.U.	IMPORTE
Cemento	Ton	59.585	2,400.00	143,009.00
Arena	m ³	245.35	288.12	70,690.00
Grava	m ³	210.3	300.00	63,090.00
Piedra bola	m ³	210.3	299.15	62,911.00
Mano de obra que considera: Limpia y trazo, excavación para empotramiento y desplante de cortina, construcción de la presa	Jornal	380	129.87	49,350.60
TOTAL:				389,050.60

Análisis del presupuesto para la línea de conducción.

CATALOGO DE LA OBRA		LÍNEA DE CONDUCCIÓN PARA EL SISTEMA DE RIEGO EN EL EJIDO MACUYU, MUNICIPIO DE GENERAL CEPEDA, COAHUILA.			
CLAVE	CONCEPTO	U. MEDIDA	CANT ó VOL	P. UNITARIO	IMPORTE (\$)
1.01	TUBO EXTRUPAK PEAD RD-26 DE 8"	ML	2,250.00	181.56	408,510.00
1.02	TUBO EXTRUPAK PEAD RD-26 DE 6"	ML	2,250.00	136.17	306,382.50
	TOTAL				174,892.5

Análisis del presupuesto para el sistema de riego semi-portatil.

CATALOGO DE LAHOBRA		CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN SEMI-PORTATIL (POWEROLL) EN EL EJIDO MACUYU, MUNICIPIO DE GENERAL CEPEDA, COAHUILA.			
CLAVE	CONCEPTO	U. MEDIDA	CANT ó VOL	P. UNITARIO	IMPORTE (\$)
2.00	EQUIPO MECÁNICO				
2.01	BOMBA SENTRIFUFA ACOPLADO A MOTOR DE COMBUSTIBLE 16 HP K4L (6x4")	PIEZA	1.00	69,600.00	69,600.00
2.02	NIPLE EN Fo Go DE 15 x 4" CON ROSCA EN CADA EXTREMO	PIEZA	2.00	656.20	1,312.40
2.03	REDUCCIÓN CAMPANA DE Fo. Fo. DE 4X6"	PIEZA	2.00	2,572.16	5,144.32
2.04	CARRETE ROSCADO BRIDADO DE 60 CM X 6"	PIEZA	1.00	4,215.69	4,215.69
2.05	MEDIDOR DE FLUJO BRIDADO DE 6"	PIEZA	1.00	16,551.67	16,551.67
2.06	MANOMETRO CON GLICERINA 0 - 100 PSI	PIEZA	1.00	383.77	383.77
2.07	VALVULA DE AIRE 2"	PIEZA	1.00	150.00	150.00
2.08	VALVULA CHECK DE ALUMINIO DE 6"	PIEZA	1.00	2,800.00	2,800.00
2.09	CUELLO DE GANSO BRIDADO EN Fo. Fo. DE 6"X45	PIEZA	1.00	4,244.09	4,244.09
2.10	JUNTAS DE NEOPRENO EN 6"	PIEZA	5.00	264.21	1,321.05
2.11	JUNTAS DE NEOPRENO EN 4"	PIEZA	2.00	184.95	369.90
3.00	SISTEMA DE RIEGO				
3.01	VALVULA DE COMPUERTA (ACERO AL CARBON)	PIEZA	1.00	2,980.00	2,980.00
3.02	TUBO PVC HCO RD - 41 DE 6" C/A	ML	284.00	189.43	53,798.12
3.03	TUBO PVC HCO RD - 41 DE 4" C/A	ML	284.00	75.36	21,402.24
3.04	VALVULA CHECK DE ALUMINIO DE 6"	PIEZA	1.00	2,800.00	2,800.00
3.05	TEE 6 x 4" PVC HCO C40 FABRICADA	PIEZA	1.00	560.66	560.66
3.06	TEE 4X4"	PIEZA	8.00	223.20	1,785.60
3.07	ADAPTADOR MACHO CON ROSCA 4"	PIEZA	8.00	70.50	564.00
3.08	HIDRANTE UNIVERSAL DE ALUMINIO DE 4" x 4"	PIEZA	8.00	163.84	1,310.72
3.09	CEMENTO TANGIT TP 475 ML	PIEZA	6.00	169.60	1,017.60
3.10	LUBRICANTE TANGIT 500 ML	PIEZA	3.00	187.37	562.11
3.11	EQUIPO COMPLETO DE POWEROLL HIDROSTATICO PARA REGAR UN CAMPO CON UN ANCHO DE 400 M	EQUIPO	1.00	160,367.03	160,367.03
4.00	OBRA CIVIL				
4.01	EXCAVACIÓN, TAPADO Y AFINE DE ZANJAS, DE 60 x 80 CM.	ML	284.00	11.20	3,180.80
TOTAL					356,421.77

INVERSIÓN DEL PROYECTO PARA EL EJIDO MACUYU.

EJIDO MACUYU	CATALOGO DEL PROYECTO	
<i>C O N C E P T O</i>	<i>COSTO TOTAL (\$)</i>	
PRESA HIDROTECNIA DE CICLOPEO	389,050.60	
LINEA DE CONDUCCION	714,892.50	
EQUIPO MECANICO	106,092.89	
SISTEMA DE RIEGO	247,148.08	
OBRA CIVIL	3,180.80	
Costo del proyecto para los diferentes conceptos.	1,460,364.87	

CONCLUSIONES.

Tras las evidencias que se tienen actualmente en el país del uso irracional del agua de lluvia para los diferentes cultivos (agricultura de temporal) de consumos domésticos como ya se ha observado anteriormente los rendimientos productivos son muy bajos cuando los hay. Se considera que las construcciones de obras hidrotécnicas de almacenamiento incrementan la eficiencia en el uso del agua y disminuyen los riesgos de la misma. Ya que los sistemas de entarquinamiento contemplan el almacenamiento del agua para el buen uso eficiente que se genera en los diferentes diseños de sistemas de riego para depositar la cantidad de agua requerida en las zonas radiculares de la planta para obtener un óptimo desarrollo fisiológico y el incremento en la producción.

LITERATURA CITADA.

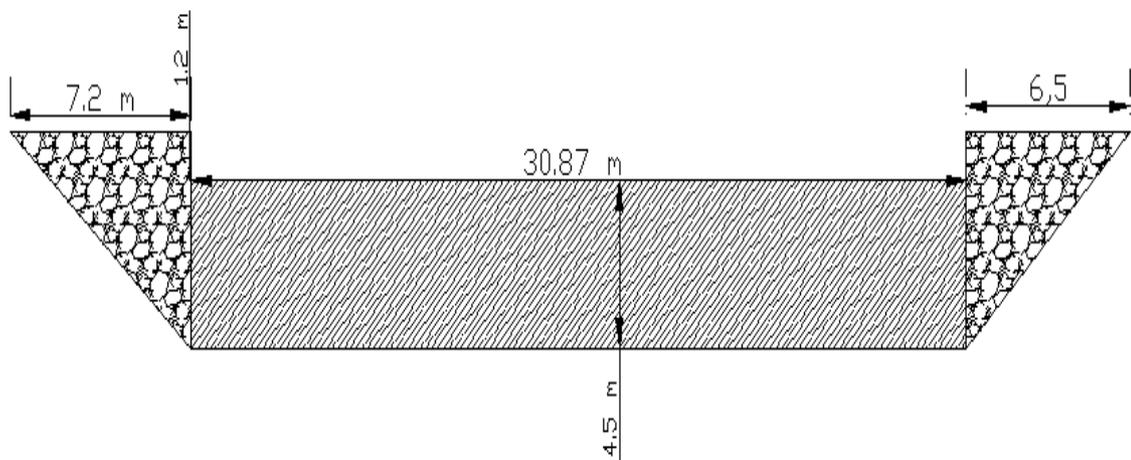
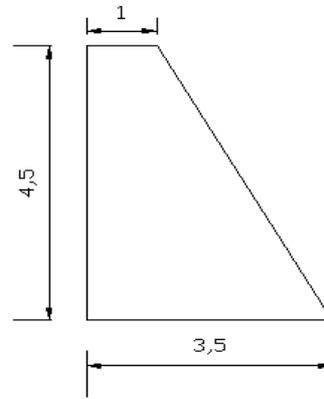
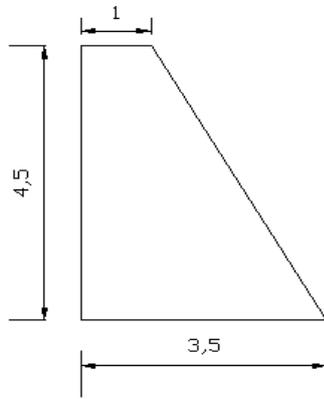
- I. Arteaga Tovar R. E. 1993. Hidráulica Elemental. 1ª edición. UACH. Depto. de Irrigación. Chapingo, México.
- II. Azevedo, N.J.M. y Acosto, A.G. 1975. Manual de Hidráulica. 6ta. Edición. Harla S.A. C.V. México 4, D.F.
- III. Comisión Federal de Electricidad. 1980c. Manual de Diseño de Obras Civiles. 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.
- IV. 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.
- V. Comisión Federal de Electricidad 1980. Manual de Diseño de Obras Civiles. Hidrotecnia. A.2.9. Esguerrimiento a Superficie Libre. Instituto de Investigaciones Eléctricas. México 5, D.F. p. A.I. 2.9.1.
- VI. 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.
- VII. Comisión Federal de Electricidad. 1981b. Manual de Diseño de Obras Civiles. Hidrotecnia. A.1.3. Esguerrimientos. Instituto de Investigaciones Eléctricas. México 5, D.F. p. A.I. 1.3.1.
- VIII. Comisión Federal de Electricidad 1983. Manual de Diseño de Obras Civiles. Hidrotecnia. A.2.2. Obras de Toma para Plantas Hidroeléctricas. Instituto de Investigaciones Eléctricas. México 5, D.F. p. A.I 2.2.1 – 2.2.2
- IX. Colegio de posgraduados. 1980. Manual para Proyectos de Pequeñas Obras Hidráulicas para riego y abrevadero; Tomo I, 1ª Edición; SPP, Chapingo México D.F.
- X. García, N.J.M. 1985. Principios de Hidráulica Potencial. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Chapingo. Talleres Gráficos de la División de Ciencias Forestales. 349p.
- XI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1992. Carta de Climas Regionales, escala 1:500,000. Monterrey 14R-VII

- XII. Ingeniería Hidráulica en México. 1970. Meteorología, Distribución de Frecuencias de Heladas, lluvias y tormentas eléctricas en México. Vol. 24
- XIII. Lambe, T.W. y Whitman, R.B. 1984. Mecánica de Suelos. Editorial Limusa. S.A. de C.V. México 1, D.F. 582 p.
- XIV. Linsley, R.E Y Franzino, J.B. 1983. Presas de Tierra y Enrocamiento. Editorial Limusa. México 1, D.F. 546 p.
- XV. Mancera C. Francisco. 2002. Proyecto para la Modificación de la Presa de Almacenamiento "El Bajío". Tesis de Licenciatura. U.A.A.N. Saltillo Coahuila México.
- XVI. Mora. R.P. 1993. La ingeniería de Operación en los Distritos de Riego. Trillas. México. P. 14 - 17.
- XVII. Secretaría de los Recursos Hidráulicos. 1973. Recursos Hidráulicos. Número 1. Volumen II. México 6, D.F. p. 71.
- XVIII. Secretaría de los Recursos Hidráulicos. 1975. Presas de Derivación. Modelo México 4. Plan Nacional de Obras Hidráulicas para el Desarrollo Rural. México D.F.
- XIX. 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.
- XX. Trueba, C.S. 1971. Hidráulica. Agrónomo - Especialidad de Irrigación - Ing. Proyectista 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.
- XXI. United States Department 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.
- XXII. Vega, R. O. et. Al. 1987. Presas de Almacenamiento y Derivación. 5^a Reimpresión. División de Estudios de Posgraduados, Facultad de Ingeniería de la U.N.A.M.

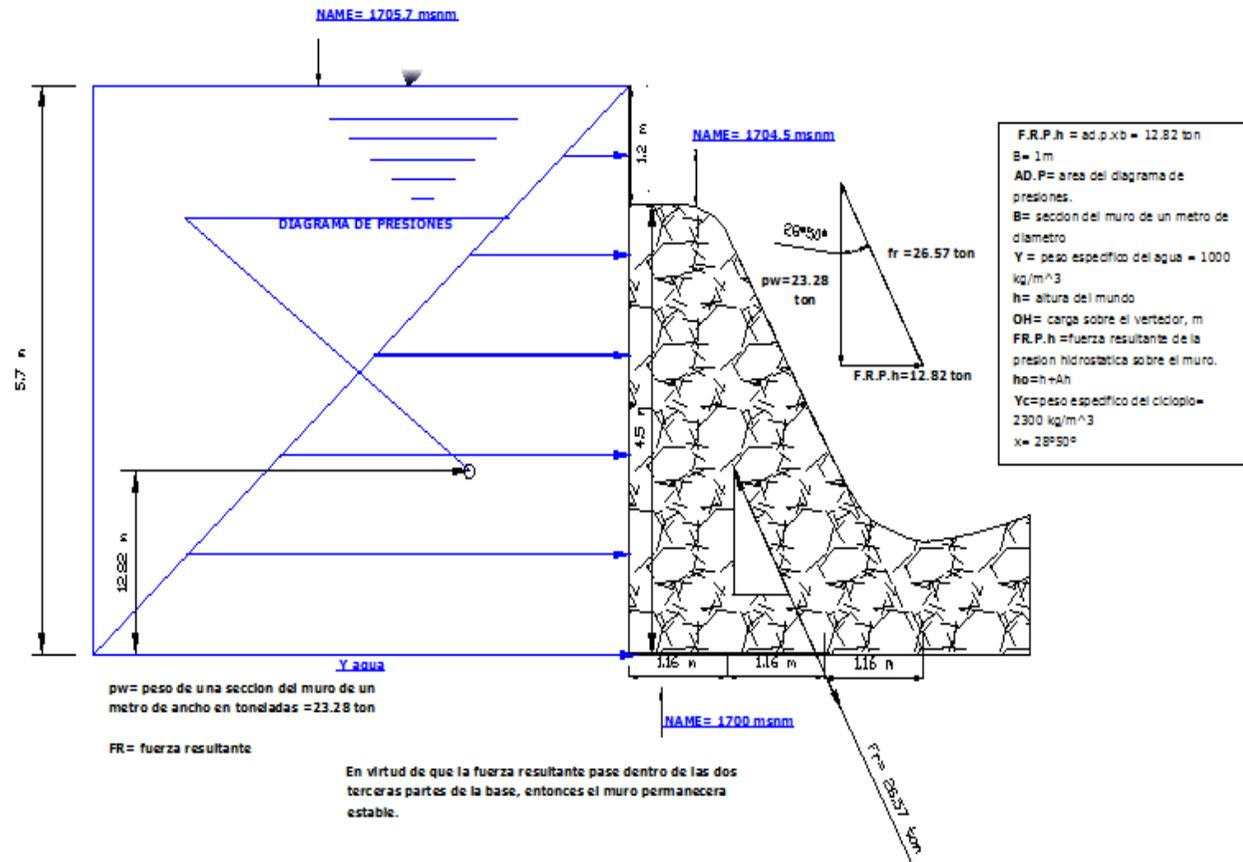
APENDICE

APÉNDICE A:
DISEÑO DE LA PRESA EJIDO MACUYU.

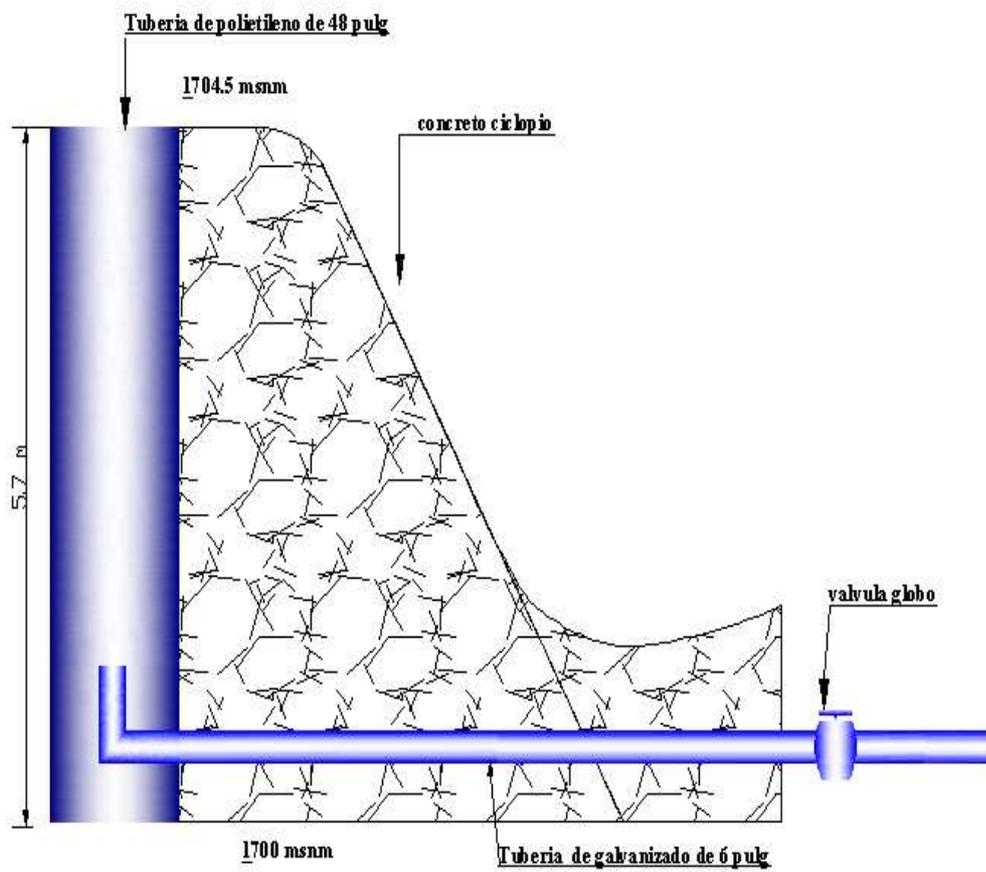
I. Cortina de la presa vista aguas arriba.



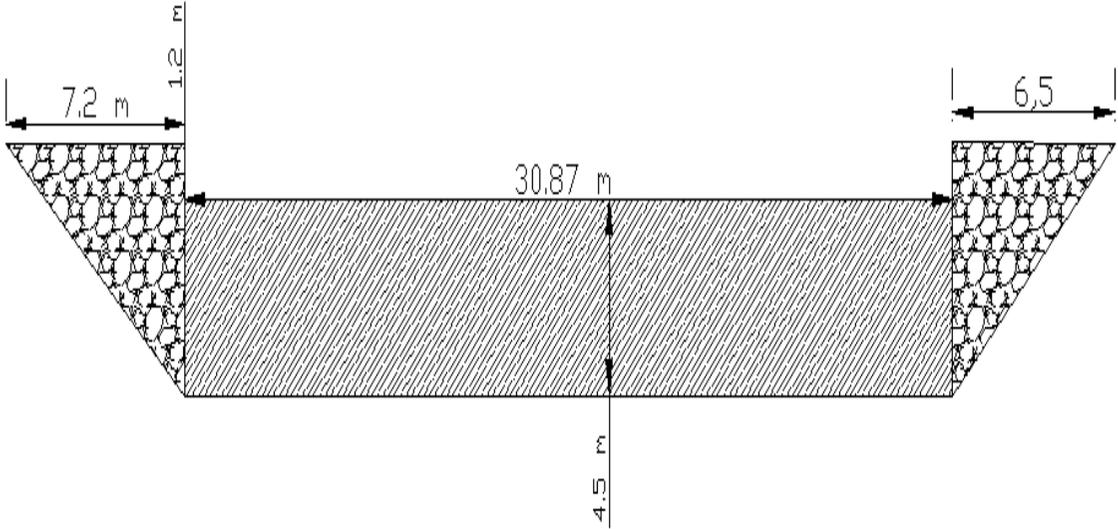
II. Esquema para determinar la estabilidad del muro.



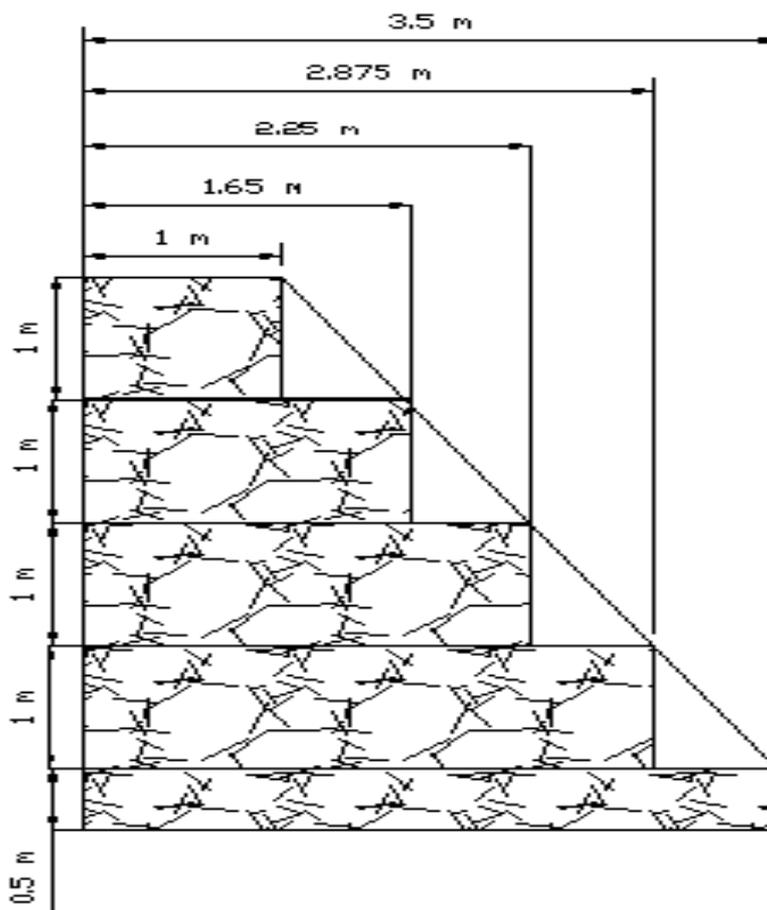
III. Corte transversal del muro para la retención del agua.



IV. perfil del arroyo. ejido macuyú, municipio General Cepeda.



V. Corte transversal y especificaciones de construcción del muro en el ejido Macuyu.



Acotaciones en metros

APÉNDICE B

DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO SEMI-PORTATIL POWEROLL



WADE RAIN DE MEXICO S. DE R.L. DE C.V.
 VITO ALESSIO ROBLES No. 1435-4, NAZARIO ORTIZ GARZA
 SALTILLO, COAH. TEL. (844) 4163575 Y 76. FAX. (844) 4163574

939

Saltillo, Coah. miércoles, 26 de enero de 2011

Para: **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**

Cotización No. ARR/SAL/095943

Calzada Antonio Narro # 1923
 Saltillo, Coahuila

ITEM	CANT.	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	P. UNITARIO	IMPORTE
1	1	EQUIPO	EQUIPO COMPLETO DE POWEROLL HIDROSTÁTICO PARA REGAR UN CAMPO CON UN ANCHO DE 1360 FT COMPUESTO POR:	\$13,213.07	\$13,213.07
			UNIDAD MOTRIZ CON TRANSMISIÓN HIDROSTÁTICA, TUBERIA DE ALUMINIO ESPECIAL DE ALTA TORSIÓN DE 4X76X1320FT NIVELADOR DEL ASPERSOR CON SUS ACCESORIOS Y TODAS LAS OPCIONES DISPONIBLES Y NECESARIAS, INCLUYENDO 2 RUEDAS ADICIONALES		
			DESCRIPCION DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA:		
	1		UNIDAD MOTRIZ MOD. 70-76-6HP		
	1		CUBIERTA DE MOTOR MOD. 70-404		
	1		JUEGO DE BRIDAS CENTRALES 4" MOD.		
	1		ESTRIBO PARA OPERADOR MOD. 70-RS		
	33		JUEGO DE ACOPLER 4" MOD. 58-4FWTD		
	33		ABRAZADERA PARA COPLES DE 4" Y 5" MOD. 58-4-2S		
	1		TAPÓN FINAL MACHO MOD. 59-5PRM		
	1		TAPÓN FINAL HEMBRA MOD.		
	1		TOMA CENTRAL MOD.		
	38		RUEDAS DE 4" MOD. 27-4-76		
	1		MANGUERA MOD. 49-20-4CX		
	33		NIVELADORES PARA ASPERSOR MOD. WL-75		
	33		ASPERSORES CON BOQUILLAS 11/64 X 1/8 MOD. WR-33		
	33		CODOS GALVANIZADOS 1" X 3/4" SLE1-12S		
	32		TUBOS DE 40 FT DE TORCION ESPECIAL 4X40X0.78		
	2		TUBOS DE 20 FT DE TORCION ESPECIAL 4X20X0.78		
	1		VÁLVULA ABRIDORA MOD. 3-6-4WR		
				SUBTOTAL USD	\$13,213.07
				I.V.A	\$0.00
				TOTAL USD	\$13,213.07
OBSERVACIONES:					
Vigencia: 20 días					
Puesto en la bodega de Saltillo.					
Tiempo de entrega: Lo confirmamos via telefónica confirmando orden de compra y depósito o transferencia.					
AT TE					
Lic. Armando Arredondo					