

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**



**DIVISIÓN DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE.**

**“CÁLCULO, DISEÑO, y CONSTRUCCIÓN DE UNA OBRA HIDROTECNICA PARA EL
ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO”**

**POR:
MARIANO ALEXANDER GUILLÉN VAZQUEZ**

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

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO. JUNIO DEL 2012.

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"**

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

**"CÁLCULO, DISEÑO, Y CONSTRUCCIÓN DE UNA OBRA HIDROTECNICA
PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO**

TESIS:

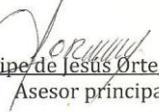
POR:

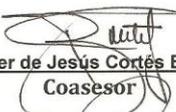
MARIANO ALEXANDER GUILLÉN VAZQUEZ

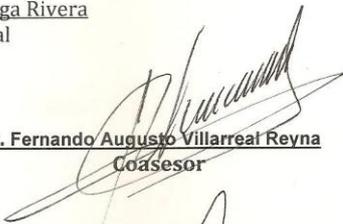
Que somete a consideración del H. jurado Examinador como Requisito Parcial Para
Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN.

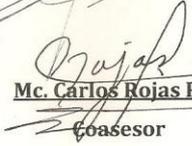
APROBADA.

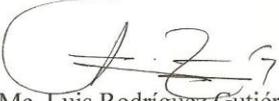

Dr. Felipe de Jesús Ortega Rivera
Asesor principal


Dr. Javier de Jesús Cortés Bracho
Coasesor


Dr. Fernando Augusto Villarreal Reyna
Coasesor


Mc. Tomás Reyna Cepeda
Coasesor


Mc. Carlos Rojas Peña
Coasesor


Mc. Luis Rodríguez Gutiérrez
Coordinador de División de Ingeniería

Buenavista, Saltillo, Coahuila México, Junio del 2012

DEDICATORIAS

A MI MADRE, Porque gracias a su cariño, guía y apoyo he llegado a realizar uno de los anhelos mas grandes de la vida, fruto del inmenso apoyo, amor y confianza que en mí se depósito y con los cuales he logrado terminar mis estudios profesionales que constituyen el legado mas grande que pudiera recibir y por lo cual viviré eternamente agradecido.

A mis hermanos, por brindarme su gran apoyo incondicional, por creer en mí y darme sus consejos en los momentos mas difíciles del recorrido para lograr este gran triunfo, que les pertenece mas a ustedes que a mí, muchas gracias los amo.

María Guadalupe

Erika esmeralda

Brenda Elizabeth

José Eduardo

AMI NOVIA: gracias por estar con mígo en los momentos mas difíciles de mí vida, el estar lejos de mí familia pero con su apoyo y compañía hemos podido salir adelante, gracias amor, te amojj

AGRADECIMIENTOS

A Dios Padre: *por darme la vida, por brindarme la oportunidad de viajar tan lejos para lograr un sueño, el cual es el mas importante de mi vida, que gracias a él lo e logrado, por su protección de día y noche, en ayudándome a librar los obstáculos que a diario se presentan en la vida y darme las fuerzas para seguir adelante.*

Todo lo puedo en cristo que me fortalece, (filipenses 4:13)

A mis padres: Joaquina Vázquez Gomes y Rosendo Vázquez Ramírez. *Por darme la vida; regalo más precioso que hay en este mundo. Por su apoco tanto moral, espiritual y económicamente que nunca me hizo falta. Por enseñarme el camino de la vida, el cual sin su sabiduría hubiese sido muy difícil lograr este sueño el cual ellos son parte de él. Los amo;iii*

A mis hermanos(a) y cuñados; *Que con su cariño y apoyo me enseñaron que para lograr grandes cosas, es necesario sacrificar una parte de ellas, que en la vida nada se obtiene de gratis, que día a día se tiene que luchar para lograr tu sueño.*

A Beatriz Vázquez y familia *(mi segunda gran familia), gracias por abrirme la puerta de su casa y permitirme ser parte de la gran familia con la que contamos, por su apoyo y cariño, de lo que estoy agradecido eternamente, por enseñarme grandes cosas de la vida. A mis hermanitas pequeñas, las cuales amo con todo mi corazón porque me han encelado que no es necesario ser hermanos de sangre para poder quererse tanto. Las quiero.*

A mis amigos, *aquellos con los que decidimos juntos inicial esta travesía de la vida que hoy da uno de sus primero frutos, aquellos que sin tener una infancia juntos pasaron de ser amigos a hermanos, con su apoyo, consejo y sobre todo compañía cuando mas se necesitaba de la familia, ay estaban ellos, siempre estarán en un lugar especial en mi corazón, muchas gracias, que Dios me los bendiga siempre.*

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 por siempre.

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. Por ser una gran amigo de quien no solo aprendí grandes cosas relacionadas con la carrera, sino que también grandes cosas de la vida misma. Gracias;j*

Dr. Fernando Augusto Villarreal Reyna. *Gran profesor dentro y fuera de está alma mater, gracias por regalarme un poco pero mucho ala ves mucho del conociendo de la materia que es base de muestra carrera, y sobre todo por apoyarme en concluir este proyecto.*

Dr. Javier de Jesús Cortes Bracho. *Por su apoyo y comentarios como profesor y amigo para poder concluir bien mis estudios en la universidad sobre todo en la elaboración de este proyecto.*

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 brindarme su apoyo como profesor y además como amigo durante el tiempo en esta universidad, Por el valioso apoyo y colaboración incondicional en la elaboración de este trabajo como por sus sugerencias y por su amistad.*

Tabla de contenido

<i>DEDICATORIAS</i>	II
AGRADECIMIENTOS	IV
Índice de imágenes	VIII
Índice de cuadros	VIII
RESUMEN.....	1
SUMMARY	2
1. INTRODUCCIÓN.....	3
1.1. Situación actual del agua en Coahuila.....	4
1.2. Justificación	6
1.3. Objetivos generales.....	7
1.4. Objetivos específicos.....	7
1.5. Hipótesis.....	8
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	8
2.1. Hidrología y su objetivo.....	8
2.2. Ciclo hidrológico.....	9
2.3. Definición de cuenca.....	11
2.4. Tipos de corrientes.....	11
2.4.1 Efímera:	11
2.4.2 Intermitente:	11
2.4.3 Perenne:	12
2.5. Precipitación.....	12
2.6. Tipos de precipitación.....	12
2.6.1. Por convección:	12
2.6.2. Orográficas:	12
2.6.3. Ciclónica:	12
2.7. Clasificación de presas.....	12
2.7.1. Presas:	12
2.7.2. Clasificación.....	12
2.7.3. Según como permitan el paso del agua:	13
2.7.4. Según la altura de presión creada por la presa.....	14
2.7.5. Según los materiales empleados en la construcción.....	15
2.8. Criterios y condiciones para establecer presas por gravedad.....	16

2.8.1.	Para realizar el diseño de una presa se deben considerar los siguientes puntos:	
	16	
2.9.	Obras de excedencia.....	17
2.9.1.	Definición:	17
2.9.2.	Clasificación:.....	18
2.9.3.	Los lavaderos.....	18
2.9.4.	Vertedor tipo Creager:	18
2.10.	Presa de almacenamiento.....	18
2.11	Definición de términos de presa de almacenamiento	19
2.11.1.	Cortina:.....	19
2.11.2.	Corona:	19
2.11.3.	Altura:.....	19
2.11.4.	Bordo libre:.....	19
2.11.5.	Taludes exteriores:.....	19
2.11.6.	Name:	20
2.11.7.	N.A min.....	20
2.11.8.	N.A.N	20
2.11.9.	N.m.o.....	20
2.11.10.	N.A.ME.....	20
2.11.11.	H=	20
2.11.12.	L.B=	20
2.12.	FETCH	20
2.13.	Fuerzas que se ejercen sobre la presa.....	21
2.15.	Vaso de la presa:	22
2.16.	Obra de toma de la presa.....	22
2.17.	Consideraciones necesarias.	23
2.18.	Clasificación.....	23
2.19.	Vertedor de demasías.	23
2.20.	Estudio de avenidas.....	24
2.21.	Métodos para calcular el gasto de la avenida máxima probable.....	25
2.21.1.	Método directo.	25

2.21.2.	Método indirecto.....	25
2.22.	Línea de conducción.....	27
2.22.1.	Pendiente.....	27
2.22.2.	Gastos.....	27
2.23.	Abatimiento de los acuíferos en México.....	28
2.23.1.	Hidrología Subterránea.....	28
2.24.	Situación actual del agua en México.....	28
2.25.	Contaminación.....	33
2.26.	Historia del uso del agua en Coahuila.....	34
2.27.	Situación actual en el estado.....	36
2.28.	Fuentes de abastecimiento para el estado.....	37
2.28.1.	Aguas superficiales.....	38
2.28.2.	Aguas subterráneas.....	39
2.28.3.	Aguas meteorológicas.....	39
2.29.	Tipos de sistemas.....	39
2.30.	Aprovechamiento de agua subterránea (manantiales) por medio de galerías filtrantes 40	
2.31.	Cantidad.....	41
2.32.	Calidad.....	41
2.33.	Población, periodos y caudales de diseño.....	42
2.33.1.	Población de diseño.....	42
2.33.2.	Período de diseño.....	42
2.33.3.	Dotación y consumo.....	42
2.34.	Captación de manantiales.....	43
2.35.	Tipos de captación.....	44
3.	MATERIALES Y METODOS:.....	41
3.1.	Aspectos generales.....	41
3.2.	Propósito de la obra.....	41
3.3.	Climatología.....	41
3.4.	Localización.....	42
3.5.	Evaporación.....	43

3.6.	Vientos.....	43
3.7.	Temperaturas.....	43
3.8.	Régimen de lluvia.....	43
3.9.	Cartografía de climas.....	44
3.10.	Estudio hidrológico.....	44
3.11.	Características ambientales.....	51
3.11.1.	Vegetación.....	51
3.11.2.	Geología.....	51
3.11.3.	Características del suelo.....	52
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	52
4.1.	Cuenca hidrológica.....	52
4.2.	Coeficiente de escurrimientos.....	53
4.3.	Escorrimento media anual.....	55
4.4.	Calculo del volumen anual escurrido.....	56
4.5.	Calculo del volumen aprovechable media anual.....	56
4.6.	Calculo de la avenida máxima.....	57
4.7.	Vaso de la presa.....	58
4.8.	Capacidad de almacenamiento.....	59
4.9.	Diseño de la obra.....	59
4.10.	Obra de excedencia.....	60
4.10.1.	Calculo del vertedor.....	60
4.11.	Estimación de los coeficientes de seguridad del muro de ciclópeo.....	60
4.12.	Cálculo de la estabilidad del muro.....	61
4.12.1.	Tenemos que el área del diagrama de presiones es:.....	61
4.12.2.	Calculo de la fuerza resultante de la presión hidrostática.....	61
4.12.3.	Calculo del Peso del muro (pw) Área:.....	62
4.12.4.	Volumen:.....	62
4.12.5.	Peso del muro.....	62
4.12.6.	Cálculo de la fuerza resultante:.....	62
4.13.	Obra de conducción.....	63
4.13.1.	Ecuación de Bernoulli.....	67

4.13.2.	Ecuación de Hazen- Williams	67
4.13.3..	Comprobación:.....	67
4.14.	Análisis de presupuesto.	68
4.14.1.	Análisis del presupuesto para la cortina de la presa.....	68
4.15.	Diseño de galerías filtrantes (Captación de un manantial de ladera y concentrado). 70	
4.15.1.	Diseño hidráulico y dimensionamiento.....	70
4.16.	Ancho de la pantalla.....	73
4.17.	Altura de la cámara húmeda	75
4.18.	Dimensionamiento de la canastilla	77
4.19.	Tubería de rebose y limpieza	78
4.20.	Diseño estructural.....	79
4.21.	Análisis por acción (Construcción de la GALERIA FILTRANTE).....	80
5.	CONCLUSIONES.....	83
6.	LITERATURA CITADA.	84
7.	APÉNDICE:	86
a)	- Cortina de la presa vista aguas arriba. (Acotaciones en mts.)	87
b)	Vista aguas debajo de la cortina de la presa.....	88
c)	Corte transversal y especificaciones de construcción del muro en el ejido Derramadero. 88	
d)	Esquema para determinar la estabilidad del muro.....	89
e)	Corte transversal del muro para la retención del agua.....	90
f)	Manantial de lugar de estudio.	91
g)	Afloramiento en la roca.....	92
h)	Muro de la presa.	93
l)	Análisis de calidad de agua del manantial.	94

Índice de imágenes

..0.) Figura 1 Ciclo Hidrológico.....	10
Fig. 2 presa de concreto.....	13
Fig. 3.- 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.....	14
Fig. 4.- Ejemplos de presas rígidas. novak, p., moffat, a.i.b., nalluri, c. y narayanan, r. 1990.....	15
Fig. 5 Perfil por el eje del cauce.....	20
fig. 6 fetch de la presa.....	21
Fig. 7. Precipitación media anual en México.....	29
Fig. 8. Principales concentraciones de habitantes en México.....	30
Fig. 9. Acuíferos sobre-explotados.....	32

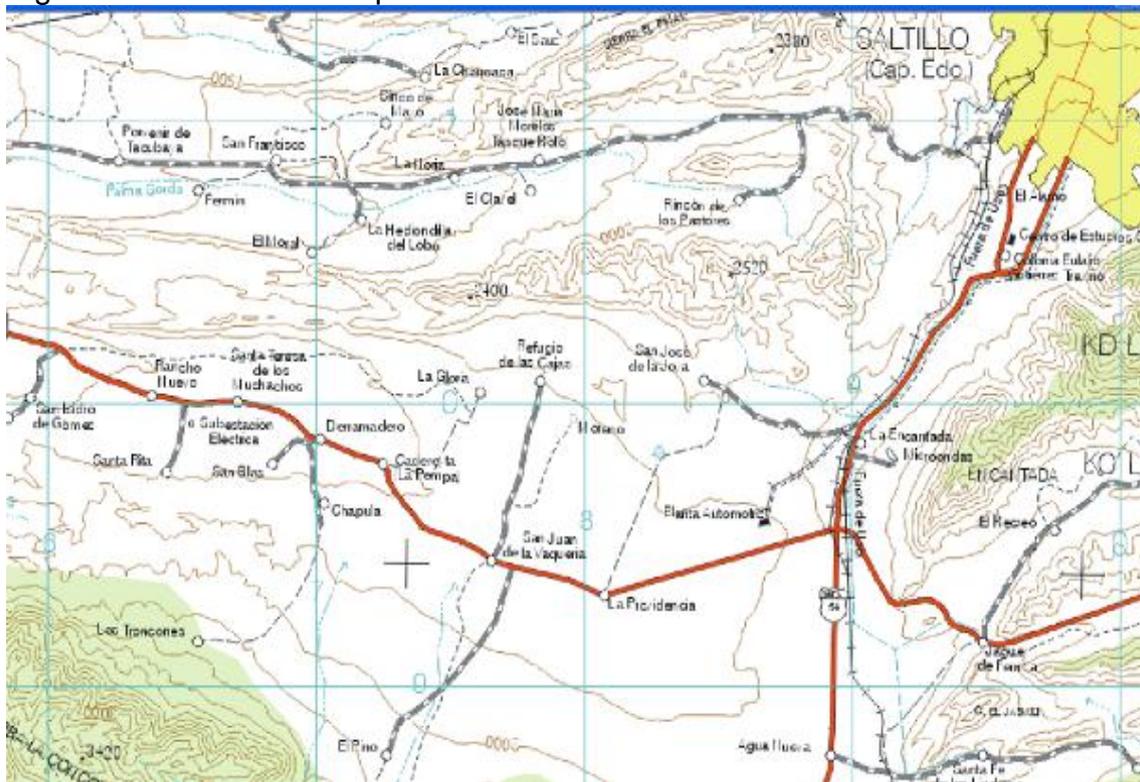


Figura 10. Localización de ejido Derramadero.	42
Fig. 11. Carta de climas escala 1:500,000. Monterrey 14R-VII.....	44
Fig.12. Área de la cuenca, carta topográfica, Saltillo G14c33, escala 1:50000.....	53
Figura 13. Área por cota del vaso de la presa.....	58
Fig.14. perfil dela línea de conducción al ejido Derramadero.....	65
Fig. 15. Foto de Google earth, con perfil.....	66
Fig. 16. Flujo de agua en un orificio de pared gruesa.....	71
Fig. 17. Carga disponible y pérdida de carga.....	72
Fig. 18. Distribución de los orificios de pantalla frontal.....	74
Fig. 19 Altura total de la cámara húmeda.....	76
Fig. 20. Canastilla de salida.....	78

Índice de cuadros

Cuadro.1 Precipitación media anual histórica de la estación climatológica del municipio de general cepeda Coahuila.....	45
Cuadro.2 Precipitación media anual histórica, estación climatológica del municipio de general cepeda.....	47
Cuadro.3 Curva de la probabilidad de las precipitaciones máximas diarias....	51
Cuadro.4 Características de la cuenca.....	53
Cuadro.5 Coeficientes de escurrimientos.....	54
Cuadro. 6 Coeficiente de escurrimiento de la cuenca en estudio.....	55
Cuadro.7 Valores de C, Características de cuenca y precipitación.....	57
Cuadro 8. Cotas del vaso.....	58
Cuadro 9. Características de la obra.....	59
Cuadro 10. Perfil de la línea de conducción.....	63
Cuadro 11.Relación de agregados para un m3 de construcción.....	68
Cuadro 12.Componente de mezclas para la construcción total de la obra.....	68
Cuadro 13. Costo de la obra.....	69
Cuadro 14.Análisis del presupuesto para la línea de conducción.....	70
Cuadro.15.Relación de agregados para un m3 de construcción.....	80
Cuadro.16. Componente de mezclas para la construcción total de la obra....	80
Cuadro.17.Inversión total para la obra (galería filtrante) del ejido Derramadero	81
Cuadro.18. Comparación de las diferentes formas de extracción de agua del suelo.....	82

RESUMEN

“CÁLCULO, DISEÑO, Y CONSTRUCCIÓN DE UNA OBRA HIDROTECNICA PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA, PARA CONSUMO HUMANO”

En la actualidad, México como en todo el mundo se encuentran bajo una gran crisis de la disponibilidad de agua, aunque el planeta tierra cuenta con 2 terceras parte de agua, no está disponible para su aprovechamiento en sus distintas aplicaciones que el ser humano le es necesario. El mayor porcentaje de agua que hoy en día es utilizada proviene de las grandes profundidades de nuestro planeta, esto hace que no sea en su totalidad potable y muchas veces no puede ser utilizado para el sector agrícola por los altos índices de elementos que en ella se encuentra. México cuenta una dependencia que se encarga de regularizar la explotación del vital líquido, CONAGUA, la cual nos informa que muchos de los acuíferos que se encuentran en extracción de agua ya se encuentran sobre-explotados, dado que es mayor la cantidad de agua que se extrae que la que se repone por las lluvias, este problema se presenta principalmente en el norte de nuestro país, como sabemos las precipitaciones son muy raquíticas. Por ellos se están buscando nuevas alternativas para disminuir la sobre explotación de los acuíferos que disponemos, como nuevas formas de aprovechar el agua subterránea o cambiar las fuentes de abastecimiento.

Este trabajo está enfocado a encontrar nuevas alternativas. Como por ejemplo, el aprovechamiento de las aguas superficiales, nuevas formas de suministrar el agua a la población. Que hoy en día se encuentra con el gran problema, el suministro del agua potable. Una de las nuevas alternativas para el aprovechamiento de agua, es por medio de la construcción de presas de almacenamiento, aprovechar los cauces naturales del agua. En este trabajo se muestra los estudios correspondientes que se realizan antes, para la construcción de una pequeña obra de este tipo.

Otra forma de aprovechar los pequeños manantiales que se encuentran aflorando sobre la superficie terrestre, es por medio de las galerías filtrantes, cuyo fin es aprovechar a su máxima expresión el agua aflorada, y así evitar que se pierda por la evaporación. Ya que en muchos lugares se encuentran estos afloramientos, pero no se conoce como poder aprovecharlo.

Palabras clave: Acuíferos, Presa, Manantiales, Galerías filtrantes, agua subterránea y aguas superficiales

SUMMARY

"CALCULATION, DESIGN, AND CONSTRUCTION OF A WORK
Hydrotechnique FOR WATER FOR HUMAN CONSUMPTION"

At present, Mexico and around the world are under great crisis of water availability, although the planet Earth has 2/3 water paste is not available for use in its various applications that the human being is necessary. The highest percentage of water that is used today comes from the great depths of our planet, this grabs other than drinking a whole and often can not be used for agriculture by high levels of elements in it located. Mexico has a unit in charge of regulating the operation of the vital fluid, CNA, which informs us that many of the aquifers that are in water extraction are already over-exploited, since the greater the amount of water extracted than is replenished by rain, this problem occurs mainly in the north of our country as we know the rain is very rickety. What they are looking for new ways to decrease the over-exploitation of aquifers that have, as new ways to tap underground water supplies or switching power supply.

This work is focused on finding new alternatives. As such, the use of surface water, new ways of supplying water to the population. Today is the big problem with the drinking water supply. One of the new alternatives to the use of water is through the construction of storage dams, natural cause them to take advantage of the water. In this paper we show the corresponding studies carried out before, for the construction of a small work of this kind.

Another way to take advantage of the small springs that are surfacing on the earth's surface is through the infiltration galleries, designed to take advantage of its best upwelled water, and thus prevent loss by evaporation. Since in many places are these outcrops, but not known to be able to use it.

Keywords: Aquifers, Dam, springs, infiltration galleries and groundwater and surface waters.

1. INTRODUCCIÓN.

Para el hombre la necesidad de utilizar el agua es tan antigua como su propia existencia y por consiguiente, desde sus inicios tuvo la preocupación por conocer sus características, sus orígenes, su dinámica y sus diferentes aplicaciones.

En la antigüedad, tanto los chinos como los sirios, egipcios y romanos fueron muy hábiles en el manejo de las aguas para destinarlas al riego de campos agrícolas y al abastecimiento de agua a las ciudades. Durante la máxima expansión del imperio romano, en donde abarcó territorios de cerca de 25 países actuales, se hicieron construcciones que hoy en día deslumbran por su belleza arquitectónica, pero fueron igualmente importantes sus sistemas de acueductos que suministraban agua potable a sus diferentes poblaciones, así como sus termas y baños públicos.

En América, al igual que en las antiguas culturas europeas y asiáticas, las poblaciones también se desarrollaron a orillas de ríos y lagos. Sin embargo, gran parte de las labores agrícolas se realizaron durante los períodos de lluvia, lo que llevó al desarrollo de diferentes tipos de obras hidráulicas con la finalidad de ampliar sus fronteras agrícolas. Así por ejemplo, los incas desarrollaron el cultivo en terrazas en las laderas de montañas, que eran irrigadas por complejos sistemas de canales y embalses artificiales de agua.

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 del 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, uso 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.

1.1. Situación actual del agua en Coahuila.

Muchos de los coahuilenses desconocen que el estado de Coahuila se encuentra geográficamente ubicado dentro del gran Desierto Chihuahuense, delimitado por dos barreras naturales que lo circundan, como son la Sierra Madre Oriental y la Sierra Madre Occidental.

Una de las características de todo desierto es la ausencia de las precipitaciones fluviales, por lo que sus recursos hidrológicos son bastantes escasos, ya que tienen una precipitación fluvial de 360 mm anuales. En temporadas normales se observa un período lluvioso en los meses de junio a septiembre, durante los cuales ocurre el 75% de la lluvia media anual con valores máximos en los meses de agosto y septiembre; los meses de transición entre el período húmedo y seco son mayo y octubre; la estación seca corresponde al período de noviembre a abril, presentándose los valores

mínimos en febrero y marzo, de ahí la importancia del buen manejo de nuestro recurso natural.

En Coahuila se cuenta con cuatro regiones hidrológicas cuyos nombres son: Bravos-Conchos, Mapimí, Nazas Aguanaval y el Salado (practica con el anexo uno sobre la ubicación geográfica en el estado). Predominan climas secos y muy secos, los escurrimientos superficiales, muy limitados en su mayor parte, son intermitentes. Por la consecuente condición de escasas lluvias los acuíferos se recargan muy lentamente, lo que restringe el uso potencial de la agricultura, la ganadería y el doméstico; sin embargo se cuenta con abundantes afloramientos de calizas potencialmente formadoras de acuíferos.

El acelerado crecimiento de nuestro estado desde los años setenta y las prolongadas sequías que se han registrado, ha ocasionado que la agricultura y ganadería, principales actividades económicas de nuestra entidad, se vean afectadas por la irregularidad de las temporadas de lluvia. Por ello se debe crear y fomentar una nueva cultura del agua en la ciudadanía con el fin de asegurar la existencia del vital líquido para todos.

La población debe desarrollar conciencia acerca de los problemas que implica el suministro y modificar sus hábitos de consumo. De igual manera los sectores productivos deben tomar conciencia y evitar el gasto de grandes volúmenes y desperdicios en la industria y el campo.

El Gobierno preocupado por este problema, ha elaborado una serie de programas para apoyar las actividades propias del buen uso y conservación del elemento agua, como abasto de agua en pipas a comunidades suburbanas y rurales mediante el Plan DN 3 y el Plan Acuario.

1.2. Justificación

La mayoría de los estudios y proyectos tiene como meta el desarrollo integral de las zonas áridas porque posee un gran potencial, en sus suelos y en su gente, los proyectos de obras hidráulicas confines de solucionar los problemas abastecimiento de agua potable para consumo humano. A pesar de que la tormenta Alex recargó los acuíferos del centro y sur del estado, estas precipitaciones no han sido suficientes como para obtener el agua requerida y dar abasto sin problemas a las necesidades industriales, agrarias y especialmente domésticas. Una solución a esta gran problemática mundial es implementar cuanto antes sistemas alternativos de allegarse de agua, de fuentes superficiales, en cambiar el uso del consumo humano de agua subterránea a superficial, por lo que se deberán construir presas para tener agua almacenada, el cual por sus características de costo y obtención de beneficios inmediatos o en plazos prácticamente cortos, permite su construcción sin tener muchas complicaciones técnicas. Aunque aparentemente el diseño de una estructura de éste tipo es relativamente importante, es necesario establecer las bases mínimas para facilitar la labor del personal técnico relacionada con este tipos de proyectos.

La principal función de una presa de almacenamiento o de embalse tiene 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.

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 en 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 o social, 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.

Las obras hidráulicas tienen como fin resolver las necesidades del abastecimiento de agua y producción agropecuaria, manejando las condiciones socioeconómicas de las comunidades en el medio rural. Con la construcción de presas de almacenamiento de agua en las zonas áridas y semiáridas, a futuro se reducirán los índices de inestabilidad 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 hacer un uso racional y eficiente del agua, utilizando sistemas de riego necesarios para el incremento de la producción agrícola.

1.3. Objetivos generales.

Lograr que a través de la construcción de obras hidráulicas, se aproveche el escurrimiento superficial y manantiales en las zonas de escasa precipitación para abastecer al ejido Derramadero.

1.4. Objetivos específicos.

Llevar a cabo el cálculo y construcción de una obra hidráulica que contribuya con el abastecimiento de agua para el ejido.

Almacenamiento y conducción de los escurrimientos superficiales del agua de lluvia a través de una presa de almacenamiento.

Aprovechamiento de vertientes o manantiales.

Utilizar este tipo de obras, como alternativas para solucionar la escases de agua a los poblados en las zonas áridas del país.

Incremento en la eficiencia en el uso del agua.

1.5. Hipótesis

Los escurrimientos superficiales son recursos naturales que podemos utilizar como alternativa para resolver el escases de agua en las zonas áridas.

Las obras hidráulicas son rentables en comparación con el agua de los pozos profundos para la obtención del vital líquido.

Una forma más rentable de extracción de agua subterránea es por medio de las galerías filtrantes.

2. REVISIÓN DE LITERATURA.

2.1. Hidrología y su objetivo.

La hidrología estudia las aguas que se encuentran en las capas superiores de la corteza terrestre. 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.

2.2. Ciclo hidrológico.

El ciclo hidrológico consiste en la continua circulación de la humedad y del agua en el planeta. El ciclo no tiene principio ni fin, pero el concepto de ciclo hidrológico se origina en el agua de los océanos, los que cubren las tres cuartas partes del globo terrestre. La radiación solar calienta la superficie de agua de los océanos, llevando por evaporación el agua hasta la atmósfera, donde se reúne dando origen a las nubes. Bajo ciertas condiciones, la humedad contenida en las nubes se condensa y precipita a tierra bajo la forma de lluvia, granizo o nieve, elementos que constituyen las variadas formas de precipitación del agua, la cual es denominada científicamente como agua meteórica.

La verdadera fuente de casi todas las reservas de agua dulce en el planeta, la constituye la precipitación que cae sobre la parte continental y que, de una manera u otra, renueva el agua extraída de lagos, ríos y pozos y es empleada en innumerables usos domésticos e industriales.

Parte de la precipitación que ha humedecido la capa superficial del terreno escurre sobre la superficie hasta llegar a algún curso o cuerpo de agua. Otra parte se infiltra en el suelo, de la que una fracción importante es retenida por las raíces de las plantas y devuelta a la superficie por acción de capilaridad. Sin embargo, otra parte, no menos importante, percola por debajo de la zona radicular y mediante la influencia de la gravedad, se desplaza hasta llegar a la zona de saturación donde pasa a constituir el depósito subterráneo de agua. Una vez que el agua llega a la zona de saturación, se inicia su desplazamiento por los poros de los materiales presentes en la referida zona y puede reaparecer en la

superficie de lugares situados a elevaciones inferiores al nivel que permitirá su incorporación al depósito subterráneo de agua. De esta manera, el agua subterránea puede aflorar por manantiales o filtrarse a través del material permeable hacia los cursos de agua, viniendo a representar el caudal de los ríos en tiempo de estiaje.

Los cursos de agua que colectan tanto la escorrentía superficial como los afloramientos naturales, eventualmente llegan hasta los océanos, iniciándose nuevamente el ciclo hidrológico y constituyéndose, de esta manera, en el proceso por el cual la naturaleza hace circular el agua desde los océanos a la atmósfera y de ésta a la corteza terrestre en forma consecutiva. Las fuerzas que hacen posible el ciclo hidrológico son la radiación solar, la aceleración gravitacional, la atracción molecular y la capilaridad. En la figura 1 se presenta un esquema que representa el ciclo hidrológico.

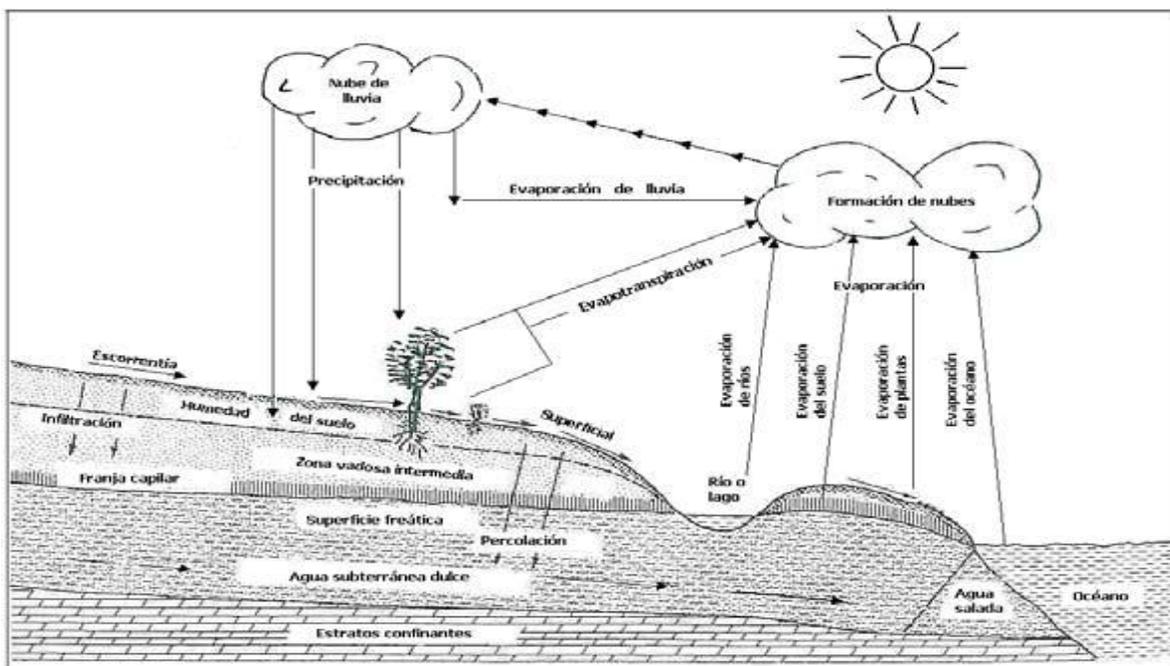


Figura 1. Ciclo Hidrológico

Sin embargo, el hombre con su accionar afecta algunos de los componentes del ciclo hidrológico a través de la regulación de los ríos o la construcción de presas, canales y otros tipos de obras hidráulicas, así como por la construcción de carreteras, autopistas y ciudades, que alteran el escurrimiento natural, al obstruir el proceso de infiltración del agua en el suelo. Otros factores que afectan el ciclo hidrológico son la tala de bosques, la eliminación de vegetación, la construcción de pozos y la explotación indiscriminada de las aguas subterráneas.

2.3. 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 parte aguas, 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.

2.4. Tipos de corrientes.

2.4.1 **Efímera:** Es aquella que sólo lleva agua cuando llueve.

2.4.2 **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.

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

2.5. 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.

2.6. Tipos de precipitación.

2.6.1. **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.

2.6.2. **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.

2.6.3. **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.

2.7. Clasificación de presas.

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

2.7.2. 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.

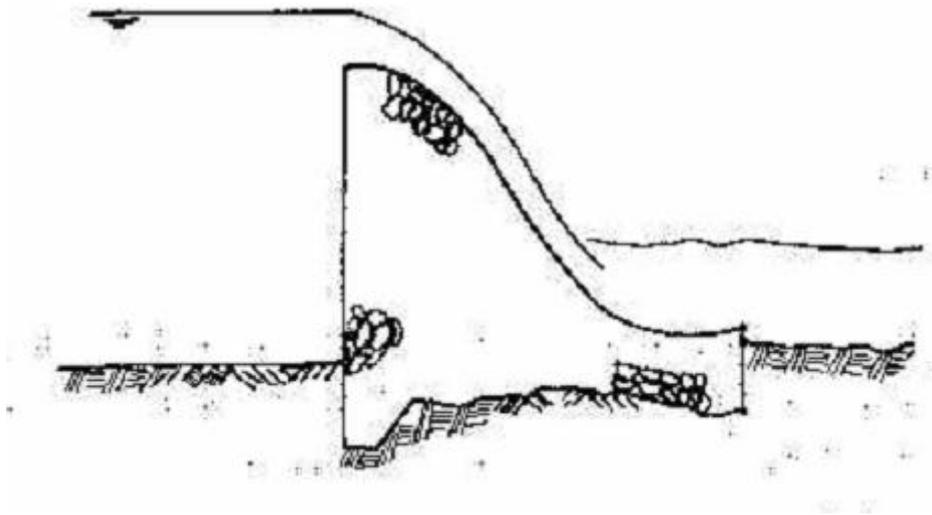


Fig. 2 presa de concreto

2.7.3. Según como permitan el paso del agua:

Presas de sección sorda.

Presas de sección vertedora.

Presas de sección mixta.

2.7.3.1. **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.

2.7.3.2. **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.

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

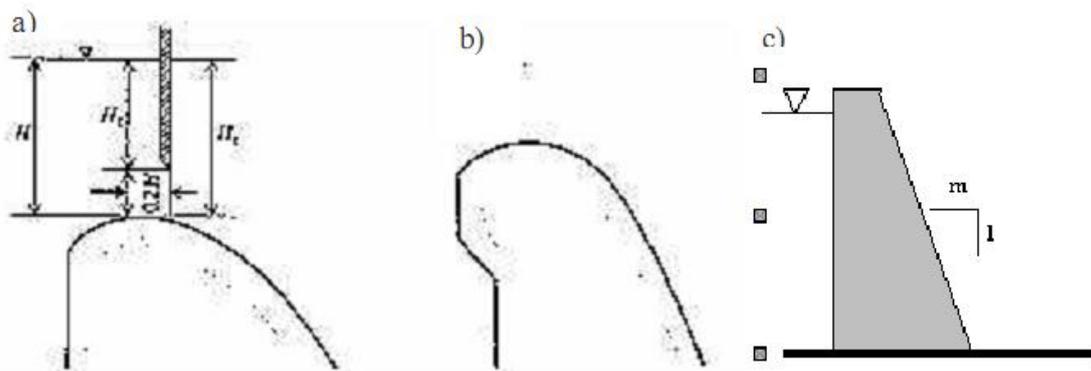


Fig. 3.- Esquema típico de presas a) vertedera móvil, b) vertedera fija y c) presa sorda. Novak, p., moffat, a.i.b., nalluri, c. y narayanan, r. 1990.

2.7.4. Según la altura de presión creada por la presa.

2.7.4.1. **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.

2.7.4.2. **Presas intermedias:** La presión actuante sobre las estructuras es media. Las presas tienen una altura comprendida entre 25 m y 75 m.

2.7.4.3. **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.

2.7.5. 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.

2.7.5.1 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.

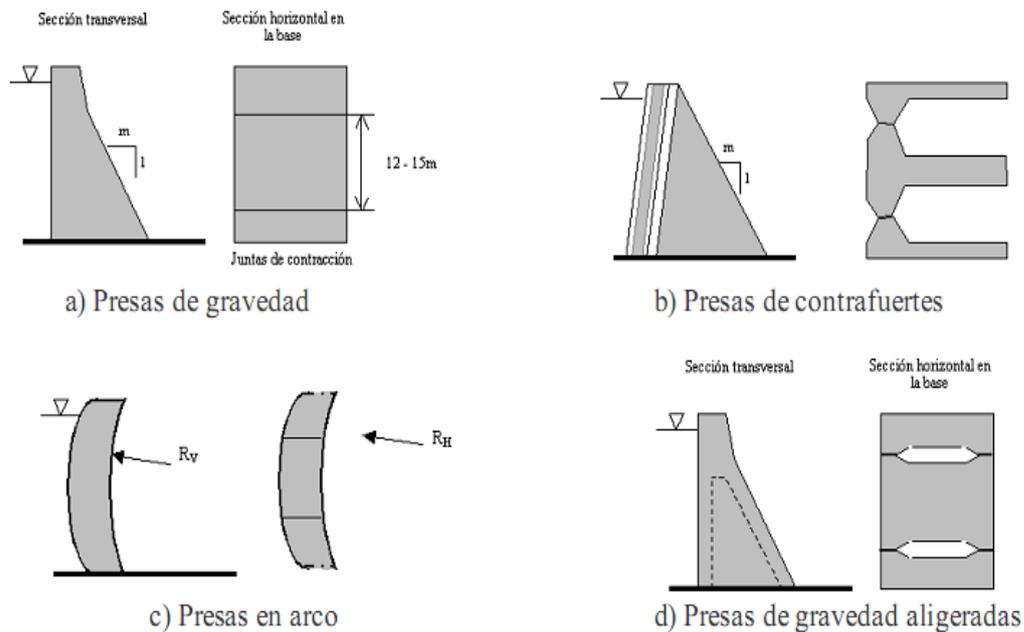


Fig. 4.- Ejemplos de presas rígidas. novak, p., moffat, a.i.b., nalluri, c. y narayanan, r. 1990.

2.8. 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.

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

Determinar el sitio más adecuado para la construcción de la presa.

Determinar la pendiente del cauce en el sitio seleccionado.

Obtener en campo la sección transversal de la cárcava o del cauce en el sitio donde se desea construir la presa.

Calcular los gastos de diseño utilizando el método simplificado de las huellas máximas.

Estimar el escurrimiento máximo que tiene lugar en la sección transversal levantada a fin de diseñar la capacidad máxima del vertedor.

Diseñar el vertedor a fin de satisfacer la capacidad de descarga del escurrimiento máximo.

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.

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.

Considerar los empotramientos mínimos requeridos en ambos márgenes de la cárcava, con el fin de evitar filtraciones que debiliten la seguridad de la obra.

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.

2.9. Obras de excedencia.

2.9.1. 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.

2.9.2. **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.

2.9.3. **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.

2.9.4. **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 disipador 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.

2.10. 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.

2.11 Definición de términos de presa de almacenamiento

2.11.1. **Cortina:** Estructura que tiene por objeto.

2.11.2. **Corona:** Parte superior de la estructura, generalmente revestida para prevenir el secado del corazón impermeable y proporcionar una vía para el tránsito de vehículos.

2.11.3. **Altura:** Diferencia entre las elevaciones de la corona y el punto más bajo de la cimentación.

2.11.4. **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.

2.11.5. **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.

- 2.11.6. **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.
- 2.11.7. **N.A min**=Nivel de almacenamiento mínimo.
- 2.11.8. **N.A.N**=Nivel de aguas normales = N.A.M.Q.= Nivel de aguas máximas de operación.
- 2.11.9. **N.m.o**=Nivel mínimo de operación (carga mínima de funcionamiento de la O. de T.).
- 2.11.10. **N.A.ME** =Nivel de aguas máximas extraordinarias.
- 2.11.11. **H**=Carga del vertedor para la avenida máxima de diseño.
- 2.11.12. **L.B**=Libre bordo.

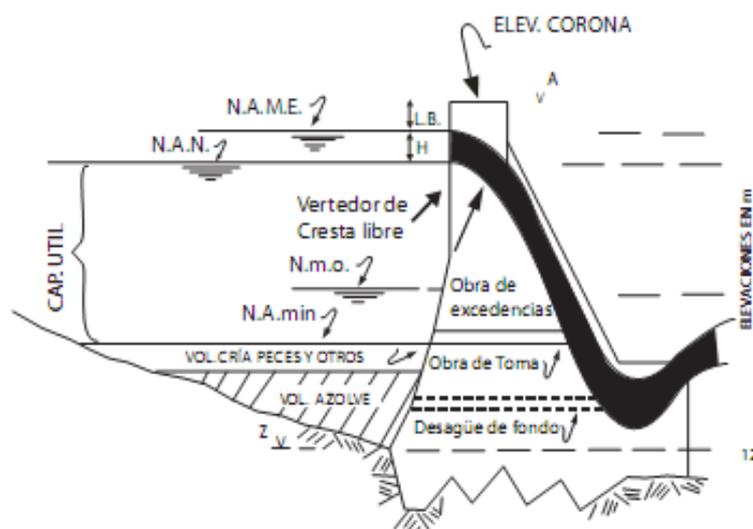


Fig. 5 Perfil por el eje del cauce.

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



fig. 6 fetch de la presa

2.13. 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 es necesario considerarlas en los análisis de estabilidad.

2.14. 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 tienden a contrarrestar el movimiento (fuerzas resistentes) (Lambe y Whitman, 1984).

2.15. 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.

2.16. 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:

Regular y conducir el gasto necesario.

Asegurar con pequeñas pérdidas de energía, el gasto en la conducción.

Evitar la entrada de basura, escombros y otros flotantes.

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.

2.17. 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.

2.18. Clasificación.

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.

2.19. 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.

2.20. 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 fórmula de Manning bajo ciertas recomendaciones.

Secretaría de los Recursos Hidráulicos (1975), menciona que un gran porcentaje del 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.

2.21. Métodos para calcular el gasto de la avenida máxima probable.

2.21.1. 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.

2.21.2. Método indirecto.

2.21.2.1. 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 cuenca, 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.

2.22. 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. En este caso se aprovechará por medio de gravedad.

2.22.1. Pendiente

La pendiente es la relación que existe entre el desnivel que debemos superar y la distancia en horizontal que debemos recorrer, lo que equivale a la tangente del ángulo que forma la línea a medir con el eje x, que sería el plano. La distancia horizontal se mide en el mapa. La pendiente se expresa en tantos por ciento, o en grados.

2.22.2. Gastos

Es la cantidad de fluido que circula por unidad de tiempo en determinado sistema o elemento. Se expresa en la unidad de volumen dividida por la unidad de tiempo (e.g.: m^3/s).

En el caso de cuencas de ríos o arroyos, los caudales generalmente se expresan en metros cúbicos por segundo o miles de metros cúbicos por segundo. Son variables en tiempo y en el espacio y esta evolución se puede representar con los denominados hidrogramas.

2.23. Abatimiento de los acuíferos en México

2.23.1. Hidrología Subterránea

Es la parte de la hidrología que trata el almacenamiento y circulación de las aguas terrestres en el subsuelo, sus propiedades físicas y químicas, su interacción con el medio físico y biológico y sus reacciones a la acción humana, (Manual de diseño de obras civiles, comisión federal de electricidad, México, 1983). En este caso nos es necesario estudiar las aguas subterráneas, en especial los acuíferos, que es la fuente de abastecimiento de agua del estado de Coahuila. Entendiendo como acuífero; a una formación subterránea saturada de agua la cual almacena y transmite agua, además puede ser extraída para el aprovechamiento, siempre y cuando no alteremos el equilibrio de tal.

2.24. Situación actual del agua en México

México tiene casi 2, 000,000 de km² de superficie y una precipitación media anual de 772 mm. Sin embargo, su distribución espacial y temporal es irregular ya que en 42% del territorio, principalmente en el norte, la precipitación media anual es menor a 500 mm, y en algunos casos como en las zonas próximas al río Colorado, son menores a 50 mm. En contraste, en el 7% del territorio, existen zonas con precipitaciones medias anuales superiores a los 2,000 mm, con zonas donde la precipitación es mayor a 500 mm (**Fig.7**). Del 67%-80% de la precipitación ocurre en el verano (Arreguim y otros, 2004; Cantú y Garduño, 2004).

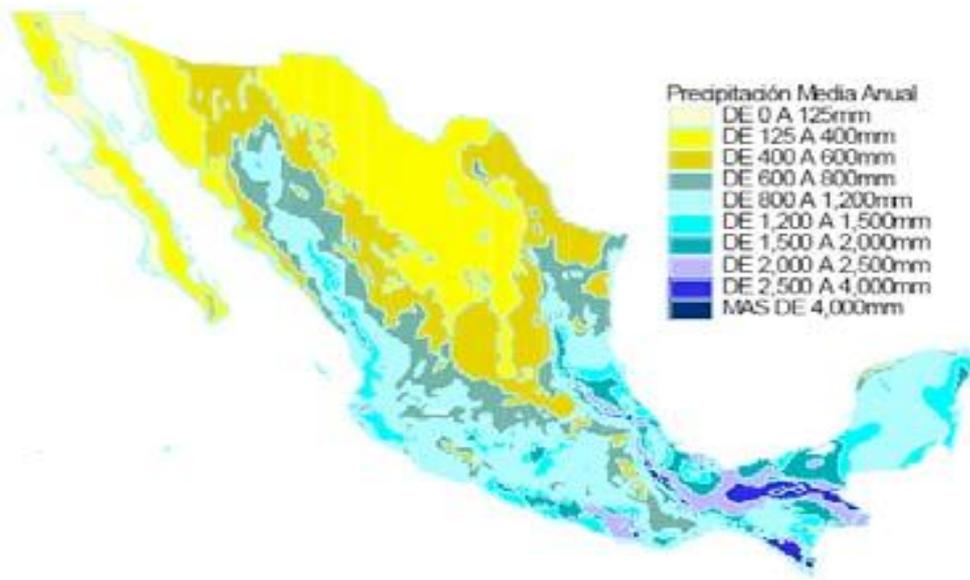


Fig. 7. Precipitación media anual en México

México cuenta con un escurrimiento superficial virgen medio de 394 km^3 . De la precipitación anual, el 23% se vuelve escurrimiento superficial; este se suma a 40 km^3 provenientes de Guatemala, 1.8 km^3 del río Colorado y restándole 0.44 km^3 que en promedio se entregan a los Estados Unidos en el río Bravo (Arreguim y otros, 2004).

El clima en la parte norte de México es árido a semi-árida, y es en esta zona donde se encuentran las ciudades más grandes del país, así como las principales concentraciones de actividad industrial y agrícola. Sin embargo, esta región apenas cuenta con menos de la tercera parte de los recursos hidráulicos del país (**Fig.8**).

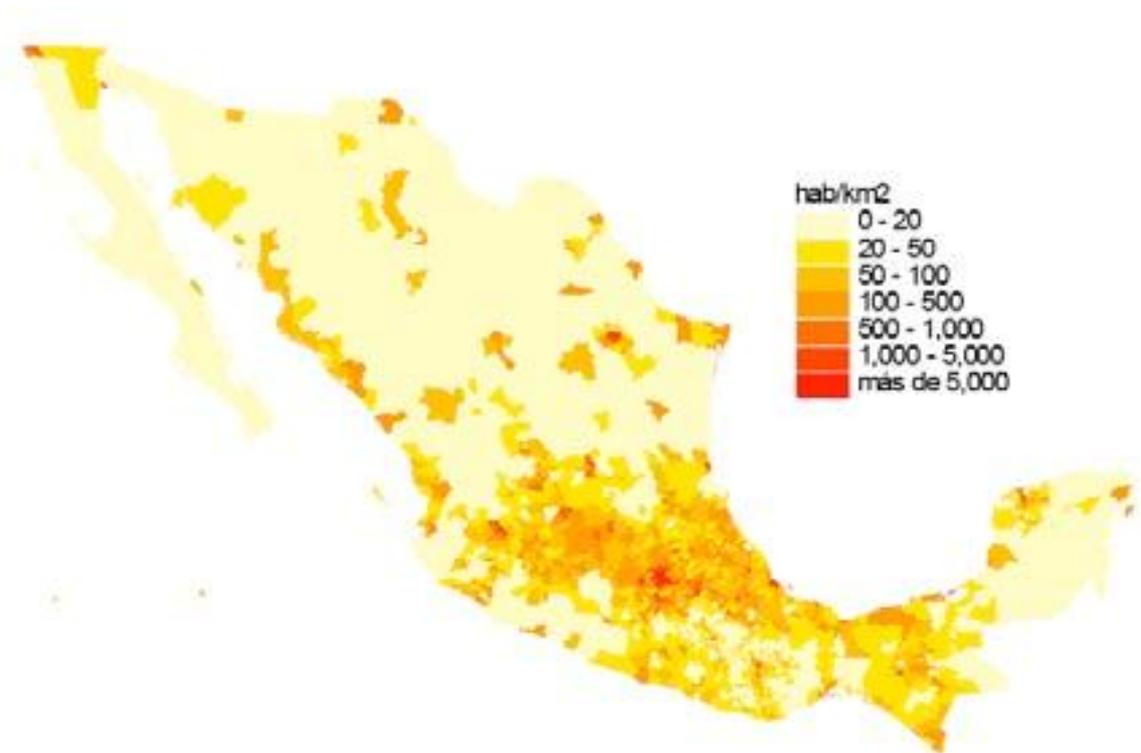


Fig. 8. Principales concentraciones de habitantes en México

La Comisión Nacional del Agua ha identificado 655 acuíferos en el Territorio Nacional. Aproximadamente 200 de estos acuíferos han sido sujeto de uno o más estudios, y los volúmenes disponibles para 188 acuíferos han sido publicados en el Diario Oficial de la Federación. Esto quiere decir que dos terceras partes de los acuíferos de México no han sido cartografiados, y en los cuales no se conoce su geometría, volumen de agua disponible, y otra información básica. El agua subterránea proporciona el 70% del agua potable a los México la tercera parte de la superficie bajo riego y el 50% de la industria (Marín, 2002).

El balance nacional de agua subterránea resulta positivo en su conjunto, ya que la extracción estimada en 27.2 km³/año representa sólo el 41% de la recarga total estimada en 66.1 km³/año. Estos números sin embargo, esconden algunas realidades de México. La distribución espacio-temporal del agua es

grande, y desafortunadamente para el país, la zona con la mayor abundancia, el sureste de México, no corresponde al área donde el agua es requerida (el norte de México). Esto ha resultado en problemas graves en cuanto al manejo del agua subterránea (CNA, 2001, 2002)

En México, existen una serie de problemas en torno al agua subterránea. En este trabajo se tratarán tres únicamente, a saber: a) el sobre-explotación de los acuíferos, b) contaminación de los mismos, y c) intrusión salina. En vista de la importancia que tiene el primer tema, este será tratado en gran detalle.

El mayor uso del agua subterránea ocurre en las zonas áridas y semiáridas del centro, norte y noroeste, donde el balance extracción-recarga es negativo y refleja las condiciones de sobre explotación en numerosos acuíferos. Este hecho amenaza la sustentabilidad de las actividades económica apoyadas en estas fuentes de abastecimiento, ya que no sólo se agota el recurso sino que en algunas se ha afectado la calidad del agua y se encarece su aprovechamiento.

De los 653 acuíferos identificados por la Gerencia de Aguas Subterráneas de la Comisión Nacional del Agua, según diversos autores (Marín, 2002; Arreguim y otros, 2004; Cantú y Garduño, 2004) de 98-102 acuíferos están siendo sobre-explotados. En estos acuíferos la recarga es de unos $9.0 \text{ km}^3/\text{año}$ y la extracción de $13.9 \text{ km}^3/\text{año}$, representando la recarga el 65% de la extracción total. En estos acuíferos sobre-explotados se extrae el 51% del total a nivel nacional. El usuario más importante del agua subterránea es el sector agrícola, que utiliza un 70% de las extracciones, seguido a buena distancia por los usos público-urbano e industrial, que representan alrededor del 22% del bombeo total y poco más del 6%, respectivamente. En cuanto a los 100 acuíferos sobre explotados, las cifras expuestas reproducen prácticamente el mismo patrón que a nivel nacional, pues un 71% de las extracciones corresponden al sector agrícola, alrededor del 22% se utiliza para el uso

público-urbano y casi 6% por el sector industrial. La sobre explotación conjunta resulta de 4.9 km³ anuales.

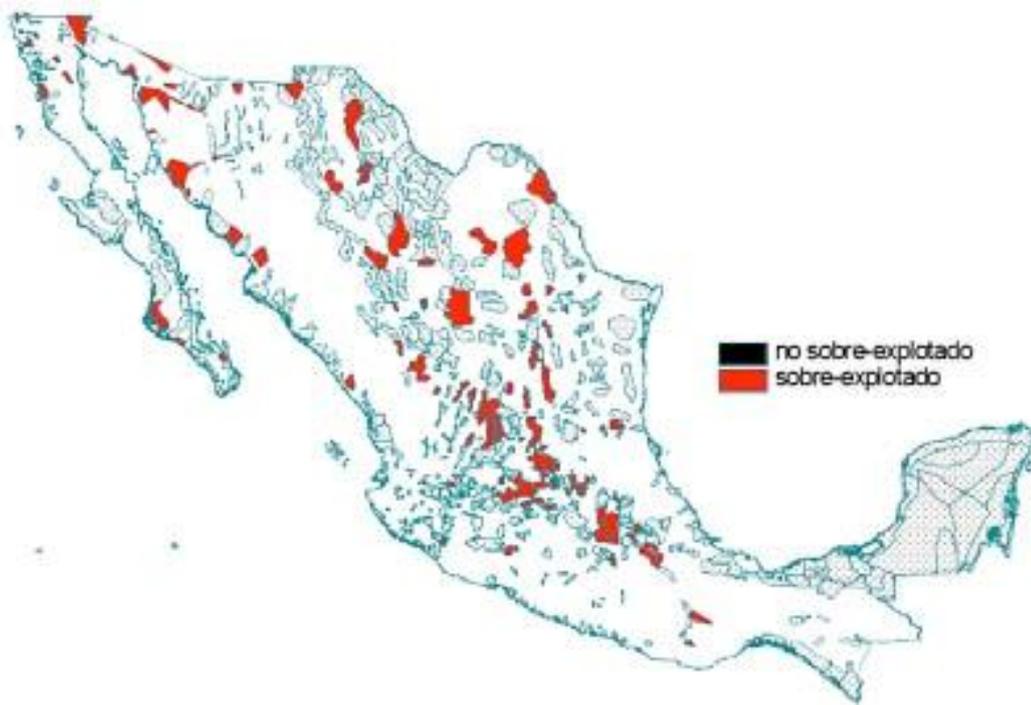


Fig. 9. Acuíferos sobre-explotados

En 1975 (SRH, 1975) se identificaron 32 sitios donde los acuíferos estaban sobre explotados; desde esa fecha ese número ha aumentado sustancialmente, a 36 en 1981, 80 en 1985 y 100 actualmente. Las consecuencias de esta situación son un acelerado descenso de los niveles estáticos, un incremento de los costos de energía en el bombeo (Fig. 5), fincas con pozos operando con niveles dinámicos entre 70 y 140 m; intrusión de agua salada del mar en acuíferos costeros aparejada con la salinización de los suelos; hundimientos y grietas del suelo en áreas urbanas, con todos los daños y riesgos que ello implica, migración y contaminación de acuíferos continentales con agua de mala calidad, causada por rocas evaporitas o descargas de aguas contaminadas en zonas cercanas.

2.25. Contaminación

Los problemas de contaminación en México son amplios y pueden ser vistos desde dos puntos de vista: contaminación antropogénica y contaminación natural. La contaminación antropogénica puede ser dividida en tres tipos: bacteriológica, inorgánica, y orgánica. La contaminación natural esta relacionada principalmente con áreas donde se encuentran elementos o compuestos naturales que son tóxicos como el plomo o arsénico.

Uno de los problemas más grandes que enfrenta México es la contaminación bacteriológica. Esto asociado principalmente a la falta de tratamiento de las aguas residuales. La cobertura de alcantarillado en el medio urbano es del 90%, en el rural es del 37%, y a nivel nacional del 76%. La capacidad instalada para el tratamiento de las aguas residuales municipales es de 81 m³/s y se tratan 51 m³/seg. En la Península de Yucatán, por ejemplo, hasta hace algunos años, más del 60% de las muertes de niños menores a cinco años, era causada por patógenos transportados por el agua subterránea. Pacheco y otros (2000) han realizado varios estudios microbiológicos en la Península de Yucatán.

Existen varios ejemplos por contaminación de elementos inorgánicos ya sea provenientes de rellenos sanitarios (Marín y otros, 2001^a) como puede ser el arsénico. Este elemento ha sido reportado en varios sitios incluyendo: La Comarca Lagunera (localizada en la parte norte de México (Molina, 2004) y Tlamacazapa, Guerrero, localizado al suroeste de la Ciudad de México (Smith, 2003). Armienta y Quere (1995) ha reportado la presencia de cromo en suelos y en el acuífero de León, Guanajuato, como producto de la intensa actividad de la producción de artículos de piel.

Estudios de compuestos orgánicos empiezan a darse a conocer en la literatura. Por ejemplo, Mazari y otros (2000) reportan la presencia de componentes

orgánicos y bacteriológicos en la Ciudad de México. Marín y otros (2001b) han reportado tanto la presencia de compuestos orgánicos como inorgánicos para la Ciudad de Mérida.

La contaminación difusa es importante en México y apenas empieza a ser estudiada desde un punto de vista académico. La presencia de nitratos en el agua subterránea ha sido descrita por Pacheco y Cabrera (1997), Steinich y otros (1998), Pacheco y otros (2000). González y otros (en arbitraje) reportan sobre estrategias para el control de la maleza acuática en los canales de irrigación en el Valle del Yaqui, Sonora (noroeste de México).

2.26. Historia del uso del agua en Coahuila

El agua es un abundante recurso natural que se ha aprovechado por muchísimos años para el establecimiento de huertos y grandes extensiones agrícolas, y mucho después, para el funcionamiento de fábricas textiles y molinos de trigo, entre otros. En la actualidad es utilizada para los quehaceres de las grandes industrias. Por lo anterior, hoy nuestro recurso se encuentra en una profunda crisis por el alto grado de contaminación y por el mal uso que se hace de ella.

En el estado de Coahuila se localizaban grandes acuíferos de los cuales se originaron importantes manantiales; el caudal de estos manantiales era suficiente para dar abastecimiento a los pobladores y al mismo tiempo aprovechado para el riego de huertas y extensiones agrícolas.

A pesar de que el agua de los manantiales era suficiente, se empezaron a realizar excavaciones en los patios traseros de casas, en corrales, parcelas, etc. La localización del agua en las norias, las cuales se encontraban dispersas por toda la población, se encontraba a escasos 6 u 8 metros de profundidad.

Años más tarde las norias se habían agotado, afortunadamente se instrumentó la instalación de las redes de distribución que habrían de solucionar el problema de abastecimiento de agua a la población. En la actualidad el abastecimiento de agua se ha hecho más escaso por diversas razones, entre ellas, el crecimiento de la población, la instalación de industrias, una inadecuada planeación urbana y el desperdicio inmoderado que se ha venido haciendo del recurso.

A pesar de que a principios de la colonización de nuestro estado existían grandes e importantes cuerpos de agua, la mayor parte del territorio coahuilense presenta un clima árido debido a la escasa precipitación que se presenta, por lo que las corrientes superficiales son intermitentes y las recargas de los mantos acuíferos limitadas, por ello el uso del agua está condicionado definitivamente a un óptimo aprovechamiento (INEGI, 1986).

Las condiciones de la precipitación en el estado de Coahuila son definitivas en las condiciones hidrológicas del mismo. El promedio de precipitación anual estatal varía entre 200 y 600 mm, lo que nos da una idea de su bajo potencial; las partes más secas se ubican hacia el suroeste, en las zonas de Cuatro Ciénegas, Valle El Hundido, Las Palomas, Laguna de Viesca y Laguna de Mayrán; mientras que los lugares donde más llueve se localizan en la Sierra Santa Rosa, al norte de Monclova, y en la parte sureste del estado, en la zona de Saltillo (INEGI, 1986). En los meses de junio a septiembre es cuando ocurre la mayor cantidad de precipitación pluvial.

En 1986, el INEGI reportó 20 acuíferos en explotación, los que se encontraban localizados en la porción suroeste de la entidad y presentaban una situación geo hidrológica de sobre explotación. En la mayoría de los casos este aprovechamiento irracional ha provocado problemas de abatimiento en los niveles de los mantos freáticos y aumento en el costo de extracción, en detrimento de la calidad del agua en los acuíferos. Otros acuíferos presentaban una condición de sobreexplotación. En este mismo año se registraron un total de

4,525 pozos de los cuales el 53.44% fueron confirmados y el 46.56% constituían pozos estimados.

Para satisfacer la demanda de agua en los diferentes sectores, la principal fuente de abastecimiento de este recurso en el estado ha sido los pozos profundos. En 1996 el INEGI reportó que el 90.66% de las fuentes de abastecimiento lo constituían estos tipos de pozos, el 7% comprendía tomas de río o galería filtrante y el resto proviene de manantiales. Sin embargo, es necesario mencionar que existen casos como el municipio de Zaragoza, Hidalgo, Jiménez, San Pedro y Piedras Negras, donde su fuente de abastecimiento proviene solamente de toma de río o galería filtrante, siendo el último municipio el que más volumen extrae de esta fuente.

2.27. Situación actual en el estado

Muchos de los coahuilenses desconocen que el estado de Coahuila se encuentra geográficamente ubicado dentro del gran Desierto Chihuahuense, delimitado por dos barreras naturales que lo circundan, como son la Sierra Madre Oriental y la Sierra Madre Occidental.

Una de las características de todo desierto es la ausencia de las precipitaciones fluviales, por lo que sus recursos hidrológicos son bastantes escasos, ya que tienen una precipitación de 350 mm anuales. En temporadas normales se observa un período lluvioso en los meses de junio a septiembre, durante los cuales ocurre el 75% de la lluvia media anual con valores máximos en los meses de agosto y septiembre; los meses de transición entre el período húmedo y seco son mayo y octubre; la estación seca corresponde al período de noviembre a abril, presentándose los valores mínimos en febrero y marzo, de ahí la importancia del buen manejo de nuestro recurso natural.

En Coahuila se cuenta con cuatro regiones hidrológicas cuyos nombres son: Bravos -Conchos, Mapimí, Nazas-Aguanaval y el Salado. Predominan climas secos y muy secos, los escurrimientos superficiales, muy limitados en su mayor

parte, son intermitentes. Por la consecuente condición de escasas lluvias los acuíferos se recargan muy lentamente, lo que restringe el uso potencial de la agricultura, la ganadería y el doméstico; sin embargo se cuenta con abundantes afloramientos de calizas potencialmente formadoras de acuíferos.

El acelerado crecimiento de nuestro estado desde los años setenta y las prolongadas sequías que se han registrado, ha ocasionado que la agricultura y ganadería, principales actividades económicas de nuestra entidad, se vean afectadas por la irregularidad de las temporadas de lluvia.

Por ello se debe crear y fomentar una nueva cultura del agua en la ciudadanía con el fin de asegurar la existencia del vital líquido para todos.

La población debe desarrollar conciencia acerca de los problemas que implica el suministro y modificar sus hábitos de consumo.

De igual manera los sectores productivos deben tomar conciencia y evitar el gasto de grandes volúmenes y desperdicios en la industria y el campo.

El Gobierno preocupado por este problema, ha elaborado una serie de programas para apoyar las actividades propias del buen uso y conservación del elemento agua, como abasto de agua en pipas a comunidades suburbanas y rurales mediante el Plan DN 3 y el Plan Acuario.

La propuesta del Instituto Coahuilense de Ecología es que tenemos que tratar el agua lo más cerca posible de la fuente contaminante y dejarla correr por su cauce natural para beneficio de la biodiversidad.

2.28. Fuentes de abastecimiento para el estado.

Las fuentes de agua constituyen el principal recurso en el suministro de agua en forma individual o colectiva para satisfacer sus necesidades de alimentación, higiene y aseo de las personas que integran una localidad.

¿De dónde proviene el agua que consumimos? En nuestra localidad, como en muchos otros estados, podemos encontrar una o varias fuentes de abastecimiento como pozos, ríos, manantiales, presas o tinacos, pero muchas veces no cuidamos estos lugares como es debido. Para mejorar la calidad del agua que utilizamos debemos proteger y cuidar la fuente de dónde la obtenemos.

Su ubicación, tipo, caudal y calidad del agua serán determinantes para la selección y diseño del tipo de sistema de abastecimiento de agua ha construirse. Cabe señalar que es importante seleccionar una fuente adecuada o una combinación de fuentes para dotar de agua en cantidad suficiente a la población y, por otro, realizar el análisis físico, químico y bacteriológico del agua y evaluar los resultados con los valores de concentración máxima admisible recomendados por la OMS. Además de estos requisitos, la fuente de agua debe tener un caudal mínimo en época de estiaje igual o mayor al requerido por el proyecto; que no existan problemas legales de propiedad o de uso que perjudiquen su utilización y; que las características hidrográficas de la cuenca no deben tener fluctuaciones que afecten su continuidad.

Las fuentes de abastecimiento comprenden: aguas superficiales, subterráneas y meteorológicas. Es necesario, para cada uno de estos casos, la elaboración de un diagnóstico de calidad del agua a utilizarse; dichas aguas deben satisfacer las normas de calidad vigente.

2.28.1. Aguas superficiales

Las aguas superficiales son aquellas que se captan de canales, ríos y embalses.

Los dispositivos de captación se realizan a través de cárcamos de bombeo consistentes en una estructura hecha con material pétreo, que se coloca en la

ribera de la fuente de abastecimiento y se instala un equipo de bombeo para extraer el agua y enviarla al sitio de aprovechamiento.

Entre otras pueden ser también: vertedores, compuertas y canales llamados cajas sanitarias.

2.28.2. Aguas subterráneas

Para la captación de agua se perforan pozos a distinta profundidad lo cual rompe estratos pétreos que almacenan el agua y en el orificio se instala un equipo de bombeo que extrae el agua y la envía al lugar de aprovechamiento.

Las aguas subterráneas se clasifican en aguas freáticas y confinadas.

Las aguas freáticas son aquellas que no tienen presión hidrostática, el agua circula en materiales granulares no confinados como arena, grava, aluviones, etcétera.

Las aguas confinadas son aquellas que están situadas entre dos capas de materiales relativamente impermeables, bajo una presión mayor que la atmósfera.

Ambas fuentes son pozos profundos y sus profundidades pueden variar en función de la localización del manto acuífero.

2.28.3. Aguas meteorológicas

Son aquellas que provienen de la lluvia, granizo, nieve y/o hielo; para ser aprovechadas se construyen canaletas o bordos donde se almacena el agua, la cual es necesario potabilizar si se requiere para consumo humano.

2.29. Tipos de sistemas

De acuerdo a la ubicación y naturaleza de la fuente de abastecimiento, así como a la topografía del terreno, se consideran dos tipos de sistemas: Los de gravedad y los de bombeo.

En los sistemas de agua potable por gravedad, la fuente debe estar ubicada en la parte alta de la población para que el agua fluya a través de tuberías, usando sólo la fuerza de la gravedad. En los sistemas de agua potable por bombeo, las fuentes de agua se encuentran en la parte baja de la población, por lo que necesariamente se requiere de un equipo de bombeo para elevar el agua hasta un reservorio y dar presión en la red.

En la mayoría de las poblaciones rurales se utilizan dos tipos de fuentes de agua: Las superficiales y las subterráneas, siendo la de mejor calidad las fuentes subterráneas representadas por los **manantiales**, que usualmente se pueden usar sin tratamiento, a condición de que estén adecuadamente protegidos con estructuras que impidan la contaminación del agua. Estas fuentes son las que se utilizan en los sistemas de agua potable por gravedad sin tratamiento, que comparado con los de bombeo y/o de tratamiento, son de fácil construcción, operación y mantenimiento; tienen mayor continuidad; menores costos, y la administración del servicio es realizada por la misma población.

2.30. Aprovechamiento de agua subterránea (manantiales) por medio de galerías filtrantes

Se puede definir al manantial como un lugar donde se produce el afloramiento natural de agua subterránea. Por lo general el agua fluye a través de una formación de estratos con grava, arena o roca fisurada. En los lugares donde existen estratos impermeables, éstos bloquean el flujo subterráneo de agua y permiten que aflore a la superficie.

Los manantiales se clasifican por su ubicación y su afloramiento. Por su ubicación son de ladera o de fondo; y por su afloramiento son de tipo concentrado o difuso.

En los manantiales de ladera el agua aflora en forma horizontal; mientras que en los de fondo el agua aflora en forma ascendente hacia la superficie. Para ambos casos, si el afloramiento es por un solo punto y sobre un área pequeña, es un manantial concentrado y cuando aflora el agua por varios puntos en un área mayor, es un manantial difuso.

2.31. Cantidad

La carencia de registros hidrológicos nos obliga a realizar una concienzuda investigación de las fuentes. Lo ideal sería que los aforos se realizarán en temporada crítica de rendimientos que corresponde a los meses de estiaje y lluvias, con la finalidad de conocer los caudales máximos y mínimos. El caudal mínimo debe ser mayor al valor del consumo máximo diario (Qmd). El Qmd representa la demanda de la población al final de la vida útil considerado en el proyecto, siendo por lo general, de 20 años para las obras de agua potable.

2.32. Calidad

Los requerimientos básicos para que el agua sea potable:

- Estar libre de organismos patógenos causantes de enfermedades.
- No contener compuestos que tengan un efecto adverso, agudo o crónico sobre la salud humana.
- Ser aceptablemente clara (baja turbidez, poco color, etc.).
- No salina.
- Que no contenga compuestos que acusen sabor y olor desagradables.
- Que no cause corrosión o incrustaciones en el sistema de abastecimiento de agua, y que no manche la ropa lavada con ella.

- En cada país existen reglamentos en los que se consideran los límites de tolerancia en los requisitos que debe satisfacer una fuente. Con la finalidad de conocer la calidad de la fuente que se pretende utilizar se deben realizar los análisis fisicoquímico y bacteriológico y conocer los rangos tolerables de la OMS, que son los referentes en el tema.

2.33. Población, periodos y caudales de diseño

2.33.1. Población de diseño

El proyectista adoptará el criterio más adecuado para determinar la población futura, tomando en cuenta para ello datos censales y proyecciones u otra fuente que refleje el crecimiento poblacional, los que serán debidamente sustentados.

2.33.2. Período de diseño

Los períodos de diseño de los diferentes elementos del sistema se determinarán considerando los siguientes factores:

- Vida útil de las estructuras y equipos.
- Grado de dificultad para realizar la ampliación de la infraestructura.
- Crecimiento poblacional.
- Capacidad económica para la ejecución de obras.

El período de diseño recomendado para la infraestructura de agua y saneamiento para los centros poblados rurales es de 20 años, con excepción de equipos de bombeo que es de 10 años.

2.33.3. Dotación y consumo

Mientras no exista un estudio de consumo, podrá tomarse los siguientes valores guías, teniendo en cuenta la zona geográfica, clima, hábitos y costumbres, y niveles de servicio a alcanzar.

Para los centros poblados sin proyección de servicios de alcantarillado:

Costa: 50 l/h/d

Sierra: 40 l/h/d

Selva: 60 l/h/d

Para los centros poblados, con proyección de servicios de alcantarillado:

Costa: 120 l/h/d

Sierra: 100 l/h/d

Selva: 140 l/h/d

Para el consumo máximo diario (Q_{md}) se considera un valor de 1,3 del consumo promedio diario anual (Q_m); mientras que para el consumo máximo horario (Q_{mh}) se considera un valor de 2 del consumo promedio diario anual (Q_m).

2.34. Captación de manantiales

Elegida la fuente de agua e identificada como el primer punto del sistema de agua potable en el lugar del afloramiento, se construye una estructura de captación que permita recolectar el agua, para que luego pueda ser transportada mediante las tuberías de conducción hacia el reservorio de almacenamiento. La fuente en lo posible no debe ser vulnerable a desastres naturales, en todo caso debe contemplar las seguridades del caso.

El diseño hidráulico y dimensionamiento de la captación dependerán de la topografía de la zona, de la textura del suelo y de la clase del manantial;

buscando no alterar la calidad y la temperatura del agua ni modificar la corriente y el caudal natural del manantial, ya que cualquier obstrucción puede tener consecuencias fatales; el agua crea otro cauce y el manantial desaparece.

Es importante que se incorporen características de diseño que permitan desarrollar una estructura de captación que considere un control adecuado del agua, oportunidad de sedimentación y facilidad de inspección y operación.

2.35. Tipos de captación

Como la captación depende del tipo de fuente y de la calidad y cantidad de agua, el diseño de cada estructura tendrá características típicas.

Cuando la fuente de agua es un manantial de ladera y concentrado, la captación constará de tres partes: La primera, corresponde a la protección del afloramiento; la segunda, a una cámara húmeda para regular el gasto a utilizarse; y la tercera, a una cámara seca que sirve para proteger la válvula de control. El compartimiento de protección de la fuente, consta de una losa de concreto que cubre toda la extensión del área adyacente al afloramiento de modo que no exista contacto con el ambiente exterior, quedando así sellado para evitar la contaminación. Junto a la pared de la cámara existe una cantidad de material granular clasificado, que tiene por finalidad evitar el socavamiento del área adyacente a la cámara y de aquietamiento de algún material en suspensión. La cámara húmeda tiene una canastilla de salida para conducir el agua requerida y un cono de rebose para eliminar el exceso de producción de la fuente.

Si se considera como fuente de agua un manantial de fondo y concentrado, la estructura de captación podrá reducirse a una cámara sin fondo que rodee el punto donde el agua brota. Constará de dos partes: La primera, la cámara húmeda que sirve para almacenar el agua y regular el gasto a utilizarse; la segunda, una cámara seca que sirve para proteger las válvulas de control de

salida y desagüe. La cámara húmeda estará provista de una canastilla de salida y tuberías de rebose y limpia.

Si existen manantiales cercanos unos a otros, se podrá construir varias cámaras de las que partan tubos o galerías hacia una cámara de recolección de donde se inicie la línea de conducción.

Adyacente a la cámara colectora se considera la construcción de la cámara seca cuya función es la de proteger la válvula de salida de agua

3. MATERIALES Y METODOS:

3.1. Aspectos generales.

Nombre de la obra: Derramadero.

Municipio: saltillo.

Estado: Coahuila.

Inversión: \$361,491.84.

Finalidad de la obra: Es el de almacenar y derivar el agua de pequeños manantiales y escurrimientos superficial para la conducción y aprovechamiento del agua, para el consumo humano.

3.2. Propósito de la obra.

El propósito de la obra es de aprovechar el escurrimiento superficial, para ello es necesario aplicar nuevas tecnologías, para aprovechar mejor las escasas y erráticas precipitaciones que se presentan en la región y con pequeños manantiales. Motivo por el cual se propone la construcción de presas hidrotecnias, Para almacenarla y después conducir las al área de almacenamiento-o distribución mediante una línea de conducción al ejido, y por medio de esta obra se pretende que los habitantes de este ejido ya no tengan que pagar los altos costos de consumo de energía eléctrica, por cargo de consumo del pozo que les suministra el vital liquido.

3.3. Climatología.

El clima de la región es BSO h^x, 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. Precipitación medio anual es de 360 mm.

3.4. Localización.

La presa derivadora de mampostería y almacenamiento se pretende construir en el ejido Derramadero el cual se localiza a 40 kilómetros de la cabecera municipal de Saltillo. Su ubicación geográfica es $25^{\circ}17.447'$ latitud norte y $101^{\circ}16.982'$ longitud oeste a 1759 msnm.

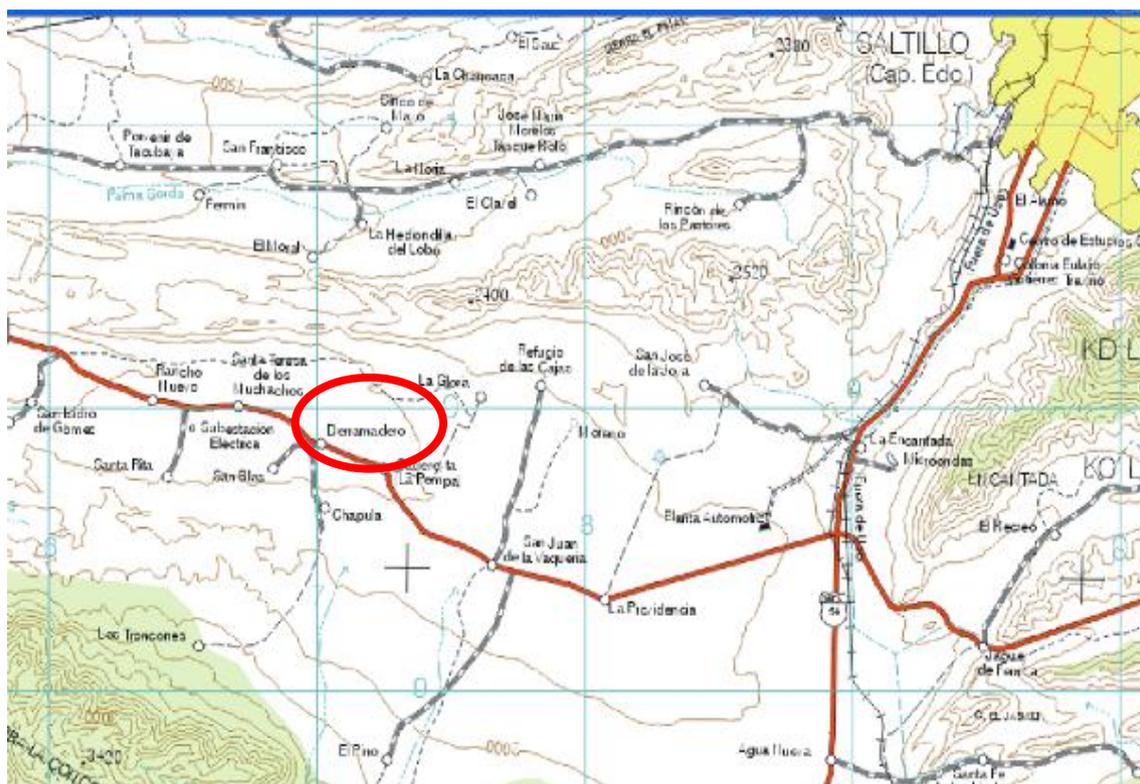


Figura 10. Localización de ejido Derramadero.

3.5. Evaporación.

La evaporación que presenta es de 300 a 400mm en promedio. 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 400mm. Y el más bajo hasta de 100 mm.

3.6. Vientos.

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

3.7. Temperaturas.

Las temperatura es extremosa varia considerablemente en algunas épocas del año, alcanzando 35 en verano y con invierno con temperaturas de 6° bajo cero, considerando esto se alcanza una media anual de 14 a 18.

3.8. 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.

3.9. Cartografía de climas.

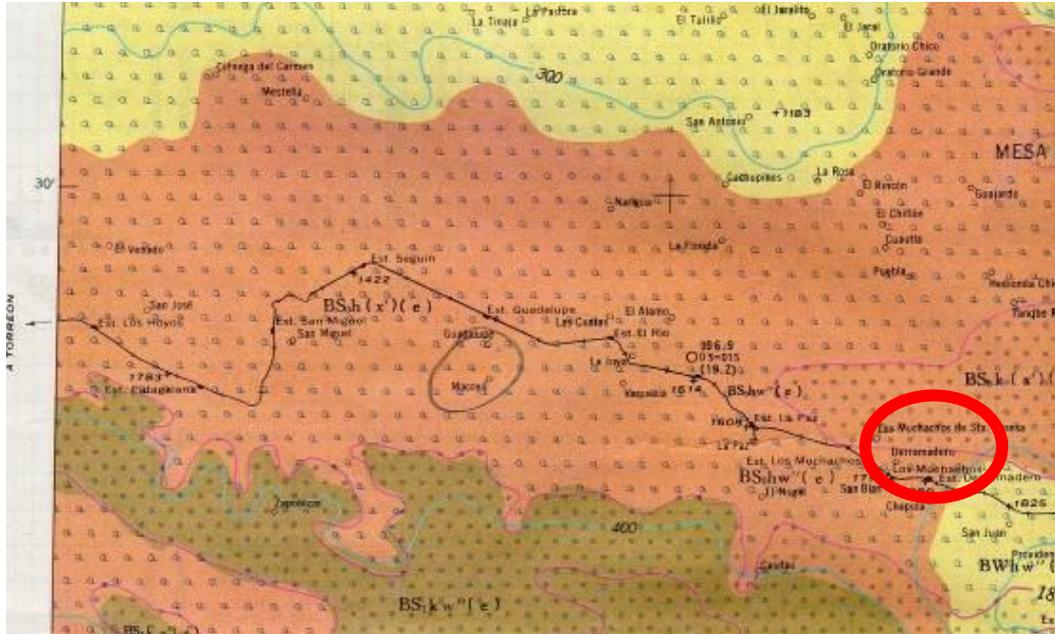


Fig. 11. Carta de climas escala 1:500,000. Monterrey 14R-VII

3.10. Estudio hidrológico.

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 CEPEADA										ESTADO: COAHUILA			
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Med. 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

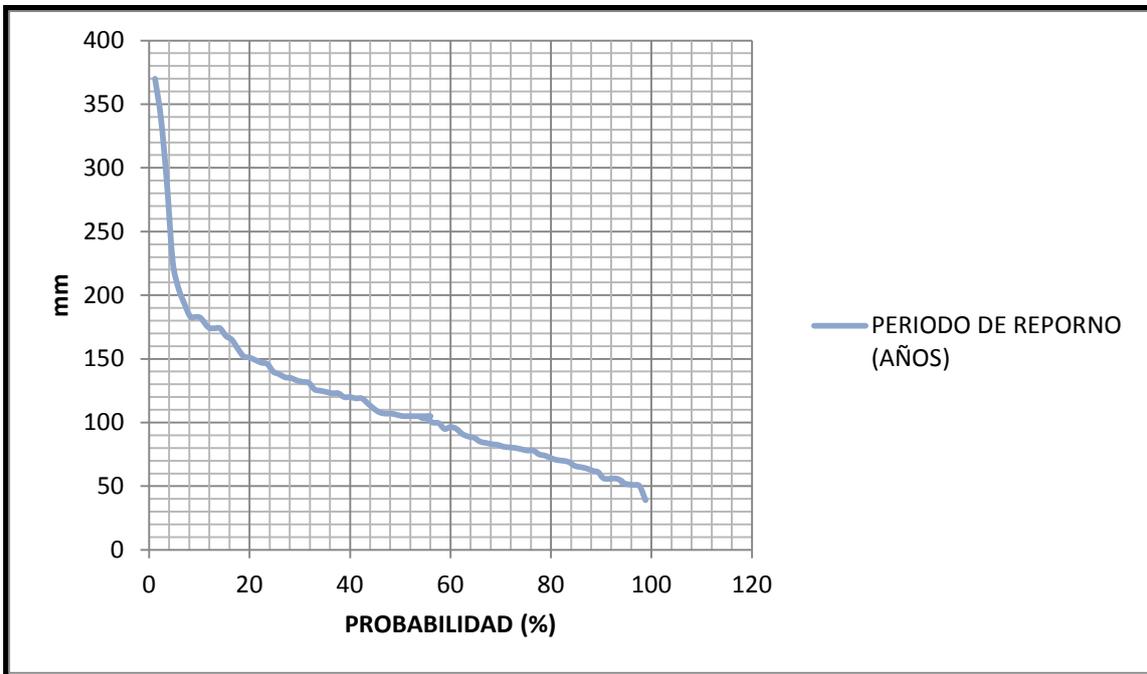
Cuadro.2 Precipitación media anual histórica, estación climatológica del municipio de general cepeda.

NUMEROS	AÑOS	LLUVIAS MAXIMAS (mm)	$(K - 1)^2$	PROBABILIDA D (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.

3.11. Características ambientales.

3.11.1. Vegetación.

Presenta áreas con degradación reflejando escasa cobertura vegetal predominan los matorrales mezclados 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 está bajo alguna categoría de erosión hídrica ya sea moderada o ligera.

3.11.2. Geología.

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

3.11.3. 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. 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.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Cuenca hidrológica.

La obra hidrotecnia tiene una cuenca de 0.2890 km^2 . Tomando en cuenta las precipitaciones medias anuales 360 mm . El volumen de escurrimiento anual es de 104313.6 m^3 .

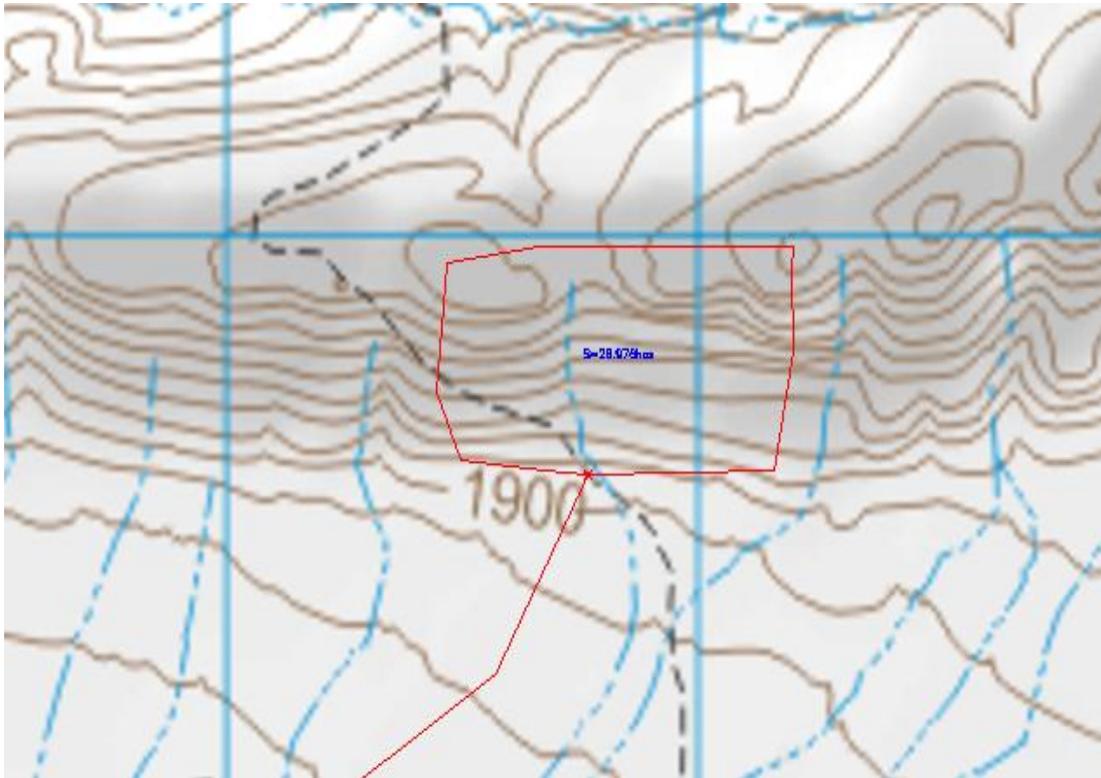


Fig.12. Área de la cuenca, carta topográfica, Saltillo G14c33, escala 1:50000

Cuadro.4 Características de la cuenca.

Área de la cuenca	0.289 km²=289760 m²
Precipitación media anual	360 mm = 0.36 m
Volumen anual por lluvia precipitada	104313.6 m ³
Coefficiente de escurrimiento	0.125 = 12.5%
Volumen anual escurrido	13039.2 m ³
Volumen aprovechable	70% = 9127.44m ³

4.2. Coeficiente 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:

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

Cuadro.5 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		0.15
	101 a500		0.10
Coeficiente de escurrimiento por precipitación.	Precipitación	media	$\frac{ce}{pm}$
	anual (mm)		
	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 a0.60

Cuadro. 6		Coefficiente de escurrimiento de la cuenca en estudio	
descripción		Área de la cuenca	Coefficiente de escurrimiento
Área de la cuenca		0.289 km ²	0.20
precipitación		360 mm.	0.05
Cubierta vegetal		Bosque matorral	0.10
Permeabilidad del terreno		Moderada permeabilidad	0.15

$$ce = (0.20 + 0.05 + 0.10 + 0.15)/4$$

$$ce = 0.125$$

4.3. Escurrimiento media anual.

Considerando el área de la cuenca, 0.289 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)

Sustituyendo:

$$EMa = (289760 m^2 * 0.125 * 0.36m)$$

$$EMa = 13039.2 \text{ m}^3$$

4.4. Cálculo 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 0.125 que es igual a un 12.5% 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 (m^3)

$$Va \text{ esc} = (0.125 * 13039.2 \text{ m}^3)$$

$$Va \text{ esc} = 1629.9 \text{ m}^3$$

4.5. Cálculo del volumen aprovechable media anual

$$VAMA = 0.7(EmA)$$

$$VAMA = 0.7(13039.2 \text{ m}^3)$$

$$VAMA = 9127.44 \text{ m}^3$$

4.6. Cálculo de la avenida máxima.

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

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

Donde:

Q = Gasto del proyecto, en (m³/seg)

A = Área 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

$$Q = 0.0139(300)(0.289 \text{ km}^2)^{0.75}$$

$$Q = 0.0139(300)(0.289 \text{ km}^2)^{0.75}$$

$$Q = 1.65 \text{ m}^3/\text{seg}$$

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

Cuadro.7 Valores de C, Características de cuenca y precipitación.

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

4.7. Vaso de la presa

El vaso de la presa se obtuvo a través de un levantamiento topográfico, tiene un área de 295.5 m² y tiene una capacidad de almacenar 890.00 m³.

Cuadro 8. Cotas del vaso.

cota	Área m ²	Volumen m ³
1912	88	
1913	161	124.5
1914	133	147
1915	102	117.5
1916	66	84
total		473

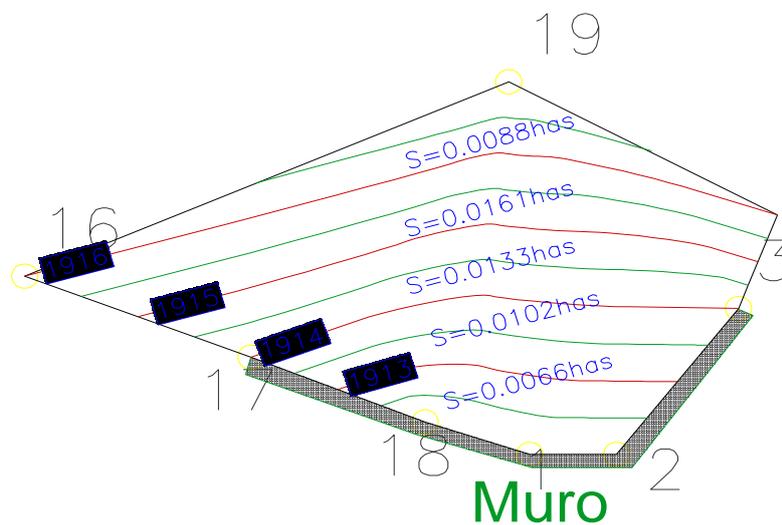


Figura 13. Área por cota del vaso de la presa.

4.8. Capacidad de almacenamiento

El vaso presenta una forma irregular, la longitud del FECH es de 19.77 m de la parte central de la cortina. La altura hasta el nivel del vertedor de demasías de pared gruesa es de 3.00 m. el volumen de almacenamiento hasta esa altura es aproximadamente de 890.00 m³.

4.9. Diseño de la obra.

La selección y diseño de la cortina y las diferentes partes que integran una presa está influenciado por diferentes factores, por citar algunos de los más importantes están la disponibilidad de materiales en el sitio seleccionado, la topografía y características geológicas, propósito y consecuentemente los aspectos socioeconómicos. El muro de retención de agua derivada del escurrimiento y del manantial se construye con mampostería. Esta obra cuenta con las siguientes características como son, un vertedor de demasías y obra de conducción.

Cuadro 9. Características de la obra

longitud de la cortina	30 m
ancho de la corona	1 m
altura máxima	4.50 m
elevación de la corona	1915.5 msnm
elevación de embalse máximo	1915.60 msnm
ancho de la base	3.5 m
talud aguas arriba	0.0
talud aguas abajo	0.55

4.10. Obra de excedencia.

4.10.1. Cálculo del vertedor.

Para el cálculo del vertedor de muros de pared gruesa de esta obra hidrotécnica tiene una capacidad para desfogar un gasto de $1.65 \text{ m}^3/\text{seg}$.

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

DONDE:

m = coeficiente de gasto

b = ancho del vertedor (m)

$b = 30 \text{ m}$.

$m = 0.36$ vertedor tipo pared gruesa.

$H = 0.106 \text{ m}$

$$Q = 30\text{m} * 0.36(2 * 9.81)^{1/2} * 0.106\text{m}^{3/2}$$

$$Q = 1.65 \text{ m}^3/\text{seg}.$$

4.11. 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 $H = 4.60 \text{ m}$, cuya finalidad es restringir el paso de un flujo del agua de un río, el peso específico 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 específico del agua (γ) es de $1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

A continuación se tiene el desarrollo de todos los cálculos.

4.12. Cálculo de la estabilidad del muro

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

Dónde:

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

B = sección del muro de 1 metro de ancho

4.12.1. Tenemos que el área del diagrama de presiones es:

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

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

$$A_{D.P} = 12,600 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

4.12.2. Calculo de la fuerza resultante de la presión hidrostática.

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

$$F_{R.P.H} = 12,600 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * 1\text{m}$$

$$F_{R.P.H} = 12,600 \text{ kg}$$

$$F_{R.P.H} = 12.6 \text{ ton}$$

4.12.3. Cálculo del Peso del muro (pw) Área:

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

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

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

4.12.4. Volumen:

$$V = A * B$$

$$V = 10.125 \text{m}^2 * 1 \text{m}$$

$$V = 10.125 \text{ m}^3$$

4.12.5. Peso del muro

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

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

$$pw = 23,287.5 \text{ kg}$$

$$pw = 23.2875 \text{ ton}$$

4.12.6. Cálculo de la fuerza resultante:

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

$$\alpha = \frac{12.6 \text{ ton}}{23.287 \text{ ton}}$$

$$\tan^{-1}(\alpha) = 0.54$$

$$\alpha = 28^{\circ}25'0.07''$$

$$x^2 = ((12.600 * 12.600) + (23.287 * 23.287)) = 701.04$$

$$fr = \sqrt{701.044}$$

$$fr = 26.477\text{ton}$$

4.13. 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 5.93 km las tuberías con un diámetros de 3 pulgadas, con una elevación a favor de 134 m. de altura, desde la obra de toma hasta sistema de abastecimiento para le ejido.

Cuadro 10. Perfil de la línea de conducción.

GPS Puntos real	Coordenad as "X" UTM	Coordenad as "Y" UTM	ALTIMETR IA COTA MSNM	DISTANCI A MTS.	DISTANCIA ACUMULAD AS
1	273777	2802574	1911	0	0
2	273581	2802215	1862	409.02	409.02
3	273108	2801902	1827	567.18	976.2
4	273035	2801872	1827	78.92	1055.12
5	272981	2801753	1822	130.68	1185.8
6	272873	2801646	1819	152.03	1337.83
7	272828	2801536	1817	118.79	1456.62
8	272694	2801504	1813	137.77	1594.39
9	272647	2801502	1812	47.04	1641.43
10	272612	2801438	1807	72.95	1714.38
11	272685	2801313	1807	144.75	1859.13

12	272689	2801240	1806	73.11	1932.24
13	272471	2800952	1792	361.2	2293.44
14	272272	2800818	1784	239.91	2533.35
15	272035	2800799	1780	237.67	2771.02
16	271991	2800760	1776	58.8	2829.82
17	271705	2800235	1770	597.85	3427.67
18	271677	2800215	1770	34.41	3462.08
19	271299	2800337	1763	397.2	3859.28
20	271269	2800326	1760	31.97	3891.25
21	271037	2799711	1758	657.3	4548.55
22	270810	2799680	1757	229.11	4777.66
23	270736	2799616	1756	97.84	4875.5
24	270600	2799580	1759	140.43	5015.93
25	270600	2799581	1759	1	5016.93
26	270635	2798658	1777	922.66	5939.59
		Des. Total	134	5939.59	Dista. Total

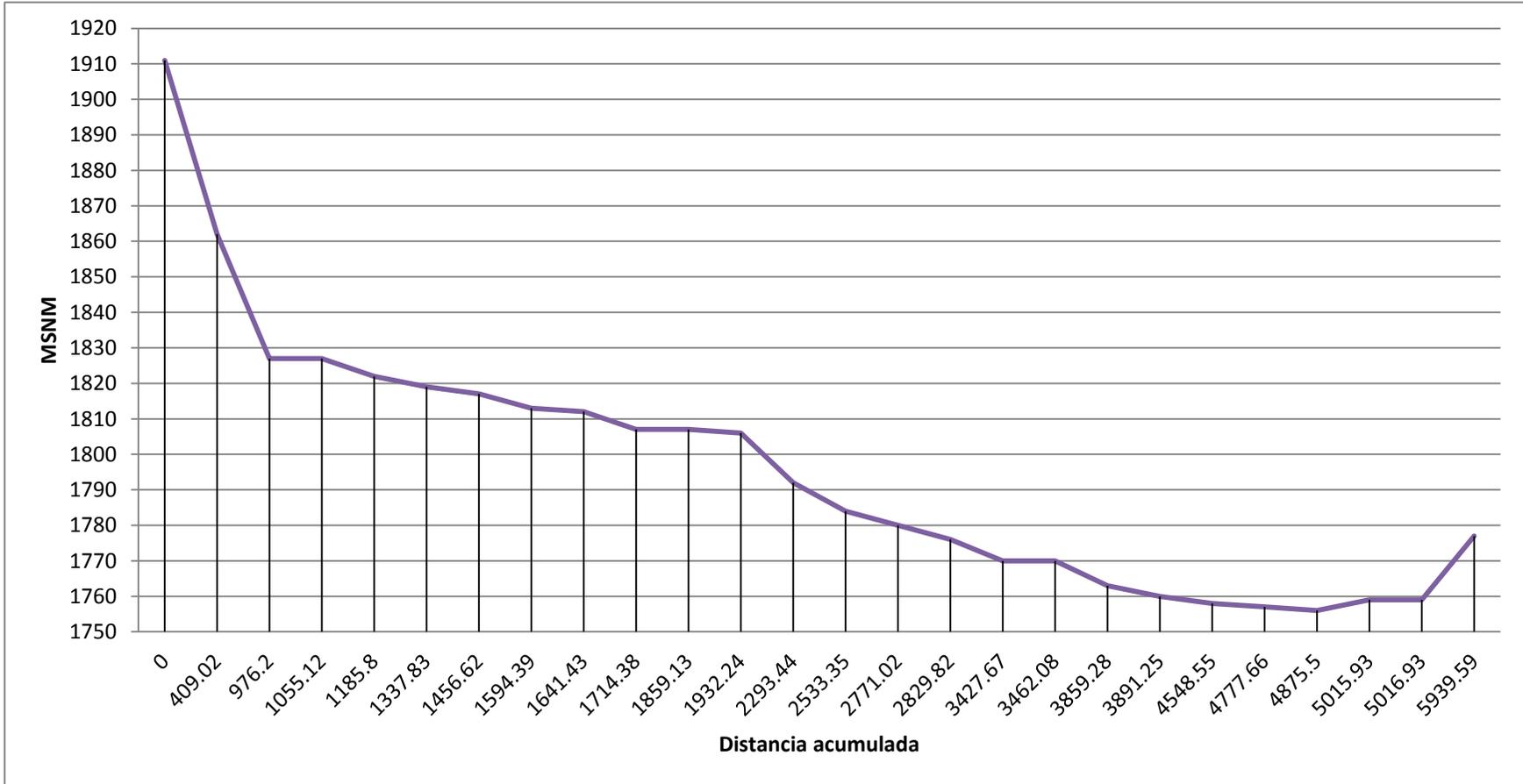
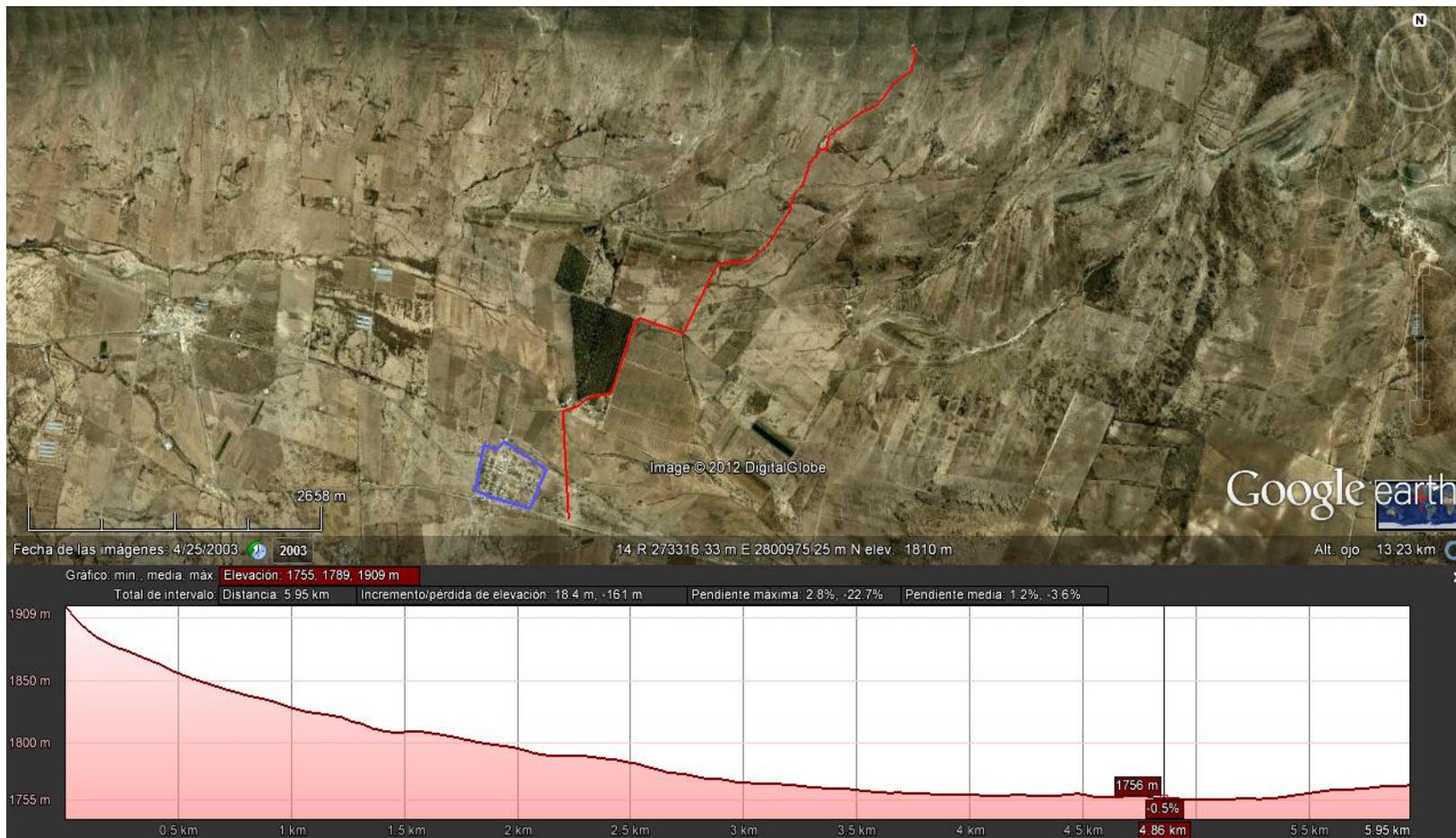


Fig.14. perfil dela línea de conducción al ejido Derramadero

Fig. 15. Foto de Google earth, con perfil.



4.13.1. Ecuación de Bernoulli

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

$$134 + \frac{f}{f} = 0 + \frac{f}{f} + H_{f_{A-B}}$$

$$H_{f_{A-B}} = 134 \text{ m}$$

4.13.2. Ecuación de Hazen- Williams.

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

$$Qx = ?$$

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

$$C \propto 150$$

$$L \propto 5939.59 \text{ m}$$

$$Q_{\alpha} = \left(\left[\frac{(134\text{m})(76.2 \text{ mm}^{4.87})}{1.21 * 10^{10}(5939.59\text{m})} \right] \right)^{0.54} 150$$

$$Q_{\alpha} = 6.18 \text{ l/s}$$

4.13.3.. Comprobación:

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

$$hf1 = \left(\left(\frac{1.21 * 10^{10}}{(76.2 \text{ mm}^{4.87})} \right) \left(\frac{6.18 \text{ l/s}}{150} \right)^{1.852} 5939.59 \text{ m} \right)$$

$$hf \text{ total} = 133.72 \text{ m}$$

Nota: se dice que la suma de la pérdida de carga en ecuación de Hazen- Williams debe de ser igual $H_{f_{A-B}} = 134 \text{ m} = 133.72 \text{ m}$.

4.14. Análisis de presupuesto.

4.14.1. Análisis del presupuesto para la cortina de la presa.

Análisis por acción. Construcción de presa.

Cuadro 11. Relación de agregados para un m³ de construcción

CONCEPTO	U.M.	CANT.	P.U.	IMPORTE
Cemento	ton	0.17	2,400.00	408.00
Arena	m ³	0.7	420.00	294.00
Grava	m ³	0.6	300.00	180.00
Piedra bola	m ³	0.6	272.00	163.20
TOTAL:				1045.20

Cuadro 12. 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
	300	51	210	180	180

Cuadro 13. Costo de la obra.

CONCEPTO	U.M.	CANT	P.U.	IMPORTE	PROGRAM A	PRODUCTO R
Cemento	ton	51	2,400.0 0	122,400.0 0	122,400.00	0.00
Arena	m ³	210	420.00	88,200.00	88,200.00	0.00
Grava	m ³	180	300.00	54,000.00	54,000.00	0.00
Piedra bola	m ³	180	272.00	48,960.00	0.00	48,960.00
Mano de obra que considera: limpia y trazo, excavación para empotramient o y desplante de cortina, construcción de la presa	jorna l	352	136.17	47,931.84	47,931.84	0.00
TOTAL:				361,491.8 4	312,531.84	48,960.00
				100.00%	86.46%	13.54%

Cuadro 14. Análisis del presupuesto para la línea de conducción.

CATALOGO DE LA OBRA		LÍNEA DE CONDUCCIÓN PARA EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DEL EJIDO DERRAMADERO, MUNICIPIO DE SALTILLO, COAHUILA.			
CLAVE	CONCEPTO	U. MEDIDA	CANT ó VOL	P. UNITARIO	IMPORTE (\$)
1.01	TUBO POLIETILENO RD-26 DE 3"	ML	5939.59	\$80.50	\$478,136.99
1.02	Válvula Check Horizontal de Bronce 90 ° 3"	--	2	\$856.57	\$1,713.14
1.03	Válvula Compuerta Paso Total ROSCADA 3"	--	1	\$ 1,104.40	\$ 1,104.40
1.04	válvula de aire cinética y automática Barak - 2"	--	2	\$1,716.00	\$3,432.00
1.05	Mano de obra	--	--	\$80,000.00	80,000.00
	TOTAL				=564,386.53

4.15. Diseño de galerías filtrantes (Captación de un manantial de ladera y concentrado)

4.15.1. Diseño hidráulico y dimensionamiento

Para el dimensionamiento de la captación es necesario conocer el caudal máximo de la fuente, de modo que el diámetro de los orificios de entrada a la cámara húmeda sea suficiente para captar este caudal o gasto. Conocido el

gasto, se puede diseñar el área de orificio sobre la base de una velocidad de entrada no muy alta y al coeficiente de contracción de los orificios.

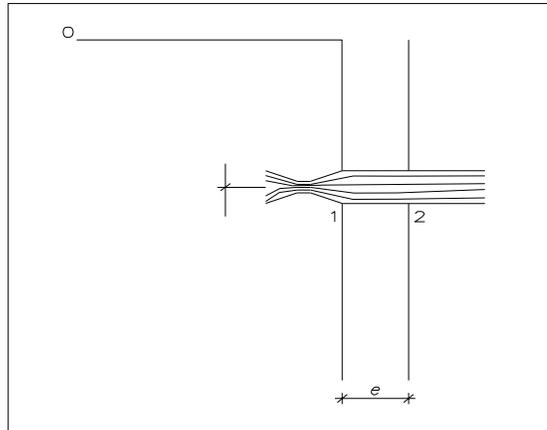


Fig. 16. Flujo de agua en un orificio de pared gruesa

Calculo de la distancia entre el afloramiento y la cámara húmeda.

Es necesario conocer la velocidad de pase y la pérdida de carga sobre el orificio de salida (figura 1.1). Según la ecuación de Bernoulli entre los puntos 0 y 1, resulta:

$$\frac{p_0}{\delta} + z_0 + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{p_1}{\delta} + z_1 + \frac{v_2^2}{2g}$$

Considerando los valores de P0, V0, P1 y Z1 igual a cero, se tiene:

$$z_0 = \frac{v_2^2}{2g} \quad (1)$$

Donde:

Z₀= Altura entre el afloramiento y el orificio de entrada (se recomienda valores de 0,40 a 0,50 m.)

V₁ = Velocidad teórica en m/s.

g = Aceleración de la gravedad ($9,81 \text{ m/s}^2$).

Mediante la ecuación de continuidad considerando los puntos 1 y 2, se tiene:

$$Q_1 = Q_2$$

$$C_d \times A_1 \times V_1 = A_2 \times V_2$$

Siendo $A_1 = A_2$

$$V_1 = \frac{V_2}{C_d} \quad (2)$$

Donde:

V_2 = Velocidad de pase, (se recomienda valores menores o iguales a $0,6 \text{ m/s}$). C_d = Coeficiente de descarga en el punto 1 (se asume $0,8$).

Remplazando el valor de V_1 de la ecuación (2) en la ecuación (1), se tiene:

$$z_0 = 1.56 \frac{v_2^2}{2g}$$

Z_0 se define como la carga necesaria sobre el orificio de entrada que permite producir la velocidad de pase.

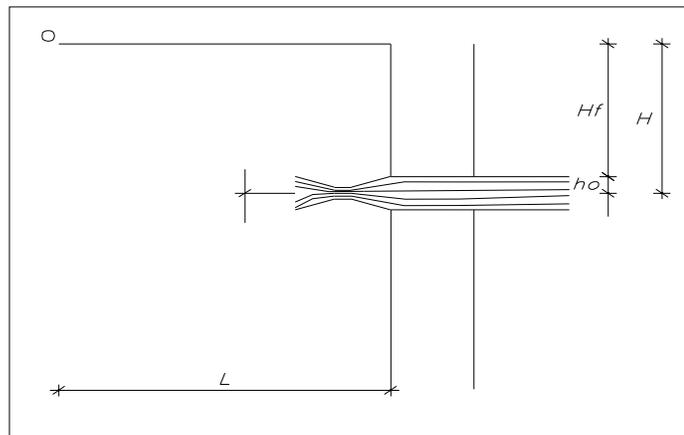


Fig. 17. Carga disponible y pérdida de carga

En la figura 1.2 se observa:

$$H = H_f + h_0$$

Donde H_f es la pérdida de carga que servirá para determinar la distancia entre el afloramiento y la caja de captación (L).

$$H_f = H - Z_0$$

$$H_f = 2 - 0.50$$

$$H_f = 1.50 \text{ m.}$$

$$H_f = 0.30 \times L$$

$$L = H_f / 0.30 = 1.50/0.30 = 5 \text{ m.}$$

4.16. Ancho de la pantalla

Para determinar el ancho de la pantalla es necesario conocer el diámetro y el número de orificios que permitirán fluir el agua desde la zona de afloramiento hacia la cámara húmeda. Para el cálculo del diámetro de la tubería de entrada (D), se utilizan las siguientes ecuaciones.

$$Q_{\text{máx.}} = V \times A \times C_d$$

$$Q_{\text{máx.}} = A C_d (2 g h)^{1/2}$$

Donde:

$Q_{\text{máx.}}$ = Gasto Máximo de la fuente en m^3/s .

V = velocidad de paso (se asume 0.50 m/s, siendo menor que el valor máximo recomendado de 0.60 m/s).

A = Área de tubería en m²

Cd = Coeficiente de descarga (0.6 a 0.8)

H = Carga sobre el centro de orificio (m)

El valor de A resulta:

$$A = \frac{Q_{max.}}{Cd * V} = \frac{\pi D^2}{4}$$

Considerando la carga sobre el centro del orificio el valor de A será:

$$A = \frac{Q_{max.}}{Cd * (2gh)^{1/2}} = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$A = \frac{0.006 \text{ m}^3/s}{0.7 * (19.62 * 0.5 \text{ m})^{1/2}} = 0.0027 \text{ m}^2.$$

El valor de D será definido mediante:

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4(0.0027)}{\pi}} = 0.058 \text{ mts} = 2.2'' = 2''$$

Para el cálculo del ancho de la pantalla, se asume que para una buena distribución del agua los orificios se deben ubicar como se muestra en la figura 18.

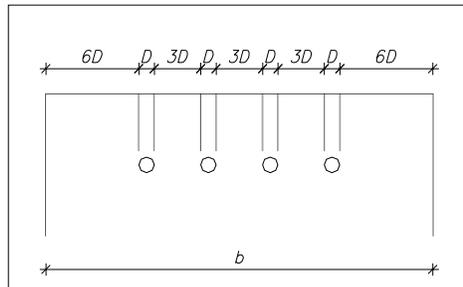


Fig. 18. Distribución de los orificios de pantalla frontal

Siendo:

D= el diámetro de la tubería de entrada

b =el ancho de la pantalla

Conocido el número de orificios y el diámetro de la tubería de entrada, se calcula el ancho de la pantalla (b) mediante la siguiente ecuación:

$$b = 2(6D) + NA D + 3D (NA - 1)$$

$$b = 12 D + NAD + 3 NAD - 3D$$

$$b = 9D + 4 NAD$$

Donde:

b = Ancho de la pantalla

D = Diámetro del orificio

NA = Número de orificios

$$b = 9D + 4 NAD = (9*0.050) + (4*5*0.050) = 1.45 \text{ mts.}$$

4.17. Altura de la cámara húmeda

En base a los elementos identificados de la figura 19, la altura total de la cámara húmeda se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$H_t = A + B + H + D + E$$

Donde:

A = Se considera una altura mínima de 10 cm. Que permite la sedimentación de la arena.

B = Se considera el diámetro de salida.

H = Altura de agua sobre la canastilla.

D = Desnivel mínimo entre el nivel de ingreso del agua del afloramiento y el nivel de agua de la cámara húmeda (mínimo 5 cm.).

E = Borde libre (mínimo 30 cm)

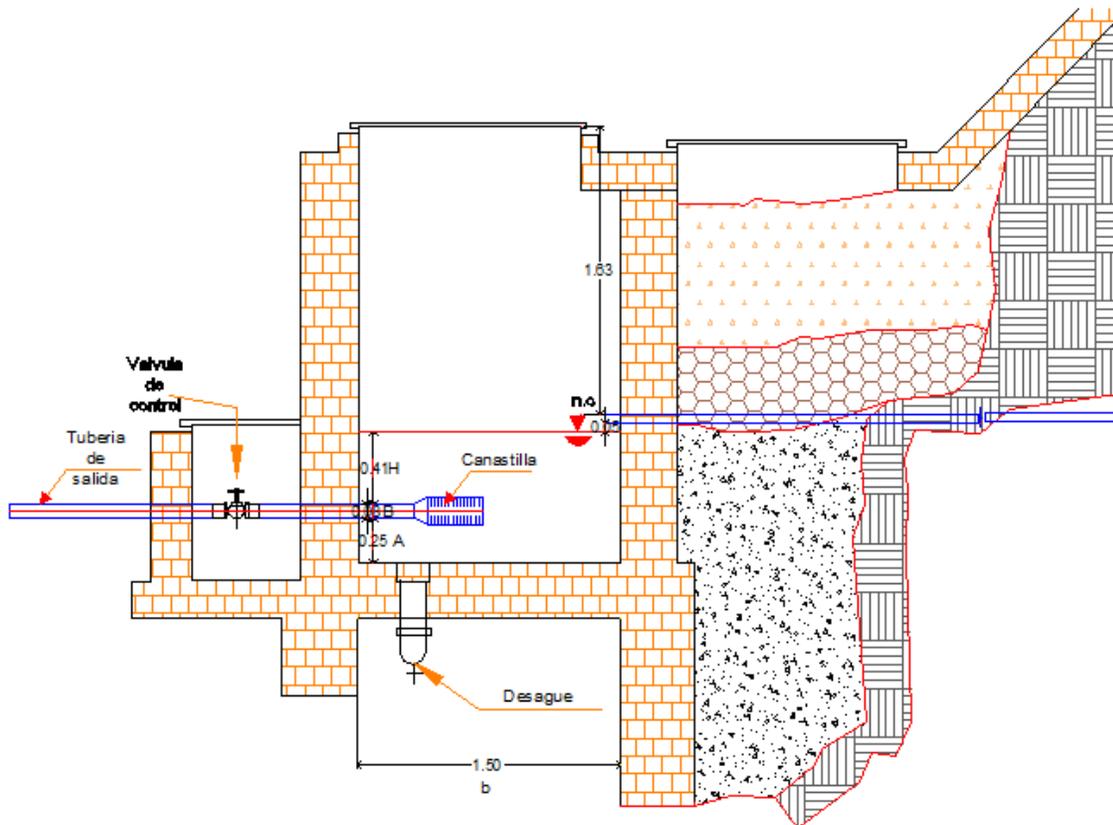


Fig. 19 Altura total de la cámara húmeda

$$H_t = A + B + H + D + E$$

$$H_t = 0.25 + 0.08 + 0.41 + 0.05 + 1.63 = 2.45 \text{ metros.}$$

Para determinar la altura de la captación, es necesario conocer la carga requerida para que el gasto de salida de la captación pueda fluir por la tubería de conducción. La carga requerida es determinada mediante la siguiente ecuación:

$$z_0 = 1.56 \frac{v^2}{2g}$$

Donde:

H = Carga requerida en m

V = Velocidad promedio en la salida de la tubería de la línea de conducción en m/s

G = Aceleración de la gravedad igual 9,81 m/s²

Se recomienda una altura mínima de H = 30 cm

4.18. Dimensionamiento de la canastilla

Para el dimensionamiento se considera que el diámetro de la canastilla debe ser dos veces el diámetro de la tubería de salida a la línea de conducción (D_c); que el área total de ranuras (A_t) sea el doble del área de la tubería de la línea de conducción; y que la longitud de la canastilla (L) sea mayor a $3 D_c$ y menor de $6 D_c$.

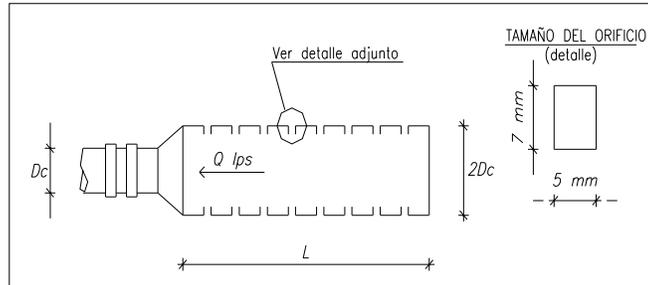


Fig. 20. Canastilla de salida

$$A_t = 2 A_c$$

Donde:

$$A_c = \frac{\pi D_c^2}{4}$$

Conocidos los valores del área total de ranuras y el área de cada ranura se determina el número de ranuras:

$$N^{\circ} \text{ de ranuras} = \frac{\text{Área total de ranuras}}{\text{Área de ranuras}} + 1$$

4.19. Tubería de rebose y limpieza

En la tubería de rebose y de limpia se recomienda pendientes de 1 a 1,5% y considerando el caudal máximo de aforo, se determina el diámetro mediante la ecuación de Hazen y Williams (para $C=140$).

$$D = \frac{0.71Q^{0.38}}{s^{0.21}}$$

Donde:

D = Diámetro en pulgadas

Q = Gasto máximo de la fuente en lps

S = Pérdida de carga unitaria en m/m

4.20. Diseño estructural

Para el diseño estructural se considera el muro sometido al empuje de la tierra cuando la caja está vacía. Si esta llena, el empuje hidrostático tiene un componente en el empuje de la tierra, favoreciendo de esta manera la estabilidad del muro. Las cargas consideradas son: el peso propio, el empuje de la tierra y la subpresión.

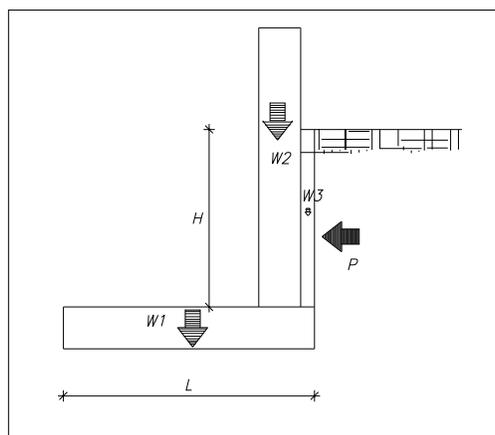


Fig. 21. Muro de gravedad

Para garantizar la estabilidad del muro, se debe verificar que la carga unitaria sea igual o menor a la capacidad de la carga del terreno; mientras que para garantizar

la estabilidad del muro al deslizamiento y al volteo, se deberá verificar un coeficiente de seguridad no menor a 1,6.

4.21. Análisis por acción (Construcción de la GALERIA FILTRANTE)

Cuadro.15. Relación de agregados para un m³ de construcción

CONCEPTO	U.M.	CANT.	P.U.	IMPORTE
Cemento	ton	0.17	2,400.00	408.00
Arena	m ³	0.7	420.00	294.00
Grava	m ³	0.6	300.00	180.00
Piedra bola	m ³	0.6	272.00	163.20
TOTAL:				1045.20

Cuadro.16. 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
	12.50	2.12	8.75	7.5	7.5

Cuadro.17. Inversión total para la obra (galería filtrante) del ejido Derramadero.

CONCEPTO	U.M.	CANT.	P.U.	IMPORTE
Cemento	ton	2.12	2,400.00	5,088.00
Arena	m ³	8.75	420.00	3,675.00
Grava	m ³	7.5	300.00	2,250.00
Piedra bola	m ³	7.5	272.00	2,040.00
Válvula de globo 3"	Pza.	1	3075.80	3,075.80
Tubería de pvc 2"	Tmo.	17	80.50	1,368.50
Tubería de pvc 3"	Tmo.	1	157.00	157.00
Tubería de pvc 6"	Tmo.	0.50	337.00	337.00
Reducción de 6"-3"	Pza.	1	70.00	70.00
Perforación en la roca	m	100	600.00	60,000.00
Mano de obra que considera: limpia y trazo, excavación para empotramiento y construcción de los muros de la obra.	jornal	100	136.17	13,617.00
TOTAL:				91,678.30
				100.00%

Cuadro.18. Comparación de las diferentes formas de extracción de agua del suelo

CONCEPTO: OBRA	Pozo profundo	Obras (presa)	hidrotecnia	Galería filtrante
INVERCION	\$1,000,000	\$500,000.00		\$100,000.00
Beneficios de la obra (población)	Extracción de agua de la grandes profundidades	Extracción de aguas de los escurrimientos superficiales a menor consto		Aprovechamiento de manantiales
Beneficio de la obra al medio ambiente	ninguno	Recarga de acuíferos		ninguno
Costo de operación	Pagos de alergia eléctrica	ninguno		ninguno
Ventajas	Se dispone del agua las 24 horas de día. Fácil de manejar.	*Se dispone cuando volumen de diseño. *Se aprovecha las escorrentías superficiales.	agua con el	*Se aprovecha los manantiales expuestos ala superficie
Desventaja	*Abatimiento de los acuíferos. *Costos muy elevados para mantenerlos en funcionamiento	*Se requiere precipitaciones continuas para mantener con volumen de diseño *se evapora el agua almacenada		*no tener un volumen de agua constante *evaporización del agua almacenada

5. CONCLUSIONES.

1. Atraves de este trabajo se pudo comprobar que las aguas de lluvia, por medio de los escurrimiento superficiales son recursos naturales que aun no se explotan al 100%, ya que en la actualidad por los diferentes problemas que representa la perforación de un pozo profundo tanto económico, como para que sele otorgue la concesión del agua, son muchos, ya que nos encontramos en una situación de sobre-explotación de los mantos acuíferos de la región y del estado. Por ello es necesario encontrar nuevas alternativas para la obtención de agua, y una de ellas es el aprovechamiento de las aguas superficiales, cambiar el uso de agua subterránea al superficial, por que si agotamos los acuíferos, necesitaríamos cientos o quizás miles de años para que estos se recuperen.
2. Es necesario realizar los estudios de aforo bien calibrados a los pozos, para evitar que se nos abatan muy pronto.
3. Los manantiales son alternativas viables para el sector bajo de la población, que requieran agua sin necesidad de una gran inversión, ya que el agua se encuentra expuesta en la superficie terrestre. Y no es necesario un sistema de bombeo para la extracción del vital líquido. Sino una galería filtrante como medio de almacenamiento y después poderla distribuir a donde se necesite.

6. LITERATURA CITADA.

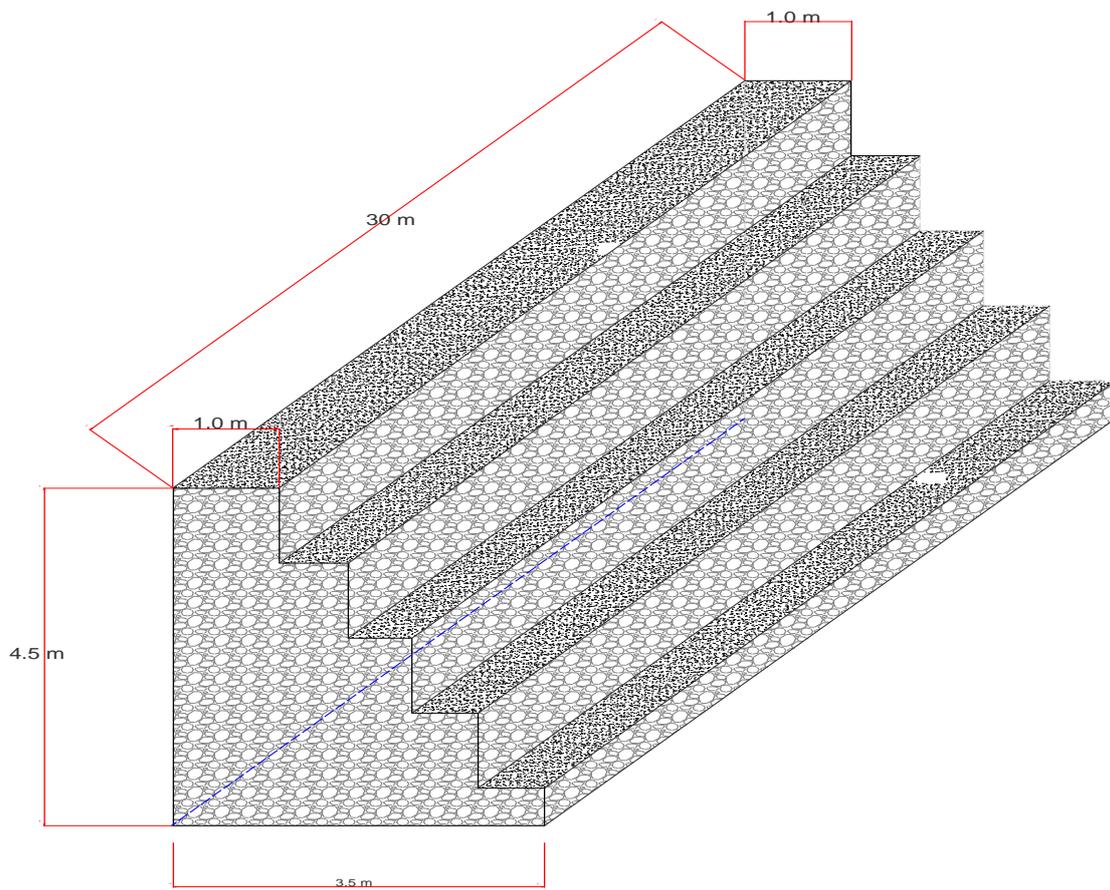
- I. Arteaga Tovar R. E. 1993. Hidráulica Elemental. 1ª edición. UACH. Depto. de Irrigación. Chapingo, México.
- II. Azevedo, N.J.M. y Acosto, A.G. 1975. Manual de Hidráulica. 6ta. Edición. Harla S.A. C.V. México 4, D.F.
- III. Comisión Federal de Electricidad. 1980c. Manual de Diseño de Obras Civiles. 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. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1992. Carta de Climas Regionales, escala 1:500,000. Monterrey 14R-VII
- XI. Ingeniería Hidráulica en México. 1970. Meteorología, Distribución de Frecuencias de Heladas, lluvias y tormentas eléctricas en México. Vol. 24
- XII. Lambe, T.W. y Whitman, R.B. 1984. Mecánica de Suelos. Editorial Limusa. S.A. de C.V. México 1, D.F. 582 p.
- XIII. Mancera C. Francisco. 2002. Proyecto para la Modificación de la Presa de Almacenamiento "El Bajío". Tesis de Licenciatura. U.A.A.A.N. Saltillo Coahuila México.
- XIV. Secretaría de los Recursos Hidráulicos. 1973. Recursos Hidráulicos. Número 1. Volumen II. México 6, D.F. p. 71.
- XV. Secretaría de los Recursos Hidráulicos. 1975. Presas de Derivación. Modelo México 4. Plan Nacional de Obras Hidráulicas para el Desarrollo Rural. México D.F.
- XVI. 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.
- XVII. 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.
- XVIII. Centro Panamericano de ingeniería Sanitaria y ciencias del ambiente CEPIS/OPS, Guía para el diseño y construcción de captación de manantiales, COSUDE, Lima 2004.
- XIX. Centro Panamericano de ingeniería Sanitaria y ciencias del ambiente CEPIS/OPS, Manual de Diseño de galerías filtrantes, COSUDE, Lima 2002
- XX. Instituto Coahuilense de Ecología, Conservación y Uso sustentable del agua, Serie: Educación ambiental, Primera edición, junio del 2001, Saltillo Coahuila México.

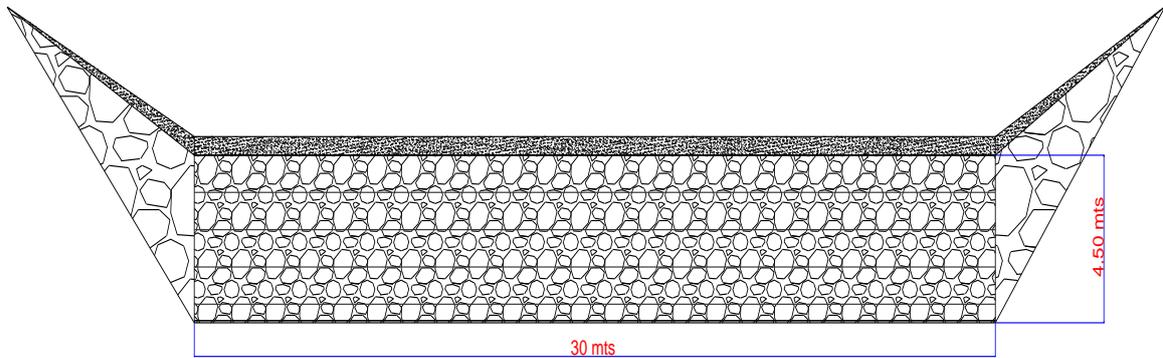
7. APÉNDICE:

Diseño de la presa ejido derramadero.

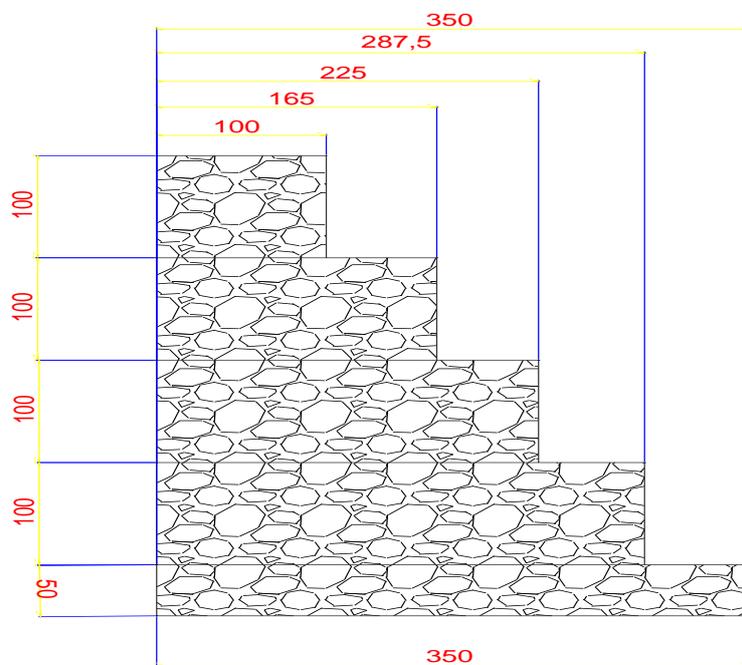
a) - Cortina de la presa vista aguas arriba. (Acotaciones en mts.)



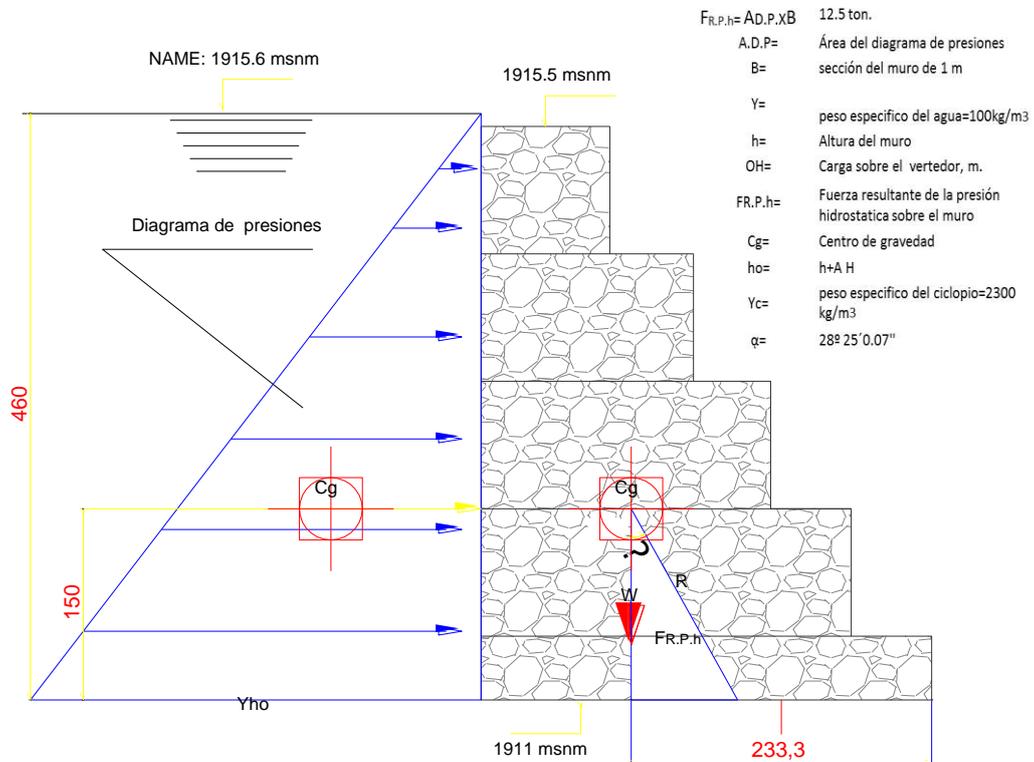
b) Vista aguas debajo de la cortina de la presa



c) Corte transversal y especificaciones de construcción del muro en el eje Derramadero.

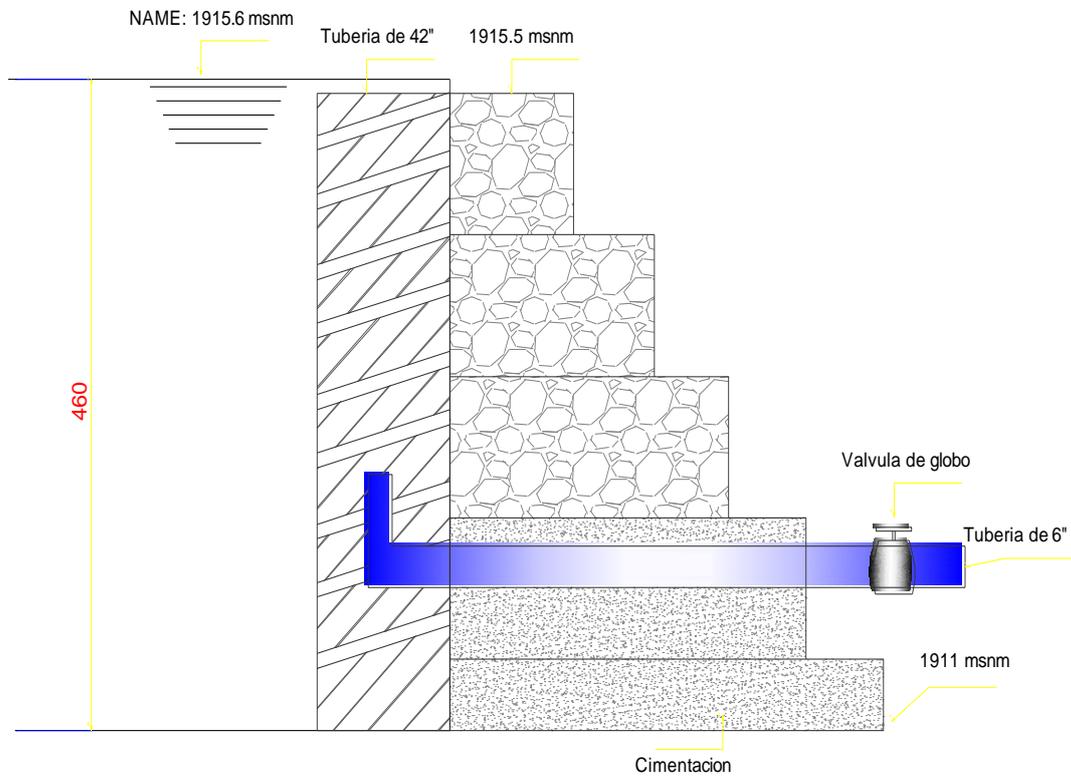


d) Esquema para determinar la estabilidad del muro.



En virtud de que las fuerzas resultantes pasan dentro de las dos terceras partes de la base, se dice que el muro permanecerá estable.

e) Corte transversal del muro para la retención del agua.



f) Manantial de lugar de estudio.



Este afloramiento se encuentra establecido en la parte frontal de la sierra, de aquí se conduce agua para abrevaderos.

g) Afloramiento en la roca.



h) Muro de la presa.



I) Análisis de calidad de agua del manantial.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIONARRO
 DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE
 LABORATORIO DE CALIDAD DE AGUAS
 ANALISIS QUIMICO DEL AGUA

PROPIETARIO DR. FELIPE ORTEGA FECHA 25 DE MAYO -2011
 LOCALIDAD DERRAMADERO ESTADO COAHUILA

CARACTERISTICAS TESISTA. MARIANO

pH		6.86
Conductividad Eléctrica	microS/cm	907.0
Calcio ⁺⁺	meq/lto	8.4
Magnesio ⁺⁺	meq/lto	2.7
Sodio ⁺	meq/lto	10.14
Potasio ⁺	meq/lto	-----
Carbonatos ⁻	meq/lto	0.75
Bicarbonatos ⁻	meq/lto	4.25
Cloruros ⁼	meq/lto	3.25
Sulfatos ⁼	meq/lto	7.81

RECOMENDACIONES:

Mariano Domínguez
 ANALIZO