

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”**

**DIVISION DE INGENIERIA**

**DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE**



**“DISEÑO Y CALCULO PARA LA CONTRUCCIÓN DE UNA PRESA DE CONCRETO  
CICLÓPEO” EN EL EJIDO RINCON DE LOS VENADOS, MUNICIPIO DE PARRAS DE LA  
FUENTE, COAHUILA, MEXICO.**

**POR:**

**FRANCISCO JAVIER ARGUELLO HERNÁNDEZ**

**T E S I S**

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

**INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN**

**Buena Vista, Saltillo, Coahuila, México.  
MAYO 2015**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
DIVISION DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE**

"DISEÑO Y CALCULO PARA LA CONTRUCCION DE UNA PRESA DE CONCRETO  
CICLÓPEO" EN EL EJIDO RINCÓN DE LOS VENADOS, MUNICIPIO DE PARRAS DE LA  
FUENTE, COAHUILA, MEXICO.

POR:

**FRANCISCO JAVIER ARGUELLO HERNÁNDEZ**

**T E S I S**

Que se somete a consideración del H. jurado examinador como requisito parcial para  
obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN**

**APROBADA**

Universidad Autónoma Agraria  
"ANTONIO NARRO"



*[Firma manuscrita]*  
**DR. LUIS SAMANIEGO MORENO**

**COORDINADOR DE LA DIVISION DE INGENIERIA**

Buena Vista, Saltillo, Coahuila, México.  
MAYO 2015



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
DIVISION DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE**

**"DISEÑO Y CALCULO PARA LA CONTRUCCION DE UNA PRESA DE CONCRETO CICLÓPEDO" EN  
EL EJIDO RINCON DE LOS VENADOS, MUNICIPIO DE PARRAS DE LA FUENTE, COAHUILA,  
MEXICO.**

**POR:**

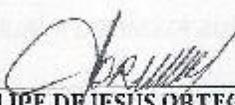
**FRANCISCO JAVIER ARGUELLO HERNÁNDEZ**

**T E S I S**

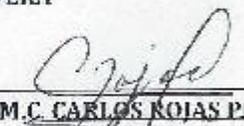
Que se somete a consideración del H. jurado examinador como requisito parcial para obtener  
el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN**

**APROBADA**

  
**DR. FELIPE DE JESUS ORTEGA RIVERA**  
PRESIDENTE DEL JURADO

  
**DR. RAÚL RODRIGUEZ GARCÍA**  
SINODAL

  
**M.C. CARLOS ROJAS PEÑA**  
SINODAL

  
**M.C. TOMAS REINA CEPEDA**  
SUPLENTE

Buena Vista, Saltillo, Coahuila, México.  
MAYO 2015

## DEDICATORIAS

*Dedicado con todo mi amor y cariño, a las personas que me dieron la vida,*

*MIS PADRES,*

*FRANCISCO ARGUELLO HERNÁNDEZ  
MARIA ISABEL HERNÁNDEZ ESPINOZA,*

*con el más profundo agradecimiento y admiración, por el apoyo incondicional y la confianza brindada, así como la libertad que pusieron en mí para decidir mi camino respetando mis ideas y decisiones, solo me queda decir gracias por su apoyo en esta etapa de mi vida y haber estado siempre conmigo,*

*A MI UNICO HERMANO, por todo su apoyo, comprensión y la confianza que ha puesto en mi a lo largo de este tiempo.*

*Aquella persona que a pesar, hoy en vida no se encuentra con nosotros, aún siento que está conmigo, recordando sus consejos, sus regaños y sus deseos hacia a mí y que ahora eres UN ÁNGEL y que donde quiera que estés me sigues cuidando, abuelita...*

*JUANA ESPINOZA ZUÑIGA*

*A TODA MI FAMILIA, abuelos, tíos, primos, sobrinos, amigos...*

*GRACIAS POR TODO*

## AGRADECIMIENTOS

*GRACIAS A DIOS, por la salud y bienestar, la fuerza e inteligencia para salir adelante y poder cumplir uno de los anhelos más importantes de mi vida, como el de mis padres.*

### *“TERMINAR MIS ESTUDIOS”*

*A MI “ALMA TERRA MATER”, por haberme dado la oportunidad de formar parte de ella, a sus conocimientos y valores adquiridos a lo largo de mi formación tanto en lo profesional como en lo personal,*

*A MIS PROFESORES, Dra. Manuelita Bolívar Duarte, Dr. Felipe de Jesús Ortega Rivera, por su amistad y cariño, conocimientos transmitidos, su paciencia, el interés por formar personas de bien y mejor capacitadas, por todo su apoyo,*

*A MIS COASESORES, DR. Raúl Rodríguez García, M.C. Carlos Rojas Peña, M.C. Tomas Reyna Cepeda, por su dedicación y valioso tiempo que le brindaron a este trabajo,*

*A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS, (Elizabeth (Elí), Arturo (Turo), Rogelio (Mudo), Bernabé (Borre), Jesús Alkaid (Chuy), Aron y Marianancy, por su amistad y apoyo en todo momento,*

*AL PERSONAL QUE LABORA, EN EL DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE, (Toñita, Mary, Paty), por su atención y paciencia, dedicación, en cada una de las actividades que apoyaron a nuestra formación,*

*A CADA UNO DE LOS MENCIONADOS ¡GRACIAS POR TODO!*

*¡BUITRES POR SIEMPRE!*

## RESUMEN

En México, principalmente en la parte norte del país, en las zonas áridas y semiáridas, la escasez y errática distribución de la lluvia genera fuertes limitaciones para la producción agrícola y pecuaria, causante de grandes pérdidas de superficies de cultivo y cabezas de ganado por sequía. Las lluvias en estas zonas son de carácter torrencial, lo que ocasiona que sólo se aproveche una parte mínima de lluvia y el resto se pierda como escurrimiento superficial.

El objetivo de esta tesis es para estudiar el escurrimiento superficial, provocado por la lluvia y aplicar la mejor tecnología para obtener un grado alto en el uso eficiente del agua y aumentar la actividad agropecuaria de esta región, tal es el caso del ejido Rincón de los Venados que es el área de estudio.

Para conocer los parámetros a estudiar en esta región se realizaron mapeos de la zona para determinar las condiciones físicas-naturales que cuenta y definir la tecnología aplicar.

Con este tipo de obras y acciones enfocadas a la utilización de escurrimientos superficiales provocados por las lluvias, se puede lograr la sustentabilidad del medio rural, ya que en lo correspondiente al sector agrícola, los productores tengan más certeza para obtener mejores rendimientos de granos básicos en sus parcelas. Así mismo, se darán las condiciones para desarrollar una actividad pecuaria más sostenida, pues se espera asegurar la producción de forrajes necesaria para el buen desarrollo del ganado.

**Palabras claves:** Concreto ciclópeo, mapeos, escurrimiento superficial, actividad agropecuaria.

Correo Electronico; francisco Javier arguello hernandez,  
[frncisco-jav@oulook.com](mailto:frncisco-jav@oulook.com)

# INDICE

	Pág.
Dedicatoria.....	4
Agradecimientos.....	5
Resumen.....	6
Índice.....	7

## I. INTRODUCCION

1.1. Situación actual del problema.....	13
1.2. Definición del problema.....	14
1.3. Objetivos.....	15
1.4. Justificación.....	16

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

<b>2.1. OBRAS HIDRÁULICAS DE ALMACENAMIENTO Y DERIVACIÓN.....</b>	<b>17</b>
2.1.1 Definición.....	17
2.1.2 Clasificación.....	18
<b>2.2. PARTES QUE INTEGRAN A UNA PRESA DERIVADORA.....</b>	<b>19</b>
2.2.1 CORTINA.....	19
a) Clasificación.....	19

b)	Hidráulica de cortinas.....	21
c)	Características del vertedor.....	23
d)	Disipador de energía.....	24
2.2.2	OBRA DE TOMA.....	29
a)	Localización.....	29
b)	Consideraciones para el diseño.....	30
2.2.3	ESTRUCTURA DE LIMPIA (DESARENADOR).....	31
a)	Consideraciones para el diseño.....	31
<b>2.3.</b>	<b>ESTUDIO DE AVENIDAS.....</b>	<b>34</b>
2.3.1	Método para calcular el gasto de la avenida máxima.....	34
a)	Método racional.....	35
b)	Método de las huellas máximas.....	39
c)	Envoltentes de Creager.....	42
<b>2.4.</b>	<b>FUERZAS QUE OBRAN UNA PRESA.....</b>	<b>43</b>
a)	Generalidades.....	43
b)	Factores de estabilidad.....	45
<b>2.5.</b>	<b>CANAL DE CONDUCCIÓN.....</b>	<b>46</b>
2.5.1	Sección optima.....	46
2.5.2	Definición.....	47
2.5.3	Clasificación.....	47
2.5.4	Partes .....	48
<b>2.6.</b>	<b>SISTEMAS DE ENTARQUINAMIENTO.....</b>	<b>49</b>

2.6.1	Antecedentes.....	49
2.6.2	Tipos de sistemas.....	49

### III. MATERIALES Y METODOS

<b>3.1</b>	<b>LOCALIZACION Y DESCRIPCION ESPECÍFICA DEL PROYECTO....</b>	<b>50</b>
3.1.1	Macro localización.....	50
3.1.2	Micro localización.....	52
3.1.3	Clima.....	52
3.1.4	Fisiografía.....	55
a)	Topo-formas.....	55
3.1.5	Unidades hidrogeológicas.....	56
a)	Geología.....	56
b)	Edafología.....	58
c)	Hidrología.....	60
3.1.6	Vegetación y uso de suelo.....	62
a)	Potencial forestal.....	64
b)	Fauna.....	65
c)	Índice de sobrepastoreo.....	67
<b>3.2</b>	<b>PROCESOS Y TECNOLOGIAS A EMPLEAR.....</b>	<b>70</b>
3.2.1	Cuenca hidrológica.....	71
3.2.2	Características de micro-cuenca.....	71
3.2.3	Estimación de la avenida máxima.....	72
3.2.4	Estudios de mecánica de suelo.....	73
3.2.5	Levantamiento topográfico.....	73
3.2.6	Área de entarquinamiento.....	74
3.2.7	Descripción y análisis del presupuesto del proyecto.....	74
a)	Cresta vertedora.....	74

b)	Gasto de la obra de toma.....	77
c)	Diagrama de estabilidad de la presa.....	79
d)	Diseño de zanja-bordo para el área de entarquinamiento.....	80
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>83</b>
<b>V.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>84</b>

## **ANEXOS**

## I. INTRODUCCION

El agua, elemento indispensable para la vida en general. Actualmente a nivel mundial la falta de agua es uno de los grandes problemas que tendrán que resolverse presentando alternativas de solución viables. El problema de agua deberá ser objeto de una minuciosa gestión de todas las dependencias que de alguna manera están relacionadas con la escasez del agua para consumo humano en el área urbana y rural, así como para el desarrollo 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 llevar este preciado líquido en cisternas, utilizando el sistema de bombeo a grandes distancias, construcción de presas para el abastecimiento del agua entre otras. En cada uno de los casos, lo más recomendable es encontrar una alternativa de solución que tienda a ser la más eficiente y económica.

El estado de Coahuila se localiza en el noreste de México. Está situado, en su mayor parte, en el oriente de una gran área climática denominada como Desierto de Chihuahua, o Desierto del Norte de México. Se caracteriza por poseer climas continentales, secos y muy secos, que van desde los Semi-cálidos, predominantes en los bolsones coahuilenses, hasta los templados de las partes más altas y las más septentrionales.

El estado tiene un bajo potencial hidrológico; ocupa el tercer lugar nacional con menor precipitación pluvial con una media anual de 400 mm. Cuenta con regiones

donde la escasez de este líquido es evidente, lo cual genera una presión y sobreexplotación de los recursos hídricos.

En síntesis, el propósito de esta tesis es, el de crear y optimizar la infraestructura hidráulica para mejorar la actividad agrícola, aprovechando los escurrimientos superficiales, producto de las precipitaciones y del flujo subálveo, para incrementar la producción de los cultivos. Con este tipo de infraestructura (presas de mampostería u ollas de agua) también se contribuye a reducir el impacto de la erosión.

En cuanto a la actividad pecuaria, los beneficios se reflejan al obtener mejores rendimientos de forrajes, mismos que pueden ensilarse para ayudar a resolver el problema de falta de alimento para el ganado que se presenta comúnmente en esta región. Con esto se pretende coadyuvar a resolver uno de los problemas del sector agropecuario.

Con base en lo antes mencionado y tratando de presentar una alternativa de solución, se hace necesario aplicar nuevas tecnologías para construir obras hidrotécnicas (derivadores o de almacenamiento) que tiene como fin resolver las necesidades de la producción agropecuaria, mejorando las condiciones socioeconómicas de las comunidades en el campo.



## 1.1 SITUACIÓN ACTUAL DEL PROBLEMA

De acuerdo a la Comisión Nacional del Agua (CNA), Coahuila cuenta con una precipitación media anual de 400 mm.

El ejido Rincón de los Venados, municipio de Parras de la Fuente, Coahuila se encuentra dentro de la Región Hidrológica Administrativa VII, “Cuencas Centrales del Norte”, con una precipitación media anual de 251.6 mm, dentro de la región hidrológica 36 Nazas-Aguanaval (RH-36), con una precipitación media anual de 425 mm, en la cuenca RH-36E (laguna de mayrán-viesca), con 247 mm de precipitación media anual, en la subcuenta RH-36E-b y finalmente dentro de la cuenca aportante RH-36E-b5 de nombre microcuenca “el Alamito”, esta última según la propuesta de clasificación de SFA-UAAAN 2003 para el estado de Coahuila.

Esto hace que los productores de las zonas áridas y semiáridas, se dediquen a la agricultura de temporal y al pastoreo de ganado caprino, ovino y vacuno muy erráticamente.

Actualmente, los productores de la llamada agricultura de temporal tiene los rendimientos muy bajos, pues su agricultura es muy deficiente en lo que se refiere al aprovechamiento del escurrimiento superficial, por lo cual se hace necesario aplicar nuevas tecnologías para aprovechar mejor las escasas y erráticas precipitaciones.

En base al instituto nacional de estadística y geografía (INEGI), el municipio de Parras cuenta con 74 ejidos y comunidades con superficies parceladas, de los cuales conforman un total de 128, 277.90 Ha parceladas, siendo 29, 967.08 Ha de uso agrícola y que de estas 8, 822.70 Ha son de riego y el resto de temporal (21, 144.38 Ha).

## 1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Problema principal:

La disponibilidad natural media per cápita de una región se calcula dividiendo la disponibilidad natural media entre el número de habitantes. En 2003, la disponibilidad natural media nacional fue de 4 547 m<sup>3</sup> anuales por habitante (volumen que corresponde a una categoría de disponibilidad baja). Regiones con valores menores a 1 700 m<sup>3</sup>/hab/año se consideran con estrés hídrico y son propensas a presentar escasez de agua, sobre todo en las temporadas secas. Las características topográficas y geográficas que tiene México producen una condición hidrológica con fuertes contrastes en cuanto a disponibilidad de agua. El Valle de México, con menos de 200 m<sup>3</sup>/hab/año, tiene una disponibilidad extremadamente baja, mientras que la región Frontera Sur, con sus más de 24 mil m<sup>3</sup>/hab/año, cuenta con una disponibilidad muy alta del líquido. La situación del agua disponible varía entre las Regiones hidrológico-administrativas: la mayor parte del agua disponible en la Península de Yucatán está en fuentes subterráneas, mientras que otras regiones como Golfo Norte y Golfo Centro dependen en un porcentaje alto del escurrimiento superficial. Si se consideran las regiones que tienen una disponibilidad base media inferior a los 1 700 m<sup>3</sup>/ hab/año, existen más de 35 millones de habitantes en situación de estrés hídrico en México.

A estas comunidades, diferentes dependencias de Gobierno a nivel municipal, estatal y federal las abastece perforando pozos, construyendo aljibes y abasteciéndolos con camiones cisterna, si bien es cierto que muchas comunidades el único camino que queda es perforándoles pozos a grandes profundidades o abastecerlos con camiones cisterna, también es cierto que en gran cantidad de esas comunidades se tiene un régimen subálveo. Es decir la sequedad que presentan los causes es solo aparente pues en el subálveo o lecho fluye el agua sobre una capa impermeable. El régimen subálveo representa un gran potencial que no se ha utilizado racionalmente, este puede utilizarse a futuro.

Problema específico:

Los habitantes de las zonas áridas y semiáridas, tiene como actividad el dedicarse a la agricultura de temporal y al pastoreo de ganado caprino, ovino y vacuno. Actualmente, los productores de la llamada agricultura de temporal tiene los rendimientos muy bajos, pues su agricultura es muy deficiente en lo que se refiere al aprovechamiento del escurrimiento superficial, por lo cual se hace necesario aplicar nuevas tecnologías para aprovechar mejor las escasas y erráticas precipitaciones.

Por otro lado, es evidente, que debido a la mala distribución de las lluvias durante el año la producción animal enfrenta situaciones de marcado déficit alimenticio, tanto en calidad como en cantidad de nutrientes. Durante la época de escasez de forrajes el ganado experimenta graves pérdidas de peso y en casos extremos se presenta la muerte de cabezas de ganado por un prolongado periodo de subalimentación y un grave deterioro orgánico.

El desarrollo de la agricultura y ganadería solo es posible, cuando se tiene agua en cantidades suficientes para cada una de estas actividades, esta se pueden obtener utilizando escurrimientos superficiales provenientes de manantiales, así como aquellos que se presentan en la temporada de lluvia.

### **1.3 OBJETIVOS**

#### Generales

Contribuir a la conservación, uso y manejo sustentable de los recursos naturales, a través de desarrollo de proyectos integrales, en apoyo a los productores rurales para un aprovechamiento adecuado de sus recursos, garantizando así, su conservación y beneficio futuro a favor de las nuevas generaciones rurales.

A través de la construcción de obras hidráulicas, se aprovechen los escurrimientos superficiales provocados por las lluvias y se puedan revertir los fracasos de los productores de las zonas áridas y semiáridas, donde se tiene una agricultura de subsistencia y se pretende transformarla a una agricultura de riego, además, asegurar la cosecha de maíz y sorgo escobero, abriendo la posibilidad de producir forraje para su ganado, aumentando la actividad agropecuaria.

#### Específicos

Construcción de una presa de concreto ciclópeo, desarenador, canal de conducción y área de entarquinamiento.

Lograr incrementos en la producción de cultivos básicos y/o forrajes de temporal, en el apoyo a la actividad pecuaria mediante la construcción de obras de infraestructura para el aprovechamiento de escurrimientos del flujo superficial.

Disminuir los procesos de degradación del suelo y uso eficiente del agua de con el aprovechamiento del escurrimiento superficiales.

Fomentar en los productores la cultura de la conservación de los recursos naturales y sensibilizar sobre los beneficios que aporta el realizar acciones para la cosecha del agua.

#### **1.4 JUSTIFICACIÓN**

A fin de realizar una agricultura sustentable y bien planeada, se tiene la intención de construir y rehabilitar toda la infraestructura que sea necesaria para aprovechar al máximo los escurrimientos que se presenten en la región. En síntesis, el propósito del proyecto es el de crear y optimizar la infraestructura hidráulica para mejorar la actividad agrícola, aprovechando los escurrimientos superficiales, producto de las precipitaciones y del flujo subálveo, para incrementar la producción de los cultivos.

Se espera, que con este proyecto se tenga más certeza para obtener mejores rendimientos de granos básicos en las parcelas. Así mismo, se darán las condiciones para desarrollar una actividad pecuaria más sostenida, pues se espera asegurar la producción de forrajes necesaria para el buen desarrollo del ganado.

Con base en lo antes mencionado y tratando de presentar una alternativa de solución, se hace necesario aplicar nuevas tecnologías para construir presas o aljibes (obras de derivación o almacenamiento) en todos aquellos escurrimientos superficiales producto de las lluvias.

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

## **II. REVISION DE LITERATURA**

### **2.1 OBRAS HIDRÁULICAS DE ALMACENAMIENTO Y DERIVACION**

Las obras de captación de agua son de primordial importancia, puesto que de ellas depende el suministro de agua para el hombre, el ganado y los cultivos. Este elemento existe en grandes cantidades sobre la superficie terrestre y es gratuito, ya que depende de la lluvia. Cuando el hombre pretende aprovechar este recurso natural, agregándole utilidad especial, mediante la captación y conducción al lugar en que es requerido, surge el problema del costo. Se ha aprendido, en el transcurso del tiempo, la forma en que es posible utilizar el recurso agua, mediante almacenamientos superficiales, encauzamiento o desviación de las corrientes de los ríos y arroyos, etc. Además el agua del subsuelo se ha aprovechado mediante la perforación de pozos elevándola y conduciéndola hasta donde es requerida. El presente trabajo pretende apuntar algunas consideraciones sobre la utilización mediante pequeños almacenamientos con cortina de concreto simple para abrevadero y pequeño riego.

#### **2.1.1 DEFINICION**

La presa de gravedad pequeña con fines de abrevadero, es una obra hidráulica consistente en una presa con cortina de material rígido (Concreto simple, mampostería, concreto ciclópeo, colcreto, etc.), de no más de 15 m de altura máxima. Esta estructura debe su estabilidad, frente a las fuerzas externas actuantes sobre ella, fundamentalmente a la fuerza representativa de su propio peso. Esta se acompaña de un vertedor de excedencias y una obra de toma para

cuando se tienen pequeñas superficies de riego o cuando el abrevadero se conforma aguas abajo del vaso.

### 2.1.2 CLASIFICACION

Existen diversos criterios para clasificar las presas, de las cuales las de mayor difusión son las siguientes:

Según su función:

- A) De embalse
- B) De derivación
- C) De control de avenidas

Los dos primeros tipos de presas sirven para elevar el nivel del agua y hacer posible su derivación. Las presas de embalse tienen principalmente la función 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 vertedores de demasías laterales que sirven para descargar el agua excedente. Esta disposición separada de presa y vertedor se usa usualmente normalmente en el caso de que la presa, esté construida por materiales sueltos. Las presas rígidas facilitan combinar en una sola estructura la sección no vertedora 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 y poder derivar el agua por medio de canales laterales funcionando totalmente por gravedad; el almacenamiento de agua en una presa derivadora es un objetivo secundario. En el último caso las presas de control de avenidas, también llamadas “rompepicos” su función es evitar que el gasto pico del hidrograma de escurrimiento superficial, sea

de la misma magnitud aguas abajo de la estructura, lo cual se logra por medio de la regulación temporal del agua en el vaso de la presa, quedando vacía totalmente después del paso de la avenida, lo cual se logra por medio de un desfogue en la base de la cortina.

## **2.2 PARTES QUE INTEGRAN A UNA PRESA DERIVADORA**

Velasco (1975), considera que una presa derivadora, son notables tres partes principales para cumplir con sus fines, las otras estructuras se pueden considerar como complementarias.

Las partes esenciales son:

### **2.2.1 CORTINA**

El objetivo de la cortina, es represar el agua hasta una elevación suficiente que permita derivar el gasto por la boca toma y se diseña para que la corriente vierta sobre ella, ya sea parcial o totalmente en su longitud; por lo que siempre se tienen cortinas vertedoras.

#### **a) Clasificación**

Se puede considerar una clasificación, tomando en cuenta varios aspectos:

- Por su eje en planta:

Rectas.

La línea del eje es recta y normal a la corriente.

## Curvas

En ocasiones debido a la topografía o geología del cauce, se adaptan ejes curvos y mixtos con el fin de disminuir las excavaciones y volúmenes de material en el cuerpo de la cortina, o bien por cimentarla en los estratos geológicos más favorables del sitio.

- Por el tipo de materiales:

### Flexibles:

Se forman con materiales naturales colocados en forma adecuada, para aprovechar eficazmente las características físicas particulares de cada elemento, permitiendo que estas cortinas se adapten a las deformaciones naturales plásticas de esos elementos.

El tipo de cortina flexible más empleada en derivadoras es el tipo “indio” constituido fundamentalmente de una pantalla impermeable y enrocamiento.

### Rígidas:

Se construyen con materiales pétreos unidos con algún compuesto semejante, mediante el cual se produce casi una masa homogénea. Las más empleadas son hechas de mampostería con mortero de cemento, concreto ciclópeos, concreto simple y ocasionalmente de mampostería con morteros de cal y canto.

En la sección de material constructivo, fundamentalmente se deben considerar los siguientes factores:

- Materiales del lugar
- Perfil geológico del cauce
- Altura de la cortina
- Carga del vertedor
- Costos

- Por control es su cresta:

Cresta fija o sin control:

Este tipo de cortinas no son construidas con el fin de aprovechar el agua retenida en ellas, sino para elevar el tirante y derivar el agua hacia un canal de conducción.

Cresta móvil o controlada:

Cuando las características físicas de la derivación permiten propiciar un almacenamiento que convenga aprovechar aumentándolo además, con la instalación de compuertas o agujas en la crestas, estos dispositivos permiten controlar el almacenamiento y el paso de los excedentes de agua.

b) Hidráulica de cortinas

Elevación de la cresta vertedora.

Dependerá de las necesidades de carga hidráulica que se requiere para operar la bocatoma.

Generalmente la elevación de la cresta vertedora es igual a la elevación correspondiente del tirante de agua, del canal en su inicio, es decir:

$$\text{Elev. C} = \text{Elev. P} + D + H$$

Siendo:

Elev. C = Elevación de la cresta vertedora

Elev. P = Elevación de la planilla del canal en su inicio

D = Tirante del agua

H = Carga hidráulica del orificio de la toma

La elevación de la planilla del canal principal o de conducción es un dato que de antemano se cuenta con él, al iniciar el diseño.

Esta elevación se fija fundamentalmente considerando la elevación de la zona de los terrenos que se van a regar, y de la carga que se va a perder entre dicha zona y el sitio de la derivación, (desnivel y todas las estructuras que se requieren en el trayecto de la conducción como son caídas, sifones, puentes, canal, etc.).

Generalizando se puede escribir lo siguiente:

$$\text{Elev. P} = \text{Elev. Z.R.} + \Delta C + \sum H$$

Siendo:

Elev. Z.R. = Elevación de la zona de riego o de la rasante del canal en el inicio de la zona de riego.

$\Delta C$  = Desnivel que requiere el canal, según la pendiente o pendientes y la longitud o longitudes de los mismo.

$\sum H$  = suma de energías necesarias para el funcionamiento de las estructuras de arte en general del trayecto.

Tirante del canal:

El tirante normal de un canal, se calcula mediante la expresión de continuidad y alguna fórmula de la velocidad para canales de algún investigador, por ejemplo de la Manning, que es la más empleada y así se tiene que:

Ecuación 1  $Q = AV$

Y la fórmula de velocidad, según Manning:

Ecuación 2  $V = \frac{1}{n} S^{1/2} R^{2/3}$

Siendo:

V= Velocidad del agua en el canal, en m/s

n = Coeficiente de rugosidad.

R = Radio hidráulico en m

S = Pendiente hidráulica, en %.

Sustituyendo (2) en (1).

Se tiene:

$$Q = \frac{1}{n} S^{\frac{1}{2}} R^{\frac{2}{3}} A$$

Agrupando los términos conocidos en el primer miembro para un caso dado; se tiene:

$$\frac{Qn}{S^{1/2}} = A R^{\frac{2}{3}}$$

$$SI : \quad \frac{Qn}{S^{1/2}} = K = A R^{2/3}$$

El tirante normal se encuentra verificando, la igualdad, mediante tanteos: es decir, se supone un valor para “d”, se calcula el área hidráulica A, de acuerdo a la sección del canal, el perímetro mojado “p” y después el radio hidráulico “R” y se eleva este valor a la potencia de (2/3).

Cuando se cumpla la igualdad  $A R^{2/3} = K$  el tirante “d” supuesto será el correcto.

Sino sucediera así, se supone otro valor para “d” repitiendo la misma secuela hasta verificar dicha igualdad y consecuentemente encontrar el tirante normal correcto.

También se puede sujetar el tirante igual a la elevación de la cresta vertedora y proponer la plantilla del canal siguiendo el procedimiento de tanteos hasta que se cumpla la igualdad:  $A R^{2/3} = K = \frac{Qn}{S^{1/2}}$

c) Características del vertedor

La fórmula comúnmente empleada para definir las características hidráulicas de la cortina vertedora es la de Francis, en la cual no se considera el efecto de la

velocidad de llegada ni las contracciones laterales del vertedor. Esto se debe a que el agua antes de verter, es retenida por el vaso que se forma (grande o pequeño), al elevarse el tirante y por lo tanto puede considerarse que el agua tiene una velocidad nula. Las contracciones laterales se eliminan fácilmente limitando al vertedor en sus extremos, con paredes verticales y perpendiculares a su cresta, y a suficiente altura y longitud.

La fórmula es:

$$Q = C L H^{3/2}$$

Siendo:

Q = Gasto del vertedor en m<sup>3</sup>/s

C = Coeficiente de descarga

L = Longitud efectiva de la cresta en m.

H = Carga sobre la cresta del vertedor, medida a 2.5 H aguas arriba de la cresta.

En caso de considerar el efecto de las contracciones laterales y velocidad de llegada; la longitud del vertedor se corrige con la siguiente formula.

$$L = L' - 0.1 N H_o$$

Y la velocidad de llegada afectará a la carga real del vertedor, incrementando a esta, es decir:

$$H_o = H + H_a$$

Siendo:

L' = Longitud real de la cresta en m

N = Numero de contracciones

H<sub>o</sub> = Carga total del vertedor en m

H<sub>a</sub> = carga debido a la velocidad de llegada =  $\frac{v_a^2}{2g}$

V<sub>a</sub> = Velocidad de llegada =  $\frac{Q}{A}$

A = Área de la sección transversal del rio hasta el nivel del agua en la llegada del vertedor en m<sup>2</sup>

De acuerdo con lo anterior, la formula puede escribirse.

$$Q = [ L' - 0.1 N (H + Ha) ] (H + Ha)^{3/2}$$

d) Disipador de energía

Al elevarse el tirante del agua en un río y hacer que la corriente se derrame sobre el muro vertedor, el agua adquiere una energía de posición que se transforma en energía de velocidad o cinética, cuya magnitud depende de la altura de caída y consecuentemente de la altura de la cortina.

Los perjuicios que ocasiona el escurrimiento debido a una alta velocidad, son fundamentalmente los aspectos debido a la socavación y erosión del agua al pie de las estructuras, que obviamente ponen en peligro la estabilidad de la obra o la dañan parcialmente.

Si la caída es pequeña el golpe del agua, puede no afectar y las precauciones serán mínimas las que se tomen o si en el lecho del cauce existe material resistente el golpe del agua puede no afectar al muro del vertedor y probablemente serán mínimas las precauciones que se tome.

En la mayoría de las presas de derivación, es necesario diseñar un dispositivo con el objeto de disipar la energía de velocidad del escurrimiento en el vertedor, y entregar el flujo del agua al cauce natural del río con velocidades que no ocasionen deterioro a las estructuras que forman la derivación.

En general esos dispositivos se pueden agrupar en:

1. Colchones o tanques amortiguadores.

Consiste en un tanque al pie de la cortina con una profundidad “p” que viene siendo el espesor del colchón de agua para amortiguar el golpe del chorro.

El diseño se basa en el principio del salto hidráulico que establece la hidráulica.

Salto hidráulico

El salto hidráulico se verifica cuando se pasa en condiciones adecuadas, de un régimen rápido a un régimen lento con pérdida parcial de energía.

La ecuación que define a este fenómeno es:

$$Fm = \frac{QV}{g} + A \bar{Y} \quad \text{O bien;}$$

$$Fm = \frac{Q^2}{gA} \mp A \bar{Y} \quad \text{Ya que } V = \frac{Q}{A}$$

Siendo:

$Fm$  = fuerza específica resultante en el salto hidráulico, expresada como volumen de agua, en  $m^3$

$g$  = la aceleración de la gravedad, en  $m/s$

$A$  = área medida de la sección transversal, en  $m^2$

$V$  = velocidad media en,  $m/s$

$\bar{Y}$  = profundidad hasta el centroide de la sección transversal, respecto a la superficie libre del agua.

Al presentarse en el escurrimiento con régimen rápido sobre el vertedor y teniendo en el río una pendiente más o menos suave y menor que la crítica correspondiente, se tendrá al pie del vertedor un tirante  $d_1$ , cuyo conjugado  $d_2$  tratará de formarse rápidamente, si las condiciones físicas del escurrimiento lo propician.

Al producirse en tirante  $d_2$  la energía cinética se transforma; una parte en energía de presión y otra se pierde por el cambio súbdito de régimen y en los remolinos y turbulencias del salto hidráulico.

El objeto de diseñar el tanque, aguas abajo de la cortina es con el fin de tener las condiciones adecuadas, para que el cambio brusco de tirantes se verifique dentro de una longitud mínima del cauce que es la que se debe proteger debidamente.

No siempre se forma el salto hidráulico; la necesidad dependerá de las características de resistencia que tengan los materiales del cauce.

El valor de los tirantes conjugados  $d_1$  y  $d_2$  se pueden calcular de la siguiente manera:

Calculo del tirante  $d_1$ :

Se establece el teorema de Bernoulli entre la sección de control que se localiza sobre la cresta del vertedor y la sección al pie de cimacio, es decir:

$$Z + dc + hVc = d_1 + hV_1 + \sum hp$$

En donde:

$Z$  = Altura de la cortina, en m

$dc$  = Tirante crítico, en m

$hVc$  = Carga de velocidad crítica, en m

$d_1$  = Tirante conjugado menor, en m

$hV_1$  = Carga de velocidad al pie del cimacio, en m

$\sum hp$  = Perdidas de energía, en m.

Para sección rectangular, el tirante crítico ( $dc$ ) es:

$$\frac{Q^2}{g} \frac{A^3}{T} \frac{(B dc)^3}{B}$$

Luego:

$$dc = \frac{\sqrt{Q^2}}{gB^2}$$

Donde la igualdad  $\frac{Q^2 A^3}{g T}$  define un régimen crítico.

Siendo:

Q = Gasto, en m<sup>3</sup>/seg.

g = 9.81 m/s<sup>2</sup>

A = Área hidráulica de la sección, en m<sup>2</sup>

T = Ancho de la superficie libre del agua, en m

B = longitud del vertedor, en m.

Las pérdidas de energía ( $\Sigma h_p$ ), son por lo general despreciables debido a su magnitud, tomando en cuenta la forma del cimacio y que el tirante d1 se está calculando inmediatamente al pie del vertedor; así que el teorema de Bernoulli queda:

$$Z + dc + hVc = d1 + hVc$$

Para conocer el tirante d1 se verificará la igualdad del primer miembro mediante supuestos valores de d1. Cuando la suma del primer miembro sea igual a la suma del segundo miembro, el valor de d1 es aceptado y se procederá al cálculo del d2.

Calculo del tirante conjugado mayor d2.

Hay varios procedimientos pero únicamente se presentará la fórmula para secciones rectangulares:

$$d1 = \frac{d2}{2} \pm \sqrt{\frac{d1^2}{4} + \frac{2^2 v1 d1}{g}}$$

En donde:

d1 = Tirante conjugado menor del salto hidráulico, en m

d2 = Tirante conjugado mayor del salto hidráulico, en m

V1 = Velocidad del pie del cimacio, en m/seg.

g = aceleración de la gravedad, en m/seg.

Elevación del piso del tanque amortiguador

La altura del colchón “p” valdrá:

$$P = d2 - dn$$

Donde:

dn = Tirante normal

Para contar con un margen de seguridad a fin de asegurar el amortiguador, se considera, un 15% más el valor calculado para el conjugado d2, o sea:

$$P = 1.5 d2 - dn$$

Cuando no se tenga el dato del tirante normal en el rio se puede considerar de manera conservadora, el valor dn el correspondiente al tirante critico dc de la sección de control.

Longitud del tanque amortiguador

Una de las relaciones empleadas con bastante frecuencia y que ha dado resultado satisfactorios en los diseños comunes y corrientes es la propuesta por Linquist.

$$L = 4 (d2 - d1)$$

O también:

$$L = 5 (d2 - d1)$$

Generalmente se usa esta última relación. Safranez propone:

$$L = \frac{6 d2 V1}{g d1}$$

También se emplea con frecuencia, las relaciones que ha obtenido el Bureau of reclamation de los estados unidos.

## 2.2.2 OBRA DE TOMA

Velasco (1975), la define como: el orificio que permite el acceso del agua del río al canal de riego.

### a) Localización

Va alojada en el muro que sirve de división entre el desarenador y las laderas del cauce. El muro evita los derrumbes de la ladera y el paso del agua de las crecientes al canal y zona de riego en la zona de derivación. El paso del agua a través del conducto de la obra toma, se controla casi siempre mediante compuertas deslizantes que se operan con mecanismos elevadores desde la corona de dicho muro.

La obra de toma, se localiza en el margen que corresponde a la zona de riego; o en ambos márgenes si existieran terrenos de cultivo.

### b) Consideraciones para el diseño

El cálculo hidráulico de la toma comprende.

- Dimensiones del orificio y conducto.

Generalmente el conducto de la obra de toma, atraviesa únicamente el muro donde se aloja las compuertas y por ello, desde el punto de vista hidráulico, este cálculo se reduce a considerar un orificio con tubo corto sumergido.

Conviene que el orificio trabaje ahogado y es recomendable que como mínimo se tenga un ahogamiento de 10 cm; en esas condiciones la fórmula que liga la carga, el gasto y área en un orificio es:

$$Q = CA \sqrt{2gh}$$

Siendo:

Q = Gasto de derivación o gasto normal en la toma, en m<sup>3</sup>/seg.

$g$  = aceleración de la gravedad,  $9.81 \text{ m/s}^2$

$C$  = coeficiente de descarga para el orificio correspondiente.

$h$  = carga del orificio, en  $m$

$A$  = área del orificio, en  $m^2$

En la tabla (2.1) se tiene varios valores de este coeficiente ( $C$ ) para varios tipos de orificio.

Una forma de determinar la dimensión de la compuerta es:

$$A = \frac{Q}{C \sqrt{2hg}}$$

De acuerdo con este valor se podrá saber si conviene más de una compuerta y además seleccionar sus dimensiones comerciales.

### 2.2.3 ESTRUCTURA DE LIMPIA (DESARENADOR)

#### a) Consideraciones para el diseño

En el proyecto de un canal desarenador, en primer lugar se debe propiciar un fácil acceso de agua hacia él, por otra parte su descarga debe ser libre, es decir, sin posibilidades de ahogamiento.

#### - Geometría e hidráulica del desarenador

La determinación de las características geométricas del desarenador, se basan en las condiciones de su funcionamiento, para determinar dichas características consideremos fundamentalmente dos formas de operar el canal desarenador que son las siguientes:

#### 1.- Condición. Canal desarenador cerrado y obra de toma abierta

## 2.- Condición. Canal desarenador abierto y bocatoma cerrada

### 1.- Condición de funcionamiento.

Para esta primera condición, el tramo del desarenador frente a las compuertas de la boca toma, funciona con velocidades bajas del agua para dar oportunidad a que los acarreos se depositen en este sitio.

La sección del canal adquiere la forma rectangular, porque se aprovechan las paredes de los muros laterales y porque dicha sección facilita instalar los controles de apertura y cierre.

La elevación de la plantilla del canal, frente a la toma es inferior a la del umbral de las compuertas de la misma, con el propósito de contar con un espacio para el depósito de los sedimentos, evitando así, su paso al canal de riego.

Este espacio es variable y se puede dejar tan alto, como sea posible y conveniente, pero desde luego, dependerá del tamaño y cantidad de los acarreos que se tenga en el río en cuestión y en general se recomienda de acuerdo con la experiencia, que como mínimo sea de 80 cm.

De acuerdo con lo anterior el diseño del canal desarenador se reduce a determinar su ancho basándose en la ecuación de continuidad se tendrá:

$$Q = A X V$$

De donde:

$$A = \frac{Q}{V}$$

Y por otro lado  $A = b \times d$

Luego:

$$b = \frac{A}{d}$$

Siendo:

Q = Gasto (mínimo) normal considerado, en m<sup>3</sup>/seg

A = Sección hidráulica del canal, en m<sup>2</sup>

V = Velocidad para propiciar la sedimentación, en m/seg.

2.- Condición de funcionamiento. Obra de toma cerrada y desarenador abierto.

a) Se cuenta inicialmente con el gasto normal de derivación

Será el mismo que el gasto de la obra de toma.

b) se tiene un gasto mayor que el normal de derivación y puede ser igual al tirante del orificio del desarenador.

En ambos casos, al análisis se reduce a calcular la pendiente adecuada y en verificar las velocidades del escurrimiento, para lo cual se deberá contar con los siguientes datos:

Q = Gasto normal de derivación, en m<sup>3</sup>/s

b = ancho de la planilla, en m

V = velocidad adoptada para producir arrastre, en m/s

Para el primer caso (a) se tiene:

$$Q = V \times A$$

Y para la sección rectangular  $A = b \times d$

Luego:  $Q = V \times b \times d$

De donde:  $d = \frac{Q}{V \times b}$

Y también:  $r = \frac{A}{P} = \frac{b \times d}{b + 2d}$

Aplicando la fórmula de Manning, para el cálculo de la pendiente, se tiene:

$$V = \frac{S^{\frac{1}{2}} r^{\frac{2}{3}}}{n}$$

Donde:

$$S = \left[ \frac{vn}{r^{\frac{2}{3}}} \right]^2$$

Para el segundo caso (b) tenemos:

$A = b \times d$ , Siendo “d” la altura del orificio en el canal desarenador.

$$r = \frac{A}{P} = \frac{b \times d}{b + 2d}$$

Y la velocidad valdrá:

$$V = \frac{1 S^{1/2}}{n} r^{\frac{2}{3}}$$

La pendiente calculada en el caso anterior será la correcta, cuando esta velocidad quede entre los valores de las velocidades que se adopten como máxima y mínima del flujo en el desarenador.

Las velocidades recomendadas para no producir erosión, pero que son capaces de arrastrar los materiales depositados de acuerdo con la experiencia de las obras construidas, se han adoptado los valores límites de 2.5 m/seg a 4 m/seg según investigadores.

## 2.3 ESTUDIO DE AVENIDAS

### 2.3.1 Método para calcular el gasto de la avenida máxima

#### Escorrimiento superficial

La estimación de indicadores superficial en condiciones naturales es demasiado compleja, debido a que intervienen diversos factores como son: dos tipos de suelos y rocas, relieve, pendientes, vegetación, área de captación o cuenca, longitud del cauce principal, precipitación-tiempo, condiciones y dimensiones del cauce, que por tratarse de condiciones naturales estos factores presentan variaciones a lo largo de este, entre otras variabilidades.

Es por ello que para el cálculo de los diversos indicadores, se debe hacer una planeación del escurrimiento por analizar y determinarlos en algunos de los casos, agrupando secciones que reúnan un cierto comportamiento en común.

En este documento presentaremos conocimientos básicos, para el cálculo de caudales y las variables más importantes que afectan los escurrimientos superficiales como el coeficiente de escurrimiento, el tiempo de concentración y la intensidad promedio de la lluvia.

#### Determinación de caudales

Para determinar el gasto o caudal que llega al punto “a”, bajo la lluvia máxima que se presenta con una frecuencia dada, apreciaremos lo siguiente:

Durante los primeros minutos de la lluvia, la intensidad de esta es muy alta, pero como el tiempo es corto, no se ha alcanzado a drenar toda la cuenca, por lo que el gasto que pasa por el punto “a” no es muy grande.

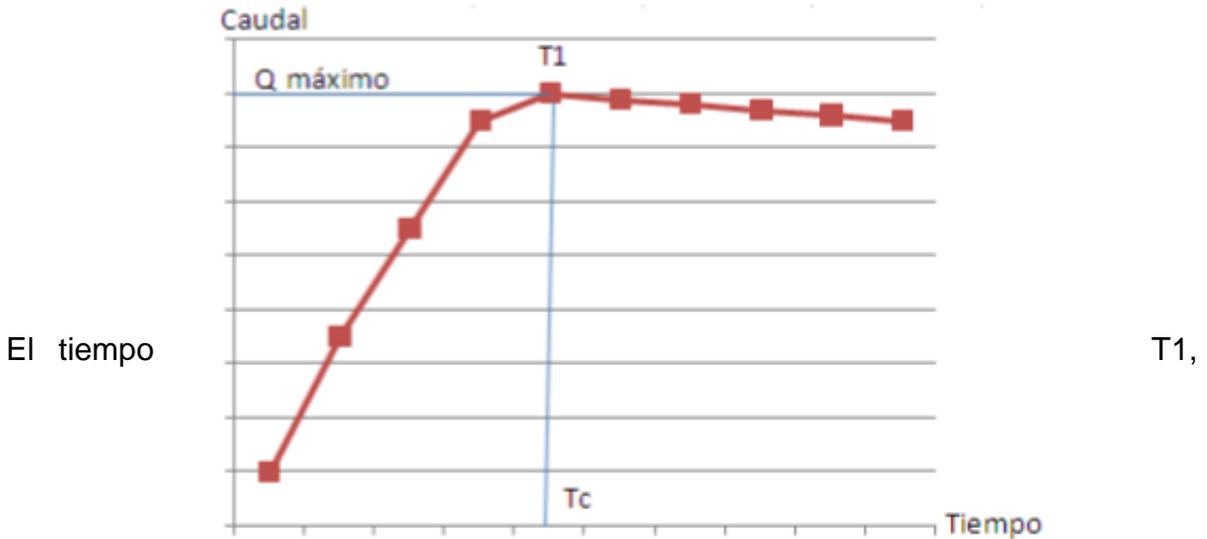
A medida que transcurre el tiempo, la cuenca comienza aportar más agua por efecto de que es mayor el área que se drena, pero por otro lado la intensidad de la lluvia va disminuyendo poco a poco.



a) Método racional

Tiempo de concentración ( $T_c$ )

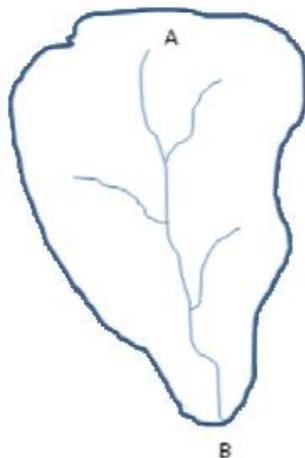
Si graficamos el gasto que pasa por el punto "a" en función del tiempo de duración de la lluvia, obtendremos una figura de la siguiente naturaleza:



correspondiente al gasto máximo y es el tiempo mínimo en el cual se drena toda la cuenca. Valor que coincide con el tiempo de concentración  $T_c$ .

Por lo tanto, el tiempo de concentración de la lluvia ( $T_c$ ) es el valor que se emplea como ( $t$ ) en la ecuación 2, para la obtención de la intensidad promedio para la lluvia de máxima intensidad.

Este parámetro se refiere al tiempo que tarda el agua en su recorrido entre dos puntos determinados, los cuales son: al extremo superior de la cuenca y el punto donde se mide el gasto pluvial. Si consideramos la cuenca que muestra la siguiente figura:



El tiempo de concentración se refiere al lapso que transcurre el agua de lluvia, transite desde el punto A al punto B.

Para el caso de escurrimiento superficial, se obtiene mediante la fórmula de Kirpich.

$$Tc = 0.0662 \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}}$$

Donde:

Tc: el tiempo de concentración del escurrimiento, en hrs.

L = longitud de la cuenca en su cauce principal, en m.

S = pendiente promedio de la cuenca, a lo largo de su cauce principal, en valor absoluto.

Con el tiempo de concentración en horas o transformando a minutos, según se requiera, se entra verticalmente en las curvas de intensidad-duración-periodo de retorno, obtenidas con los datos de las isoyetas de precipitación, hasta la curva correspondiente al periodo de retorno establecido y se determina horizontalmente la intensidad de lluvia en milímetros por hora.

El gasto máximo correspondiente a un periodo de retorno, se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Q = 0.278 CIA$$

Donde:

Q = gasto máximo para el periodo de retorno establecido, en m<sup>3</sup>/s

C = coeficiente de escurrimiento de la cuenca en estudio, adimensional.

I = intensidad de la lluvia para una duración de tormenta igual al tiempo de concentración t, para el periodo de retorno establecido, en mm/h.

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

### Coeficiente de escurrimiento (**c**)

Es el coeficiente que permite inferir, mediante el método racional, la infiltración del agua de suelo y la relación entre el agua que escurre y la que se precipita, factores que determinan el escurrimiento en el cauce principal debido a la precipitación sobre la cuenca. Este coeficiente está determinado por las condiciones de la superficie de la cuenca, dadas por la geología, el tipo y el uso de suelo, el tipo y densidad de vegetación, y la existencia de cuerpos de agua, naturales o contruidos por el hombre.

### Coeficientes de escurrimiento (**C**) para el Método Racional

Tipo de superficie por drenar	Pendiente (%)	Coeficiente de escurrimiento (C)	
		Mínimo	Máximo
A) Praderas:			
1. Suelo arenoso plano	< 2	0,05	0,10
2. Suelo arenoso medio	2 a 7	0,10	0,15
3. Suelo arenoso empinado	> 7	0,15	0,20
4. Suelo arcilloso plano	< 2	0,13	0,17
5. Suelo arcilloso medio	2 a 7	0,18	0,22
6. Suelo arcilloso empinado	> 7	0,25	0,35
B) Zonas pavimentadas:			
1. Pavimento asfáltico	---	0,70	0,95
2. Pavimento de concreto hidráulico	---	0,80	0,95
3. Pavimento adoquinado	---	0,70	0,85
4. Estacionamientos	---	0,75	0,85
5. Patios de ferrocarril	---	0,20	0,40
C) Zonas residenciales:			
1. Unifamiliares	---	0,30	0,50
2. Multifamiliares, espaciados	---	0,40	0,60
3. Multifamiliares, juntos	---	0,60	0,75
4. Suburbanas	---	0,25	0,40
5. Casas habitación	---	0,50	0,70
D) Zonas comerciales:			
1. Zona comercial (áreas céntricas)	---	0,70	0,95
2. Áreas vecinas	---	0,50	0,70
E) Zonas industriales:			
1. Construcciones espaciadas	---	0,50	0,80
2. Construcciones juntas	---	0,60	0,90
F) Campos cultivados	---	0,20	0,40
G) Zonas forestadas	---	0,10	0,30
H) Parques y cementerios	---	0,10	0,25
I) Áreas de recreo y campos de juego	---	0,20	0,35
J) Azoteas y techados	---	0,75	0,95

b) Método de las huellas máximas

Este método se utiliza para estimar el gasto máximo que se presentó durante una avenida reciente, en un río donde no se cuenta con ningún otro tipo de aforo. Para su aplicación se requiere solamente contar con topografía de un tramo del cauce y las marcas del nivel máximo del agua durante el paso de la avenida (figura 5.).



Figura 5. Elementos de una sección transversal.

Según la fórmula de Manning, la velocidad es:

$$v = \frac{1}{n} R^{2/3} s^{1/2}$$

Donde:

R = Radio hidráulico, en m.

S = pendiente de la línea de energía específica.

n = coeficiente de rugosidad de Manning

Radio hidráulico. Es la relación que existe entre el área hidráulica de la sección y el perímetro de mojado.

$$R = \frac{A}{P}$$

Donde:

R = radio hidráulico en m.

A = área de la sección en m<sup>2</sup>

P = perímetro mojado en m.

De la ecuación de continuidad se tiene que:

$$Q = V \times A$$

Donde:

Q = gasto de la avenida máxima, en m<sup>3</sup>/s

A = Área hidráulica, m<sup>2</sup>

V = Velocidad, m/s

Utilizando las ecuaciones anteriores, se puede escribir:

$$Q = \frac{A}{n} R^{\frac{2}{3}} S f^{\frac{1}{2}}$$

## Valores del coeficiente de rugosidad (n), de Manning para cauces naturales

TIPO DE CANAL	MÍNIMO	MEDIO	MÁXIMO
<b>CURSOS MENORES (ANCHO SUPERFICIAL &lt; 30 M)</b>			
<b>A) DE LLANURAS O PLANICIES (BAJA PENDIENTE)</b>			
LIMPIOS, RECTOS, A CAPACIDAD PLENA SIN VADOS O CHARCAS PROFUNDAS	0.025	0.03	0.033
IDEM, CON MÁS PIEDRAS Y MALEZAS	0.033	0.035	0.04
LIMPIO, CON CURVAS, ALGUNAS POZAS Y BANCOS DE ARENA	0.035	0.04	0.045
IDEM, CON ALGO DE MALEZA Y PIEDRAS	0.04	0.045	0.05
IDEM, A NIVELES BAJOS Y SECCIONES Y PENDIENTES IRREGULARES	0.045	0.048	0.055
IDEM ANTERIOR PERO MÁS PEDREGOSA	0.05	0.05	0.06
TRAMOS DESCUIDADOS CON MALEZA, POZAS PROFUNDAS	0.075	0.07	0.08
TRAMOS CON MUCHA MALEZA, POZAS PROFUNDAS O CAUCES DE CRECIDA CON ÁRBOLES Y ARBUSTOS		0.10	0.15
<b>B) DE MONTAÑA (ALTA PENDIENTE), SIN VEGETACIÓN EN EL CANAL, RIBERAS USUALMENTE EMPINADAS, ÁRBOLES Y ARBUSTOS SUMERGIDOS A LO LARGO DE LAS RIBERAS</b>			
FONDO: GRAVA, RIPIO Y POCOS BOLONES	0.03	0.04	0.05
FONDO: RIPIO Y GRANDES BOLONES	0.04	0.05	0.07
<b>PLANICIES DE INUNDACIÓN</b>			
<b>A) PASTIZALES, SIN MATORRALES</b>			
PASTO PEQUEÑO	0.025	0.03	0.035
PASTO ALTO	0.03	0.035	0.05
<b>B) ÁREAS CULTIVADAS</b>			
SIN COSECHAS	0.02	0.03	0.04
CULTIVOS CRECIDOS, PLANTACIÓN EN SURCOS	0.025	0.035	0.045
CULTIVOS CRECIDOS, PLANTACIÓN A CAMPO TRAVIESA	0.03	0.04	0.05
<b>C) MATORRALES</b>			
MATORRALES DISPERSOS, GRANDES MALEZAS	0.035	0.05	0.07
POCOS MATORRALES Y ÁRBOLES, EN INVIERNO	0.035	0.05	0.06
POCOS MATORRALES Y ÁRBOLES, EN VERANO	0.04	0.06	0.08
MEDIANA A GRAN CANTIDAD DE MATORRALES, EN INVIERNO	0.045	0.07	0.11
MEDIANA A GRAN CANTIDAD DE MATORRALES, EN VERANO	0.07	0.10	0.16
<b>D) ÁRBOLES</b>			
SAUCES DENSOS, EN VERANO, RECTOS	0.11	0.15	0.20
TIERRA DESPEJADA CON POSTES O TRONCOS DE ÁRBOLES, SIN BROTES	0.03	0.04	0.05
IDEM, CON GRAN CANTIDAD DE BROTES O RAMAS	0.05	0.06	0.08
TRONCOS O POSTES, POCOS ÁRBOLES CAÍDOS, PEQUEÑOS CULTIVOS, NIVEL DE CRECIDA BAJO LAS RAMAS	0.08	0.1	0.12
IDEM, PERO EL NIVEL DE CRECIDA ALCANZA LAS RAMAS	0.10	0.12	0.16
<b>CURSOS MAYORES (ANCHO SUPERFICIAL &gt;30 M). EL VALOR DE N ES MENOR QUE PARA EL CASO DE CORRIENTES MENORES SIMILARES, YA QUE LAS RIBERAS OFRECEN MENOS RESISTENCIA EFECTIVA</b>			
<b>A) SECCIÓN REGULAR SIN ROCAS O MATORRALES</b>	0.025		0.06
<b>B) SECCIONES IRREGULARES Y RUGOSAS</b>	0.035		0.10

### c) Envoltentes de Creager

La idea fundamental de este método es relacionar el gasto máximo (Q) con el área de la cuenca (Ac).

La fórmula de Creager para la "Envoltente Mundial" de escurrimientos, es la siguiente:

$$Q = C \left[ \frac{A}{2.59} \right]^{0.936A^{-0.048}}$$

Donde:

Q = gasto de la avenida máxima, en m<sup>3</sup>/s.

C = la SARH tiene evaluado c para cada una de las 37 regiones hidrológicas del país.

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

Los valores de C para las diferentes regiones hidrológicas de nuestro país se reportan en el cuadro siguiente.

No.	REGIONES HIDROLÓGICAS	VALORES DE "C"		CORRIENTES PRINCIPALES	ESTADOS COMPRENDIDOS
		CREAGER	LOWRY		
15	SISTEMA GRIJALVA USUMACINTA	50	1060	<u>Ríos:</u> Cintal, Soyatengo, Grijalva, Usumacinta.	
16	PENÍNSULA DE YUCATÁN	3.7	109	Chumpan, San Pedro, Candelaria, Champotón, Hondo.	Yucatán, Campeche, Tabasco y Quintana Roo.
17	CUENCAS CERRADAS DEL NORTE (ZONA NORTE)	4	154	Bravo, Casas Grandes, Sta. María, El Carmen.	Chihuahua, Texas (USA), New México (USA).
18	BOLSON DE MAPIMÍ			No se tiene datos por no existir corrientes superficiales de importancia.	
19	CUENCAS CERRADAS DEL NORTE (ZONA SUR)	26	862	Nazas, Aguanaval.	Durango, Zacatecas y Coahuila.
20	EL SALADO	45	1123	Alaquines, San Luis Potosí.	San Luis Potosí, Nuevo León, Zacatecas, Tamaulipas.
21	DURANGO	8.4	213	Ríos: San Pedro, Cuatimapé. Afluentes: La Saucedá, El Tunal, Coapanco, Santiago, Poanas, Suchil.	Durango y Zacatecas.
22	CUENCAS DE CUITZEO Y PÁTZCUARO.	6.8	1146	Río Queréndaro.	Michoacán.
23	VALLE DE MÉXICO	19	593	Sordo, Cuautitlán, Tlalnepantla, Churubusco, de la Magdalena.	México, Distrito Federal.
24	CUENCA DEL RÍO METZTITLÁN	37	876	Río Metztlán.	Hidalgo.
25	VALLE DEL ORIENTAL, LIBRES Y EL SECO			No se tiene datos por no existir corrientes superficiales de importancia.	

## 2.4 FUERZAS QUE OBRAN SOBRE UNA PRESA

### 2.4.1 Generalidades

Para el proyecto de las presa de gravedad, es necesario determinar las fuerzas que se pueden suponer que afectan las estabilidad de la estructura. Las fuerzas que se deben considerar para las presas de gravedad dentro del campo son las debidas a 1) las presión del agua, tanto externa como interna (o subpresión), 2) la presión del azolve, 3) la presión del hielo, 4) las fuerzas producidas por los terremotos, 5) el peso de la estructura y 6) la reacción resultante de la cimentación. Al proyectar la corona de la sección vertedora, se debe considerar la posibilidad de presiones inferiores a la atmosférica que se desarrollan entre la lámina de agua y el concreto.

Otras fuerzas, entre las que se incluyen los vientos y las olas, son insignificantes para las presas pequeñas y no es necesario considerarlas en los análisis de estabilidad.

Además de las condiciones normales de carga, puede ser necesario aplicar las cargas del hielo, del azolve y las producidas por los terremotos. Sin embargo, no es probable que todas estas cargas adicionales ocurran al mismo tiempo. La decisión

de si se consideran estas cargas adicionales y en que combinaciones, debe darla un ingeniero experimentado en el proyecto de presas.

### Presión hidráulica

a) Externa. La presión externa del agua que actúa sobre una presa que no es vertedora, se ilustra en la figura (A), en el paramento de aguas arriba, por ejemplo, la fuerza horizontal es  $V$  y la fuerza vertical es  $W_w$ . se acepta generalmente para peso del agua  $62.5 \text{ lb/pie}^3$ .

Sobre las presas vertedoras sin dispositivos de control, la presión horizontal total sobre el paramento de aguas arriba, se representa por el trapecoide ( $abcd$ ) en la figura (B).

La línea de acción de la fuerza pasa por el centro de gravedad del trapecoide. La componente vertical del agua que se vierte por la cresta del vertedor no se usa en el análisis de porque el agua se aproxima con la velocidad del chorro, que reduce mucho la presión vertical sobre la presa. De la misma manera, debido a su elevada velocidad, la corriente del agua en el paramento de aguas abajo no ejerce presión suficiente sobre la presa para que se le tome en cuenta. Cuando existe presión del agua de descarga o presión hacia atrás sobre el paramento de aguas abajo, se trata de la misma manera que la presión del agua externa.

b) presión interna o subpresión. Las fuerzas de subpresión se presentan como presiones internas en los poros, grietas y hendiduras tanto de la presa como de su cimiento. Es evidente que estos espacios en la presa o en la cimentación estarán lleno de agua, la cual ejerce presiones en todas las direcciones. Esta presión puede tener efecto importante en la estabilidad de la presa y debe incluirse en el análisis.

### Presión de sedimentos

En muchos pantanos se depositan, finamente diluidos, sedimentos o arcillas en estratos principalmente horizontales, apoyados sobre el paramento de la presa. Estos depósitos se producen por corrientes de agua turbia a lo largo del fondo de los depósitos y deben distinguirse de los deltas de sedimentos y arenas que se forman en el extremo superior de los embalses. La presión total que puede desarrollarse por esta causa y la situación de la resultante son totalmente indeterminadas.

Presión producida por el hielo.

La presión del hielo se origina por la dilatación térmica de la lámina de hielo y por el arrastre del viento. Es difícil determinar los valores que se deben asignar a la carga del hielo en el proyecto de una presa de concreto. Los datos relativos a las características físicas del hielo como su resistencia al aplastamiento, su módulo de elasticidad y los efectos del flujo plástico son inadecuados y aproximados. Además, el esfuerzo ejercido por el hielo al dilatarse depende del espesor de la lámina, la rapidez de la elevación de la temperatura del hielo, de las fluctuaciones del nivel del agua, del carácter de las playas del vaso, del talud del paramento de aguas arriba de la presa, del arrastre del viento y de otros factores.

## Terremotos

### a) Generalidades

Los terremotos comunican aceleraciones a las presas que pueden aumentar las presiones del agua y del limo sobre ellas y los esfuerzos dentro de las mismas presas. Debe dejarse algún margen para las cargas producidas por los terremotos en el proyecto de las presas de concreto del tipo gravedad que se van a construir en las zonas sísmicas. Además de aumento de las cargas de agua y de los azolves (si se aplica), el efecto de los terremotos sobre la carga muerta sobre la estructura se debe tomar en cuenta.

Se debe aplicar las cargas tanto verticales como horizontales producidas por los temblores en la dirección en que la estructura quede menos estable. Para la condición de vaso lleno esta será un choque sobre la cimentación en la dirección de aguas arriba y un choque de la cimentación hacia abajo. El primero aumenta la carga hidráulica y produce un momento de vuelco debido a la inercia del concreto. El segundo, en efecto, produce una disminución de peso del concreto y del agua arriba del paramento inclinado, reduciendo de esta manera la estabilidad de la estructura.

### Peso de la estructura

El peso de la estructura incluye el peso del concreto más el de los accesorios, como compuertas y puentes. Sin embargo, en la mayor parte de las presas bajas solamente la carga muerta debida al peso del concreto es la que se usa en el análisis. El peso unitario del concreto ciclópeo se toma ordinariamente el peso de mampostería. El peso total actúa verticalmente en el centro de gravedad de la sección transversal.

## 2.4.2 Factores de estabilidad

Las presas de concreto de gravedad deben proyectarse para que resistan, con un amplio factor de seguridad, estas tres causas de destrucción: 1) el vuelco, 2) el deslizamiento y 3) esfuerzos excesivos.

### 1) El vuelco.

Existe una tendencia en las presas de gravedad a volcarse girando alrededor del talón de aguas abajo en la cimentación, o alrededor de la arista de aguas debajo de cada sección horizontal. Si el esfuerzo vertical en la arista de aguas arriba que se calcule en cualquier sección horizontal, sin la subpresión, excede a la subpresión en ese punto, se considera que la presa es segura contra el vuelco con un amplio factor de seguridad. Si la subpresión en el paramento de aguas arriba excede al esfuerzo vertical en cualquier sección horizontal, calculada sin subpresión, las fuerzas de subpresión a lo largo de la grieta horizontal supuesta aumenta mucho la tendencia en la presa a volcarse con relación al paramento de aguas abajo.

### 2) Deslizamiento

La fuerza horizontal tiende a desalojar la presa en una dirección horizontal. Esta tendencia la contrarrestan las resistencias producidas por la fricción y por la resistencia al corte del concreto o de la cimentación.

El factor de fricción de corte, un sistema que normalmente se emplea en las presas altas, no se recomienda usarse en el proyecto de las presas que quedan dentro del campo de este texto, aunque se reconoce que el proyecto económico de las presas de concreto sobre una buena roca sufriría con esto. Las características cohesivas del concreto o de la roca, que afectan mucho al factor de fricción de corte, deben determinarse por medio de pruebas especiales de laboratorio o estimarse por algún ingeniero que haya tenido mucha experiencia en este campo específico. Para estructuras pequeñas, en las que no resulta económico ejecutar estas pruebas u obtener los servicios de un experto, el método usual de comprobar la estructura contra el desalojamiento horizontal es por la determinación de un factor de deslizamiento.

El factor de deslizamiento permisible es el coeficiente de fricción estática entre dos superficies de deslizamiento, reducido por un factor de seguridad conveniente. Si  $f$  representa el factor de deslizamiento permitido, una presa se considera segura contra el deslizamiento cuando la fuerza horizontal resultante arriba de la base de la

sección entre la fuerza vertical resultante arriba de la base de la sección menos la fuerza total de subpresión sobre una sección horizontal es igual o menor que  $f$ .

## 2.5 CANAL DE CONDUCCIÓN

### 2.5.1 Sección óptima

Garza vara (1991), cita que en el diseño de canales revestidos es utilizada la ecuación de Manning por ser la más empleada en nuestro medio, los factores primarios que se debe tomar en cuenta en el cálculo de la sección óptima del canal son: el gasto que habrá de conducir, la pendiente que va a tener de acuerdo a las condiciones topográficas del lugar y el coeficiente de "n" de Kutter aplicado a la ecuación de Manning, de acuerdo al material con que debe construirse.

Tomando en cuenta los factores anteriores la sección óptima se tendrá cuando se encuentre la manera de conducir un mayor caudal, sin necesidad de cambiar ninguno de los factores primarios y si estos permanecen constantes el único que puede cambiar el caudal es el radio hidráulico, o planteado de otra forma, el caudal máximo se obtendrá con el radio hidráulico máximo.

Señala que todas las secciones geométricas de existen, la circular es la que tiene el mínimo perímetro mojado, dada un área constante. Sin embargo la sección trapecial es la sección más simple y práctica que más se asemeja a la semicircular y es la más utilizada en los canales por su facilidad constructiva.

### 2.5.2 Definición

Herrera (1957), define al canal de conducción como un cause artificial que sirve para conducir el agua por gravedad y su forma puede ser: de sección rectangular, trapecial y circular, ovoide o de herradura para canales en túneles.

Arteaga Tovar R.E. (1993), los canales son conductores de gran desarrollo, abiertos o cerrados en los cuales circula el agua bajo la acción de la gravedad y sin ninguna presión, puesto que la superficie libre de líquido está en contacto con la atmosfera.

### 2.5.3 Clasificación

Arteaga T. (1993), clasifica a los canales de la siguiente manera.

a) Por su ubicación.

Son elevados, superficiales (excavados o en terraplén) y subterráneos.

b) Por la geometría de su sección.

En rectangulares, trapeciales, circulares, en herradura etc.

c) Por su finalidad práctica.

En canales de fuerza cuando sirve para generar energía hidroeléctrica. Canales de navegación cuando sirve para transportar mercancías. Canales de riego cuando sirve para conducir el agua de una fuente de abastecimiento, (presa, pozo, etc.) hasta las parcelas de cultivo.

Canales de drenaje, cuando conducen aguas sobrantes de riego (drenaje agrícola), pluviales o aguas negras de asentamientos humanos.

Canales de abastecimiento, cuando conducen agua potable a poblados.

d) Por la condición interior de su sección.

En revestidos y sin revestimiento.

c) Por su funcionamiento hidráulico.

Sin considerar el tiempo, de acuerdo con el espacio se clasifican en canales de régimen uniforme y de régimen variado.

Canales de régimen uniforme.

- Esguerrimiento tranquilo o subcrítico.
- Esguerrimiento crítico.

- Esguerrimiento rápido o supercrítico.

Canales de régimen variado no uniforme.

- Esguerrimiento gradualmente variado que puede ser acelerado o retardado.
- Esguerrimiento bruscamente variado (salto hidráulico).

#### 2.5.4 Partes

Camargo y Salazar (1980), mencionado por Arteaga T. (1993), las partes de un canal son: cauce, estructuras y corriente líquida.

El cauce es la vía por donde circula la corriente líquida en el que se pueda distinguir dos elementos: el trazo y la sección. El trazo se refiere a la localización de su eje, tanto en planta como en perfil, y la sección se refiere a la conformación geométrica que resulta de cortar el cauce con un plano vertical.

Las estructuras son elementos necesarios para que el cauce pueda cruzar obstáculos, ser operado, controlado y protegido etc. Sin modificar las condiciones originales.

## 2.6 SISTEMAS DE ENTARQUINAMIENTO

### 2.6.1 Antecedentes

En las zonas áridas y semiáridas la escasa y mala distribución de la lluvia genera fuertes limitantes para la producción de cultivos, es frecuente la pérdida de grandes superficies de cultivo por efecto de la sequía. Aunado a esto, las lluvias en estas zonas son de carácter torrencial, lo que ocasiona que sólo se aproveche una mínima parte de la lluvia y el resto se pierda como esguerrimiento superficial.

En estas zonas los productores han generado con cierto éxito, diversas estrategias que permiten enfrentar las restricciones naturales que presentan estos ambientes subsistir y obtener satisfactorios. Dentro de éstas se encuentran las prácticas para la captación in situ del agua de lluvia y el aprovechamiento o manejo de los escurrimientos superficiales, con las cuales los productores disminuyen el problema de escasez de agua, ya que ambas permiten incorporar volúmenes adicionales de agua para un mejor desarrollo del cultivo.

Estos sistemas de aprovechamiento de escurrimientos llevan inmersos algunos de los elementos del enfoque de agricultura sostenible, que son: 1) la conservación del recurso suelo; 2) mayor eficiencia en el uso del agua; 3) la diversificación en los productos que se extraen del sistema agropecuario; y 4) un mantenimiento natural de la fertilidad del suelo.

### 2.5.2 Tipos de sistemas

Estos sistemas pueden dividirse por conveniencia, en sistemas de flujo continuo y sistemas de entarquinamiento. Los sistemas de flujo se caracterizan por manejar el escurrimiento entre zanjas y bordos con drenaje libre del área de riego. A diferencia de los sistemas de entarquinamiento que retienen el agua aplicada en el área de riego hasta que esta se infiltra, se almacena el escurrimiento entre bordos y únicamente empieza a descargar hasta que se ha aplicado la lámina deseada, se recomienda cuando las avenidas son grandes y pueden ser controladas. Estos dos sistemas se dividen en cinco subtipos:

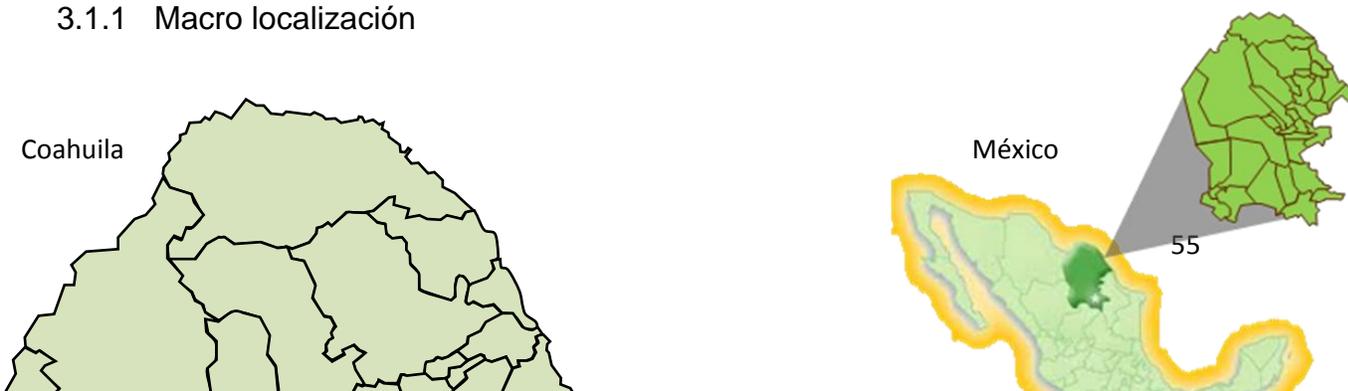
*Cuadro 1. Sistemas de manejo de escurrimientos*

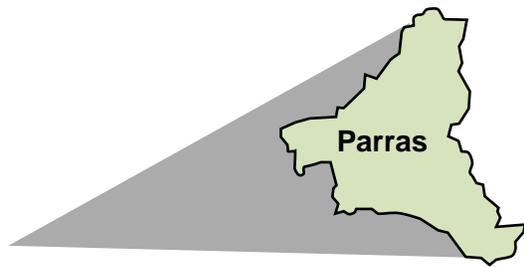
<i>Tipo</i>	<i>Límite máximo de pendiente (%)</i>	<i>Gasto máximo (m<sup>3</sup>/s)</i>
<b>Flujo</b>		
<i>Bordos dispersores</i>	5	0.3
<i>Bordos conductores</i>	1.2	0.3
<i>Bordos con salidas continuas</i>	1.2	
<b>Entarquinamiento</b>		
<i>Control manual</i>	2	
<i>Control automático</i>	2	

## III. MATERIALES Y METODOS

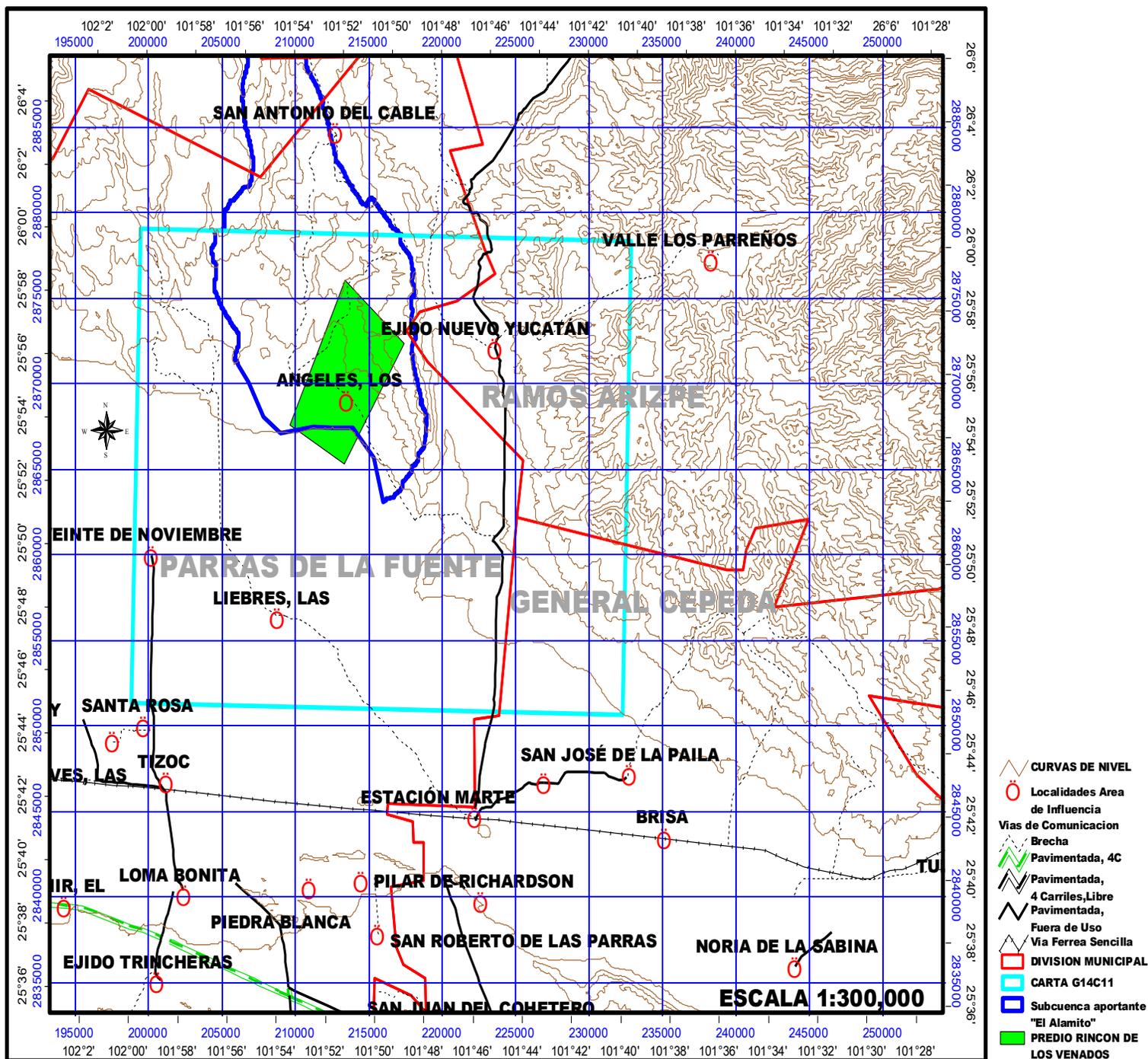
### 3.1 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN ESPECÍFICA DEL PROYECTO

#### 3.1.1 Macro localización





Localización del área de estudio (Rincón de los Venados).



### 3.1.2 Micro localización



Geográficamente el predio en cuestión se encuentra entre los  $101^{\circ} 53' 54''$  y  $101^{\circ} 49' 18''$  de longitud oeste y entre los  $27^{\circ} 53' 53''$  y  $27^{\circ} 58' 34''$  de latitud norte. Se localiza aproximadamente a 36 kilómetros con rumbo norte con camino de terracería a partir de la localidad conocida como "Estación Marte".

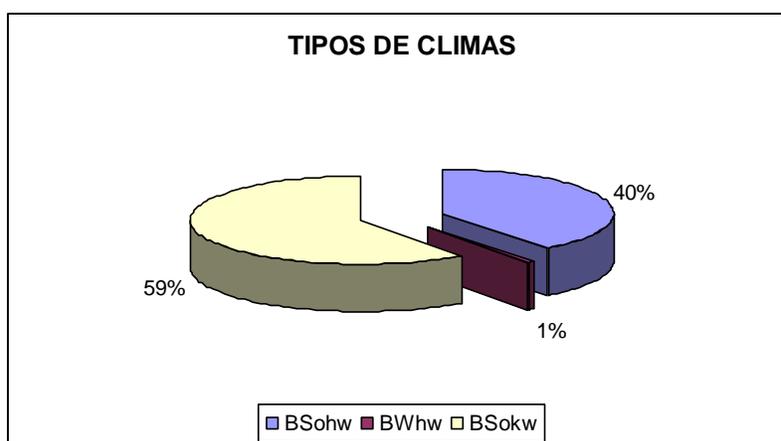
### 3.1.3 Clima

El predio en cuestión se encuentra dentro de la Subprovincia Fisiográfica Sierra de La Paila y una pequeña porción del mismo en la Provincia Fisiográfica de La Laguna del Mayrán, en ellas se localiza diversos tipos de climas; sin embargo predominan los de tipo seco. El más sobresaliente presente en el área del predio es el BSokw (59.89%) corresponde a un clima seco templado; se localiza en altitudes que superan los 1,500 msnm, en la sierra de La Paila y la sierra Alamitos, aunque también se localizan áreas de este clima sobre mesetas, también se encuentra presente el BSohw (39.52%) que representa un tipo de clima seco semicálido, y se extiende en gran parte de sierras, llanuras y bajadas. Asimismo, también se localiza el clima BWhw que se caracteriza por ser muy seco hasta desértico y ocupa el 0.58% del total del área del predio.

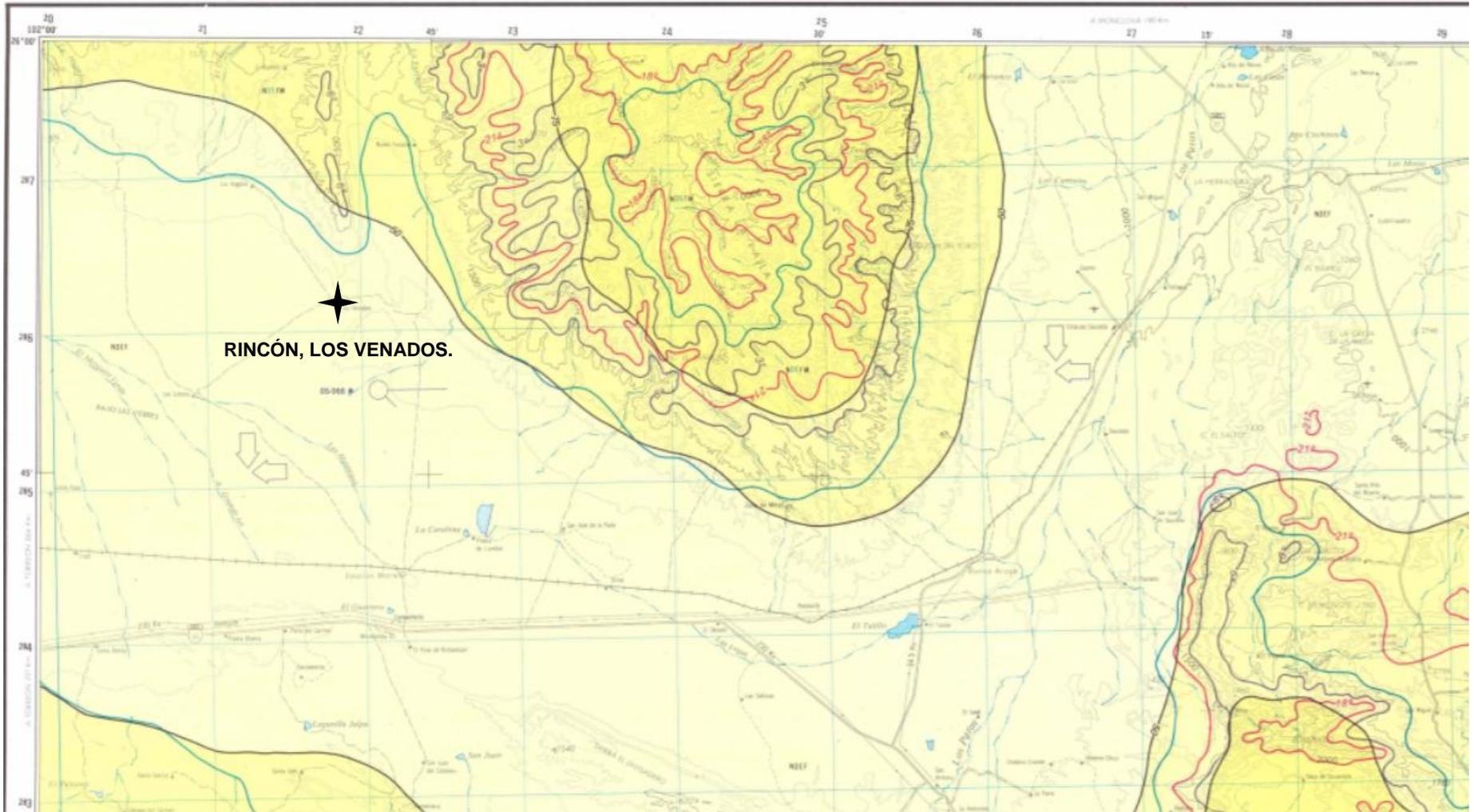
## Tipos de clima

Tipos de clima	Superficie	
	ha	%
BSohw	1651.5889	39.5258678
BWhw	24.2915	0.5813448
BSokw	2502.6209	59.8927874
<b>TOTAL</b>	<b>4178.5013</b>	<b>100</b>

Fuente: CONABIO, 2000.



CARTA DE EFECTOS CLIMATICOS, MONTERREY G14-7  
ESTADOS UNIDOS MEXICANOS



## 1.4 Fisiografía

La Subprovincia Fisiográfica de la Sierra de La Paila, se encuentra localizada en su totalidad dentro de la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre Oriental.

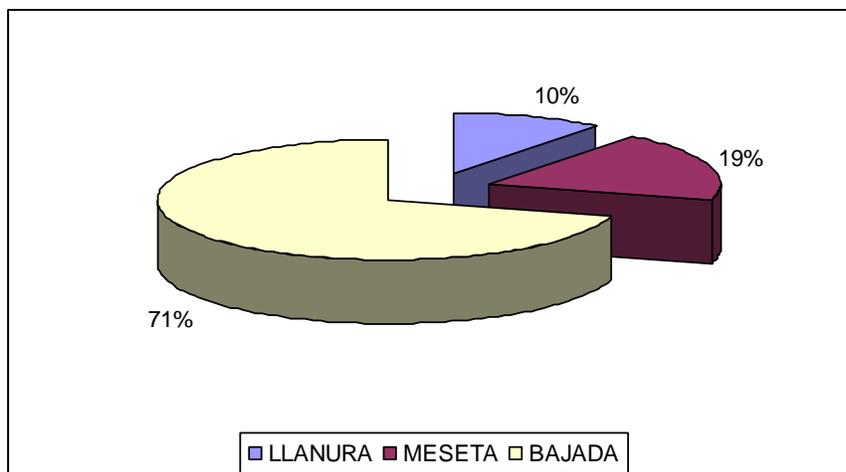
### Topo-formas

El predio “Rincón de los Venados” se encuentra dominado por la presencia de la bajada de “El Muerto” asociada con lomeríos de pendientes suaves que se distribuyen con rumbo suroeste-noroeste y representan el 70.83% del total del área que cubre este predio; se localizan también las topo-formas clasificadas como mesetas y llanuras cubriendo 18.69% y 10.47% respectivamente, caracterizado por presentar pendientes suaves.

### Sistema de Topo-formas

Topo-forma	Superficie	
	ha	%
LLANURA	437.5792	10.4717674
MESETA	781.2441	18.6960589
BAJADA	2959.8333	70.8321737
<b>TOTAL</b>	<b>4178.6566</b>	<b>100</b>

Fuente: SPP, 1981. Digitalización de carta fisiográfica.



### 3.1.5 Unidades hidrogeológicas

#### a) Geología

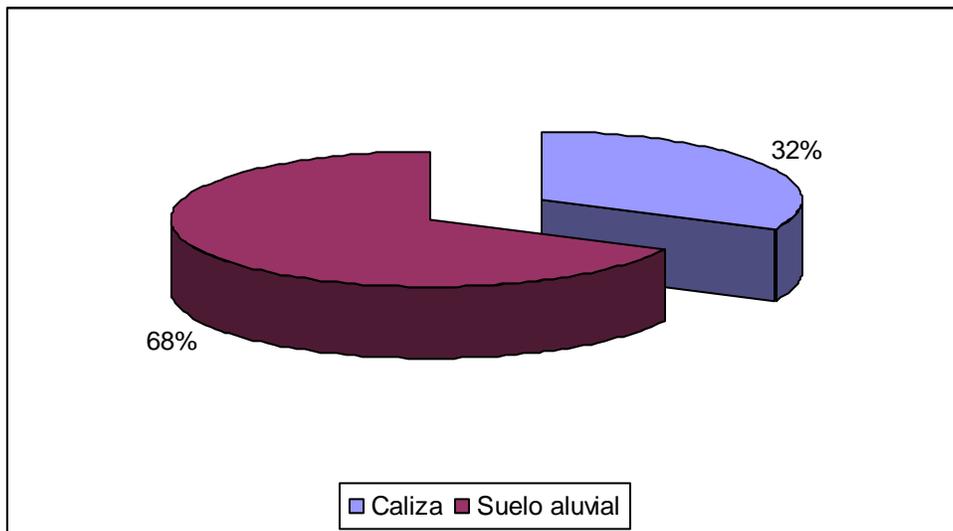
Dominan las rocas calizas provenientes por lo regular del Cretácico inferior; se localizan principalmente sobre el sistema de sierras.

Sin embargo, en superficies con pendientes menos pronunciadas, donde se dominan los sistemas de topo-formas de llanuras y bajadas predominan los suelos aluviales, con período de formación que data del Cuaternario.

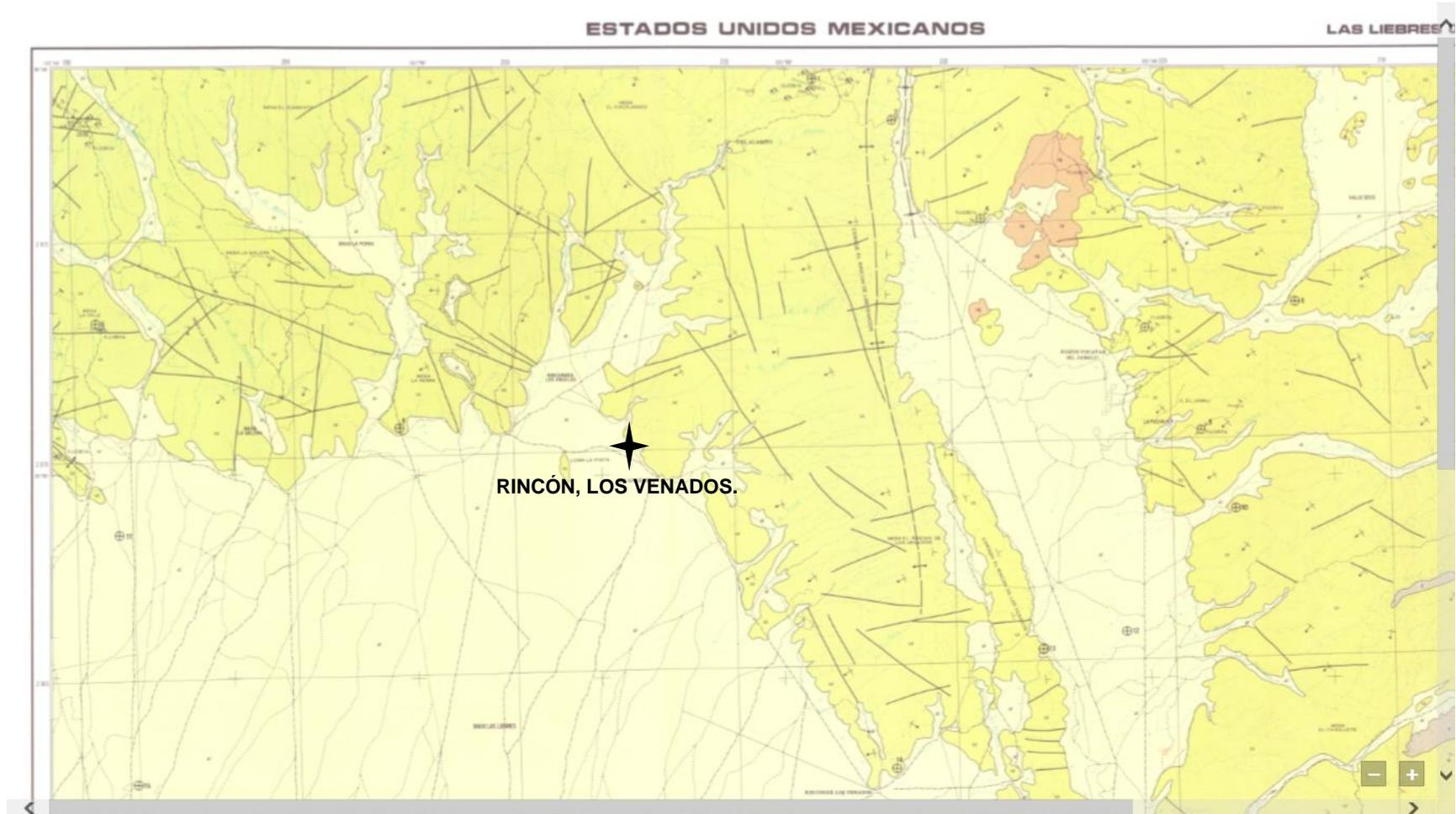
#### Geología dominante

Geología	Superficie	
	ha	%
Caliza	1350.4064	32.318522
Suelo aluvial	2828.0184	67.6814478
<b>TOTAL</b>	<b>4178.4248</b>	<b>100</b>

Fuente: SPP e INEGI, 1982-1992. Carta Geológica.



CARTA GEOLOGICA, LAS LIEBRES G14-C11



b) Edafología

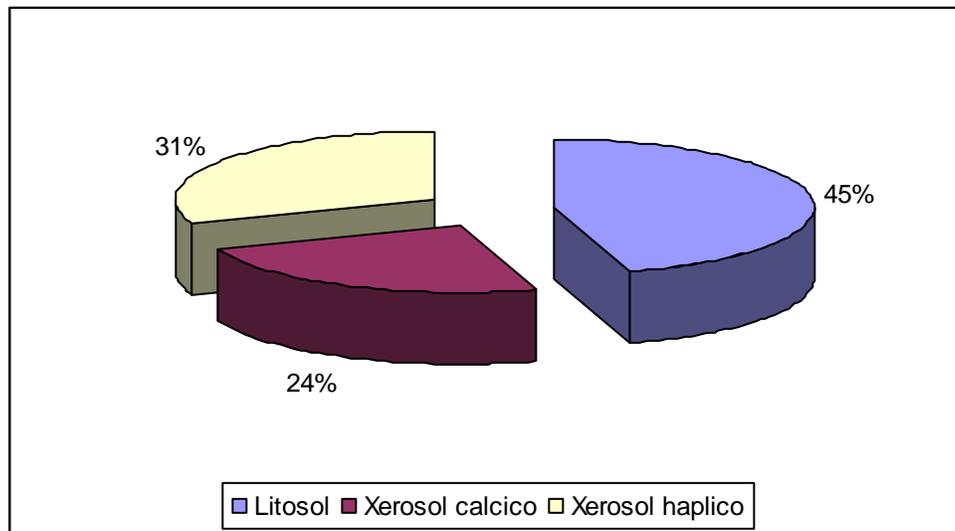
El predio se caracteriza por presentar en más de la mitad de la superficie, suelos someros llamados Litosoles, generalmente carentes de fase química o física, éstos se localizan principalmente en sierras y con menor presencia en bajadas y llanuras; estos están asociados a las Rendzinas.

Existe una gran variación en la formación de suelos, por lo que se puede mencionar que otro tipo más representativo es el Xerosol háplico, el cual cubre una superficie equivalente al 30.78%, presenta fase física petrocálcica y carece de fase química. También puede observarse la presencia de suelos Xerosoles cálcicos (23.99%) en las bajadas del predio, caracterizándose por no presentar fase física, pero sí fase química con presencia de sales.

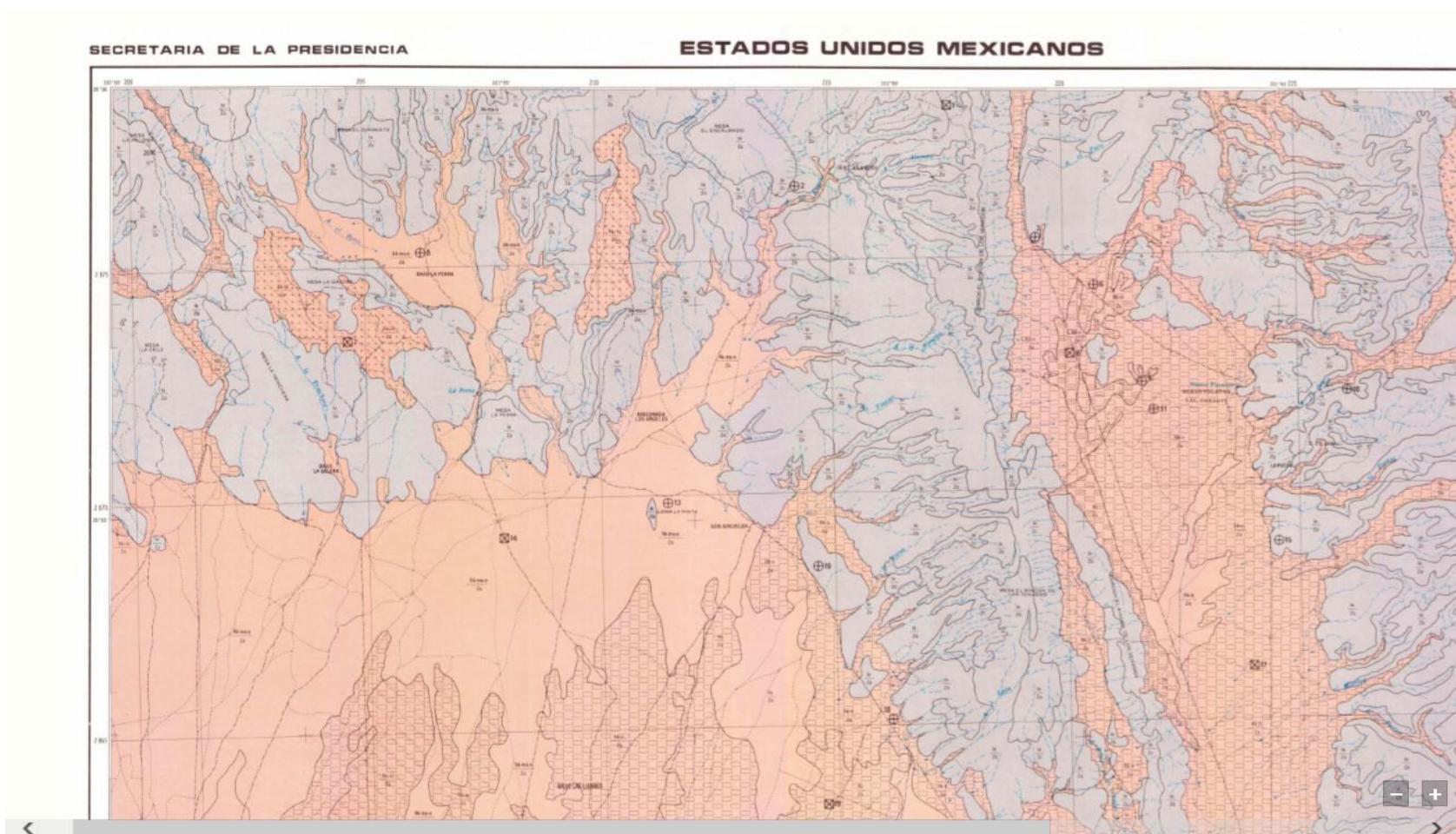
Unidades de suelo dominante

Suelo dominante	Superficie	
	ha	%
Litosol	1889.6595	45.2238752
Xerosol cálcico	1002.4450	23.9908023
Xerosol háplico	1286.3510	30.7853225
<b>TOTAL</b>	<b>4178.4555</b>	<b>100</b>

Fuente: CETENAL e INEGI, 1974, 1976, 1983,1984. Digitalización de cartas edafológicas.



# CARTA EDAFOLOGICA, LAS LIEBRE G14-C11



c) Hidrología

De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua (CNA) se ubica en la Región Administrativa de las “Cuencas Centrales del Norte” dentro de la Región Hidrológica 36 Nazas-Aguanaval (RH-36), en la cuenca RH-36E (Laguna de Mayrán-Viesca), Subcuenta RH-36E-b y finalmente dentro de la cuenca aportante RH-36E-b5 de nombre Microcuenca “El Alamito”; esta última según la propuesta de clasificación de SFA-UAAAN 2003 para el Estado de Coahuila.

Debido a que las corrientes superficiales en la región son generalmente de tipo intermitente, los valores de escurrimiento medio anual son menores al 10% de la precipitación.

Coeficientes de escurrimiento

Coeficiente de escurrimiento	Superficie	
	ha	%
0_5	2086.8279	49.94246689
5_10	2091.6359	50.05753311
<b>TOTAL</b>	<b>4178.4638</b>	<b>100</b>

Fuente: INEGI, 1998. Modelos vectoriales

Los acuíferos que sobresalen dentro de la ubicación del predio por estar subexplotado son el acuífero “Valle de San Marcos”, y el de “Paila” el cual se encuentra sobreexplotado.

Sistema de acuíferos

Acuífero	Superficie	
	ha	%
PAILA <sup>1</sup>	2477.0159	59.2804221
VALLE DE SAN MARCOS <sup>2</sup>	1701.4562	40.7195779
<b>TOTAL</b>	<b>4178.4721</b>	<b>100</b>

1 Sobreexplotado, 2 Subexplotado  
Fuente: SEMARNAT, 2001.

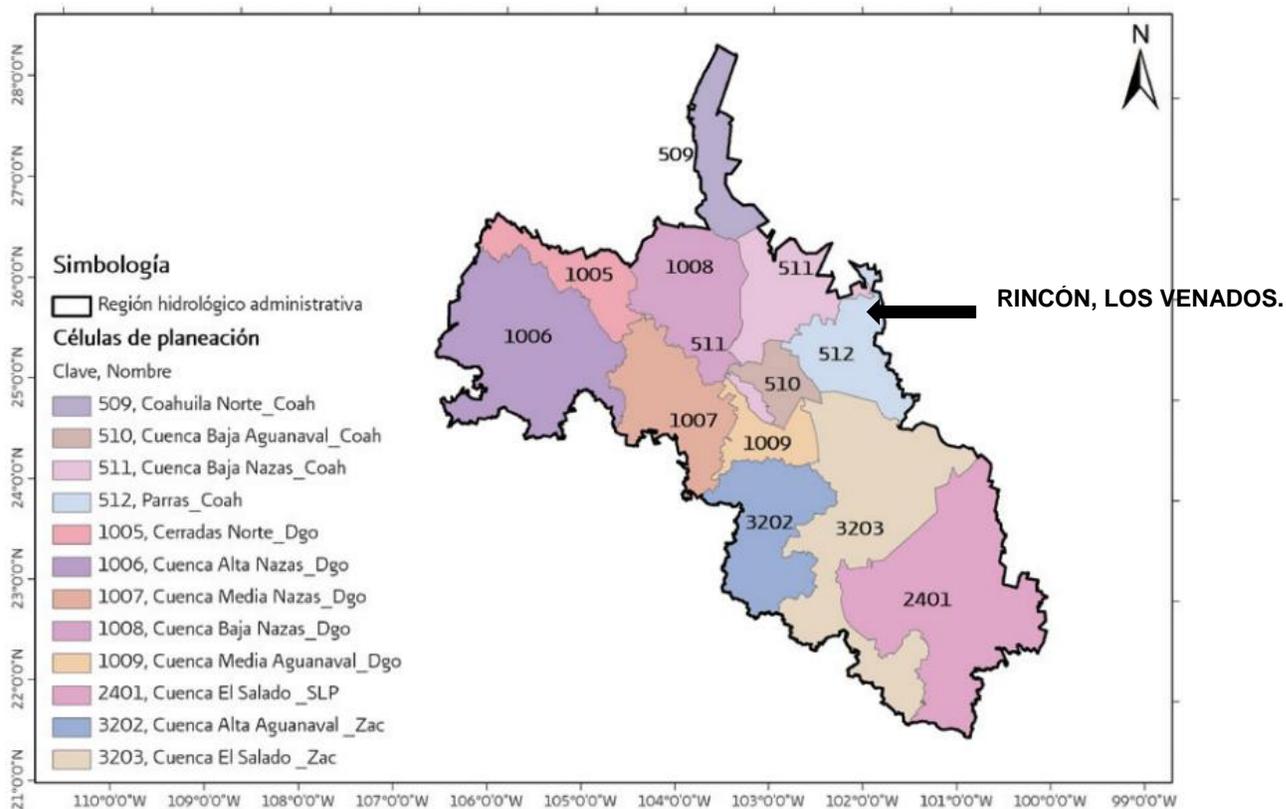
Con respecto a las características hidrogeológicas, el material consolidado con posibilidades bajas, se localiza cubriendo una superficie equivalente al 42.10% del total del área y el material no consolidado con posibilidades altas cubre 57.89% del área).

## Posibilidad de agua subterránea

Unidades hidrogeológicas	Superficie	
	ha	%
Material consolidado con posibilidades bajas	1759.3898	42.1052357
Material no consolidado con posibilidades altas	2419.1637	57.8947643
<b>TOTAL</b>	<b>4178.5535</b>	<b>100</b>

Fuente: INEGI, 1998. Modelos vectoriales.

## Región hidrológico-administrativa VII, "Cuencas Centrales del Norte"





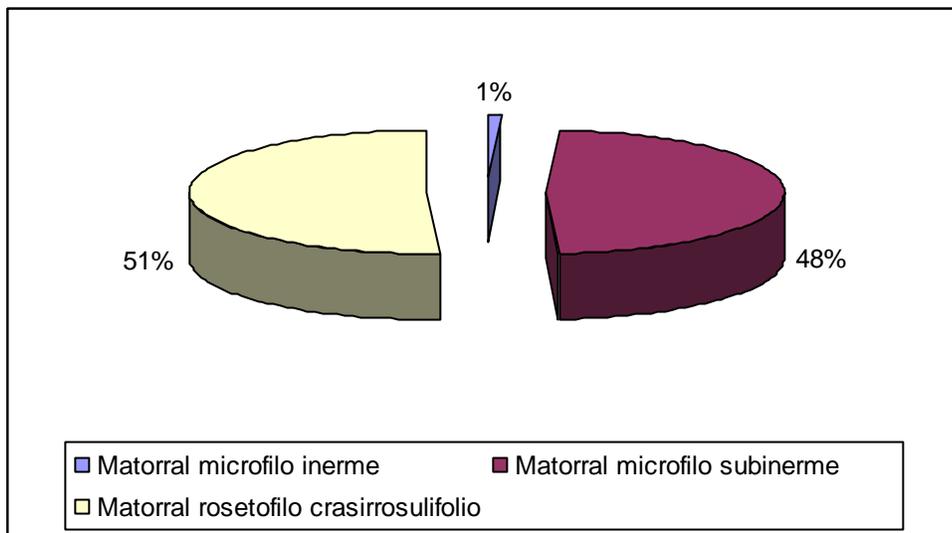
### 3.1.6 Vegetación y uso de suelo

Los tipos de vegetación que existen en esta región, son prácticamente los mismos que se presentan en las Sierras Transversales y los Pliegues Saltillo-Parras: Matorral Desértico Micrófilo y Rosetófilo, son los tipos de vegetación más comunes en toda el área, que circunda al área de estudio, tales tipos de vegetación ocupan un 50.85% (Matorral Rosetófilo crasirrosulifolio) de la superficie total del predio, además del Matorral Micrófilo Subinorme, el que ocupa un 48.36% y por último el Matorral Micrófilo inerme, que ocupa una pequeña porción sólo el 0.77% del total del área.

## Vegetación y uso del suelo

Vegetación y usos del suelo	Superficie	
	ha	%
Matorral Micrófilo inerme	32.5355	0.77861616
Matorral Micrófilo Subinerme	2021.0319	48.3658801
Matorral Rosetófilo crasirrosulifolio	2125.0641	50.8555038
<b>TOTAL</b>	<b>4178.6315</b>	<b>100</b>

Fuente: Tratamiento digital de imágenes de Satélite LANDSAT – TM5 1998



Estrechamente asociados a la morfología del terreno, en climas secos y Semi-secos, se alternan los Matorrales Micrófilo y Rosetófilo, La primer comunidad está integrado por especies espinosas e inermes, se localiza en laderas bajas de las montañas, valles y llanuras que bordean las sierras y lomeríos, con suelos profundos y poco pedregosos son ocupados por arbustos de 0.30 a 1.5 m de alto. La especie más frecuente es la gobernadora (*Larrea tridentata*), asociada con hojasén (*Flourensia cernua*), ocotillo (*Fouquieria splendens*), mariola (*Parthenium incanum*), palma china (*Yucca filifera*), palma pita (*Y. treculeana*), coyonoxtle (*Opuntia imbricata*) y mezquite (*Prosopis glandulosa*). En algunos sitios de la porción oeste *Sericodes greggii* es frecuente y la cactácea *Grusonia bradtiana* abunda en las porciones norte.

El Matorral Desértico Rosetófilo se distribuye ampliamente en las laderas sierras, así como los lados más expuestos de muchos cañones con suelos pedregosos y someros se desarrollan Matorrales bajos con comunidades de lechuguilla (*Agave lechuguilla*), asociada frecuentemente con guayule (*Parthenium argentatum*), candelilla (*Euphorbia antisyphilitica*) y con presencia de espadín (*Agave striata*), sotol (*Dasyllirion cedrosanum*), guapilla china (*Hechtia texensis*), nopal cegador (*Opuntia microdasys*), *O. phaeacantha*, palma samandoca (*Yucca carnerosana*) y ocotillo (*Gochnatia hypoleuca*).

En las partes más elevadas y en las porciones centrales de las sierras de La Paila, La Fragua y Las Delicias, existen bosques de pino (*Pinus cembroides* y *P. romota*). En las sierras con mayores condiciones de humedad con la Sierra de La Paila se tienen pequeños bosques de encino, el cual ocupa los cañones amplios, la comunidad está integrada por *Quercus gravesii*, *Q. laceyi*, *Juniperus flaccida*, tal bosque es poco denso, se presentan elementos esparcidos de *Pinus arizonica* var. *Stormiae* o *Pinus cembroides*. Otras especies frecuentes incluyen al táscate (*Juniperus erythrocarpa*), madroño (*Arbutus xalapensis*), *Garrya ovata*, monilla (*Ungnadia speciosa*), fresno (*Fraxinus cuspidata*) y elementos de Matorral Submontano. Próximo al bosque es frecuente encontrar vegetación arbustiva, que usualmente se mezcla con las especies del bosque. En estas comunidades están presentes los charrasquillos (*Quercus intricata*, *Q. invaginata*) y lantrisco (*Rhus virens*). En los arroyos de los fondos de cañones se presentan árboles aislados de *Juglans microcarpa*. Las especies arbóreas de encino y pino, usualmente presentan especies de *Tillandsia usneoides*, *T. recurvata* y *Phoradendron* spp.

En la sierra de La Paila se presentan áreas reducidas de valles centrales elevados donde se tienen suelos profundos y se presentan comunidades de gramíneas. En dichos Zacatales sobresalen los siguientes zacates: *Sporobolus airoides*, *Nasella tenuissima*, *Stipa eminens* y en otras áreas *Bouteloua gracilis* y *B. curtipendula*, frecuentemente mezcladas con árboles o arbusto propios del Matorral Submontano y de las comunidades boscosas.

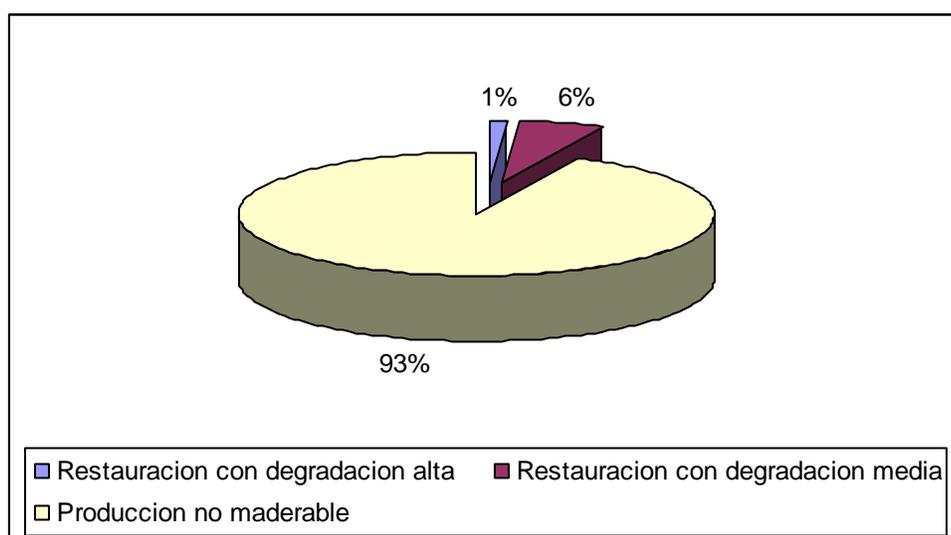
a) Potencial forestal

Debido a las características de la vegetación el 93.14% (3892.1949 ha) del total del área se zonifica como producción no maderable. Aunque también se localizan superficies del 6.84% (286.41 ha) con degradación media y alta principalmente en sierras y algunas en las llanuras donde se localiza el predio.

## Zonificación forestal

Zonificación forestal	Superficie	
	ha	%
Restauración con degradación alta	47.2449	1.130635525
Restauración con degradación media	239.1747	5.723779975
Producción no maderable	3892.1949	93.1455845
<b>TOTAL</b>	<b>4178.6145</b>	<b>100</b>

Fuente: SEMARNAP, 1994.



### b) Fauna

El Cuadro a continuación muestra la cantidad de especies por clase reportadas para la Subprovincia Fisiográfica Sierra de La Paila, número de especies en la NOM-059, y las consideradas para su aprovechamiento.

Fauna de la provincia ecológica sierra de la paila.

Clase	Número de especies	Canoras	Cinegéticas	E	PE	A	PR	END
Peces	4			1	2			3
Anfibios	8						3	
Reptiles	34					8	9	
Aves	171	24	13		1	5	11	
Mamíferos	61		8		1	5	1	3

## Peces

Se citan cuatro especies mencionadas por Contreras 1985, para el Alto Río San Juan.

## Anfibios

Al menos ocho especies de anfibios entre ranas y sapos se registran en la Provincia, ninguna restringida a la región, *Scaphiopus couchii*, *Bufo speciosus* y *Gastrophryne olivacea* son algunas de las especies citadas.

## Reptiles

Una especie de geko, varias de lagartijas, camaleones, culebras y serpientes se registran en la Provincia, entre las especies que se mencionan están: *Coelonyx brevis*, *Crotaphytus collaris*, *Cophosaurus texanus scitulus*, *Sceloporus poinsetti poinsetti*, *Sceloporus undulatus consubrinus*, *Phrynosoma cornutum*, *Eumeces obsoletus*, *Gerrhonotus liocephalus*, *Thamnophis marcianus marcianus*, *Lampropeltis alterna*, *Hypsiglena torcuata jani* y *Crotalus scutulatus scutulatus*.

## Aves

La avifauna está conformada tanto por especies residentes, como por migratorias de invierno y de verano. Entre las especies residentes notables están *Aquila Chrysaetos* y *Falco mexicanus* especies amenazadas. No se encontraron especies restringidas a la región y entre las comunes se citan: *Callipepla squamata*, *Zenaida asiática*, *Geococcyx californianus*, *Caprimulgus vociferus*, *Picoides scalaris*, *Sayornis saya* y *Mimus polyglottos*.

## Mamíferos

La maztofauna de la Provincia está conformada por 21 especies de murciélagos, 14 de pequeños mamíferos, 22 de roedores, dos felinos, un úrsido y un cérvido. No se encontraron mamíferos restringidos a la Provincia, El mamífero más notable por su categoría de peligro de extinción es el oso negro, *Ursus americanus eremicus* y el que podría considerarse característico es el venado bura. *Odocoileus hemionus crooki*.

## Aprovechamiento

El aprovechamiento que se realiza en la Provincia es tanto cinegético como de aves canoras y de ornato. El cinegético se realiza principalmente sobre venado bura. El aprovechamiento de aves canoras aunque a baja escala, se realiza prácticamente en toda la Provincia pero con mayor intensidad en los municipios de San Pedro y Francisco I. Madero, como en las otras provincias donde se lleva a cabo este aprovechamiento debe ser regularizado a través de PAMS.

Por otra parte la sierra de La Paila, está considerada dentro de los proyectos prioritarios del Instituto Coahuilense de Ecología por la riqueza de especies que posee, oso negro, venado bura, venado cola blanca común, berrendo y borrego cimarrón (los dos últimos en proceso de reintroducción). Girón MA., Comunicación personal, 2002

### c) índice de sobrepastoreo

En el presente estudio se realizó un análisis de la intensidad de pastoreo para las Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEB) del estado, basándose en la información generada por COTECOCA (1979), en la cual se presentan los sitios de agostadero con sus respectivos coeficientes para cada condición (excelente, buena, regular y pobre). Partiendo de esta información, con la variante de que se hace referencia por AGEB se obtuvo la carga recomendada, como la razón del coeficiente de agostadero entre la superficie del sitio dentro del AGEB, utilizando la condición "Buena", solo como una referencia, a pesar de que la condición de los agostaderos generalmente es más baja.

Se calculó la carga animal existente en cada AGEB mediante la conversión de cabezas de ganado de cada tipo a Unidades Animal (UA) de acuerdo a lo siguiente: una UA equivale a una vaca con un becerro; a seis cabras; a cinco ovejas con cría; a un caballo de un año; o a un asno.

El índice de sobrepastoreo se estimó a su vez, como la razón de la carga actual o reportada estadísticamente por INEGI 1991, entre la carga recomendada.

Debido a que en cada AGEB se presentan diferentes sitios de pastoreo, se obtuvo una media ponderada de las UA recomendada (utilizando la UA y la superficie de cada uno de los sitios). Obteniendo la siguiente fórmula:

$$\text{UAR} = (\text{UAR1} * \text{S1}) + (\text{UAR2} * \text{S1} + (\text{UAR3} * \text{S3}) + (\text{UARn} * \text{Sn})$$

**ST**

Dónde: UAR = Unidades Animal recomendadas por AGEB

UAR1-n = Unidades Animal recomendadas en el sitio 1 hasta n.

S1-n = Superficie en Ha en el sitio 1 hasta n.

ST = Superficie total

De esta manera se obtuvo un índice de sobrepastoreo, el cual se clasificó en las siguientes condiciones de pastoreo:

Índice de sobrepastoreo	Condición
0 - ≤ 1.0	Nulo
> 1.0 - ≤ 1.5	Moderado
> 1.5 - ≤ 3.0	Alto
>3.0	Excesivo

Así, una vez realizada la clasificación de los AGEBS según la condición de sobrepastoreo con este procedimiento, se obtuvo que alrededor del 65% de la superficie estatal presenta sobrepastoreo en diferente grado (moderado, alto y excesivo), mientras que solo el 33% se encuentra en una condición de sobrepastoreo nulo.

Cuadro superficie total ocupada, según la condición de sobrepastoreo.

Condición	Superficie	
	ha	%
Excesivo	2252.0855	53.8999282
Nulo	1040.2303	24.8961855
Sin información	885.9560	21.2038863
<b>TOTAL</b>	<b>4178.2718</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaborado con datos de INEGI, 1991. AGROS VII Censo Agrícola y Ganadero.

Existen AGEBS que no cuentan con información, estas representan el 2% de la superficie y se asume que en éstas la superficie es de uno o dos propietarios y que debido a ley de información y estadística no se reportaron sus valores. En ciertas áreas el índice de pastoreo es superior a tres que se debe a que en estos AGEBS no hay pastoreo y las explotaciones existentes son de tipo intensivo, ejemplo de esto se encuentra algunas áreas de los municipios de Torreón, San Pedro de las Colonias y Matamoros.

Aproximadamente más del 52% de la superficie estatal con aptitud para la explotación de la ganadería extensiva, se encuentra con condición de pastoreo alta y excesiva, esto trae como consecuencia que exista una degradación de la cubierta vegetal y se propicien los procesos erosivos, dentro de estas áreas las más representativas son las que se encuentran en los municipios de Saltillo, Múzquiz, Progreso, Sabinas, Arteaga, Ramos Arizpe, Morelos, Castaños Jiménez y Guerrero.

En Coahuila la superficie en condición alta de sobrepastoreo, se presenta principalmente en áreas con mayor accesibilidad como los valles y llanuras, en contraste se encuentran AGEBS sin actividad pecuaria y con condición de sobrepastoreo moderado o nulo, ubicándose principalmente en las partes altas como en las Sierras y áreas de difícil acceso.

La condición de sobrepastoreo nulo se presenta en un 33% de la superficie, esta se localiza en la mayoría de los AGEBS de municipios como San Pedro, Fco. I. Madero, Cuatrociénegas, Viesca, Sierra Mojada, en estas la vegetación presente no es apta para el pastoreo del ganado.

El 11% de la superficie tiene condición moderada, esta se distribuye en áreas muy pequeñas de algunos municipios como Ocampo, Zaragoza, Parras, Cuatrociénegas, Lamadrid y Acuña.

### **3.2 PROCESOS Y TECNOLOGIAS A EMPLEAR**

Se realiza un levantamiento topográfico (altimetría y planimetría), donde se pretende construir la pequeña presa de concreto ciclópeo que es el sitio llamado boquilla. Con el perfil de la boquilla se diseña la vista de aguas debajo de la presa y se calcula los volúmenes de material a utilizar como son el cemento, la grava, la arena y los jornales que se van a emplear para construir la obra.

En seguida se empieza con la limpia de toda la base de la presa para después hacer el trazo de la misma. Posteriormente se continúa con la excavación para el empotramiento y desplante de la presa. Enseguida se hace la cimentación para posteriormente construir en bloques rectangulares de un metro de alto. El largo y el ancho varían en función del tipo de boquilla.

Este procedimiento de construir en bloque nos ha dado buen resultado en las pequeñas presas de mampostería que hemos construido, pues se facilita al ir poniendo el material sobre un escalón más alto. Por ejemplo, en una presa de siete metros de altura se tendrán siete escalones, todos de un metro de altura. Lo que ira variando es el ancho como se muestra en la figura del corte transversal y especificaciones de construcción del muro.

La pequeña presa cuenta con un filtro que es de material de polietileno de alta densidad de 42 pulgadas de diámetro. El fondo de la tubería de polietileno se llena con materiales triturados y el filtro y el muro se unen por medio de una tubería incrustada en la presa de mampostería y que penetra en el tubo de polietileno por un orificio que se le hace a este igual al diámetro de la tubería.

La pequeña presa tiene 1 obra de toma, que estará ubicada en el margen derecho.

### 3.2.1 Cuenca hidrológica

Rincón Los Venados, coordenadas 25°55'19.58" N y 101°50'47.17"

Área de la cuenca: 8.75 Km<sup>2</sup>



"Este programa es público, ajeno a cualquier partido político. Queda prohibido el uso para fines distintos a los establecidos en el programa"

### 3.2.2 Características principales de la cuenca

Elevación máxima	1642 m
Elevación media	1431 m
Elevación mínima	1221 m
Longitud	5514 m
Pendiente media	7.6351 %
Área drenada	8.75 km <sup>2</sup>

Los datos de la cuenca fueron tomados con el simulador de flujos de agua de cuencas hidrográficas (SIATL) del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)

### 3.2.3 Estimación de la avenida máxima

Para determinar el gasto máximo de escurrimiento utilizaremos el siguiente método:

- Envolventes de Creager

La fórmula Creager para la “envolvente mundial” de escurrimientos, es la siguiente:

$$Q = C \left[ \frac{A}{2.59} \right]^{0.936A^{-0.048}}$$

Donde:

Q = Gasto de la avenida máxima en m<sup>3</sup>/s

C = La SARH tiene evaluado C para cada una de las 37 regiones hidrológicas del país.

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

Los valores de C para las diferentes regiones hidrológicas de nuestro país se reportan en la literatura citada.

De tal manera el gasto de la avenida máxima es el siguiente:

$$Q = 26 \left[ \frac{8.75}{2.59} \right]^{0.936(8.75)^{-0.048}}$$

$$Q = 26 \left[ \frac{8.75}{2.59} \right]^{0.843}$$

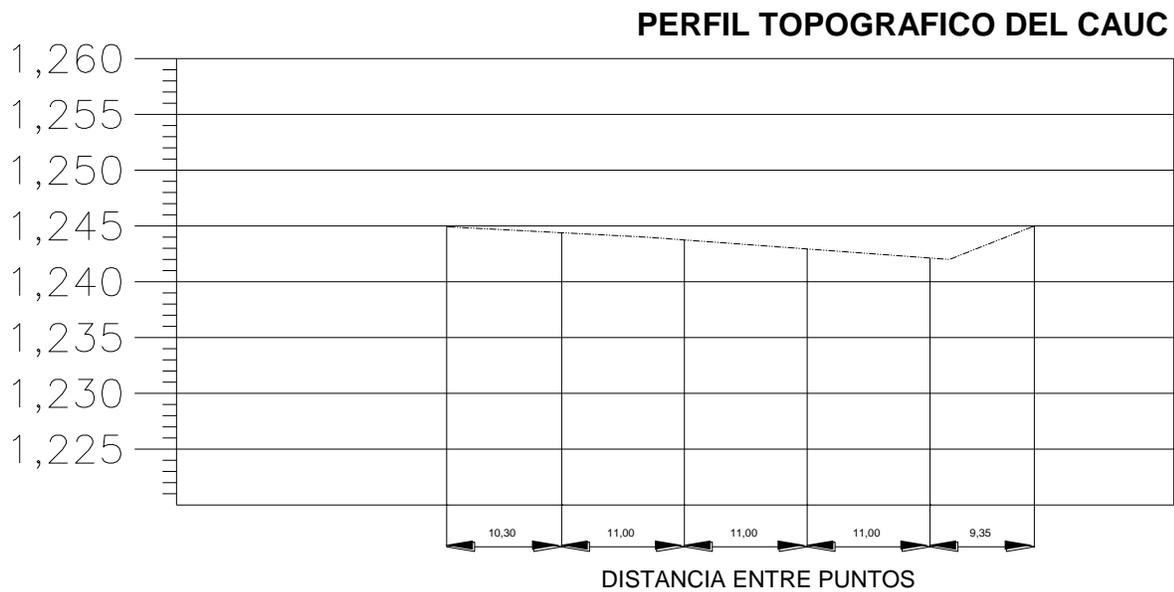
$$Q = 72.5 \text{ M}^3/\text{S}$$

### 3.2.4 Estudios de mecánica de suelo

Realizados por la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”

### 3.2.5 Levantamiento topográfico

ESTE (X)	NORTE (Y)	ALTURA (Z)
214244	2869760	1246
214235	2869755	1245
214238	2869736	1244
214242	2869723	1243
214246	2869710	1242
214249	2869703	1245

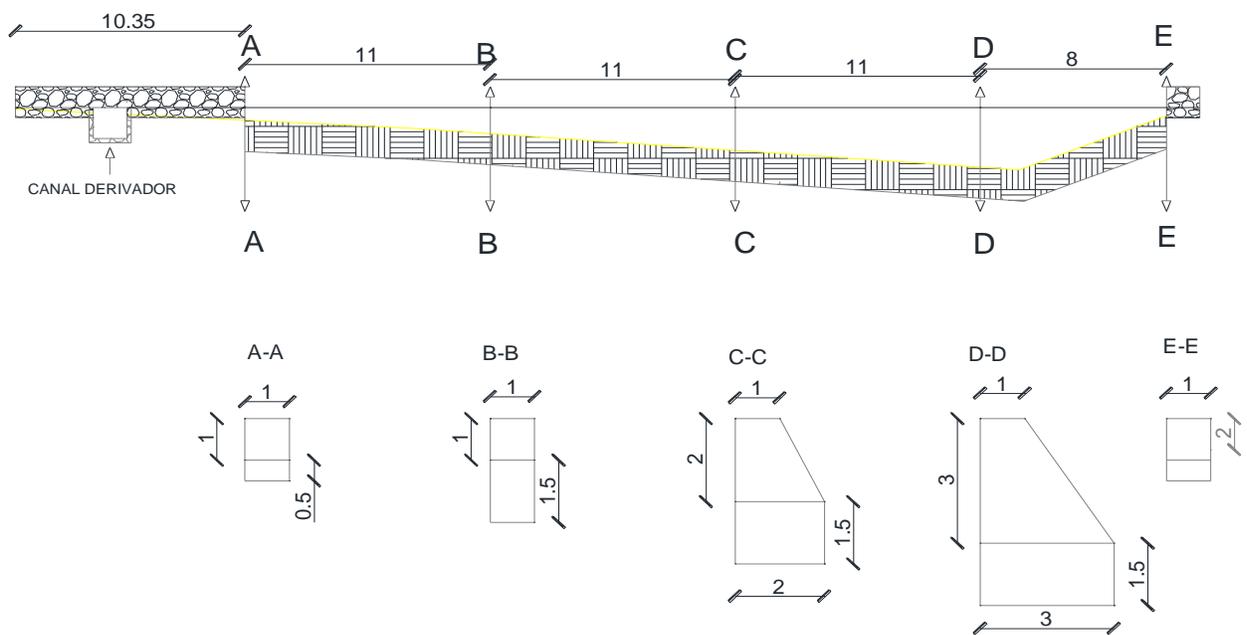


### 3.2.6 Área de entarquinamiento



### 3.2.7 Descripción y análisis del presupuesto del Ejido Rincón de los Venados, Mpio. De Parras, Coahuila.

#### a) Cresta vertedora



Obra de excedencias:

El vertedor de demasías del muro de almacenamiento y derivación tiene una capacidad para desfogar 72m<sup>3</sup>/s. para calcularlo se usó la siguiente formula:

$$Q = mb\sqrt{2g} * h^{3/2}$$

Donde:

b = 41 m

m = 0.48

h = 0.88 m

Q = 72 m<sup>3</sup>/s.

Siendo: m-coeficiente de gasto, b-ancho del vertedor

De acuerdo con el resultado de h = 0.88 m, la obra de excedencias tiene suficiente capacidad para desfogar la avenida máxima.

SECCIÓN	A-A	B-B	C-C	D-D	E-E
AREA (M <sup>2</sup> )	1.5	2.5	6	10.5	1.5
VOLUMEN POR SECCION (M <sup>3</sup> )	15.45	22	46.75	90.75	48
VOLUMEN TOTAL (M <sup>3</sup> )	222.95				

### DESCRIPCION Y PRESUPUESTO DE PRESA DE MAMPOSTERÍA RINCÓN DE LOS VENADOS, MPIO. DE PARRAS, COAHUILA.

#### Análisis por acción

Relación de agregados para un m<sup>3</sup> de construcción

CONCEPTO	U.M.	CANT.	P.U.	IMPORTE
Cemento	ton	0.177	2790.00	493.83
Arena	m <sup>3</sup>	0.700	318.00	222.60
Grava	m <sup>3</sup>	0.660	318.00	209.88
Piedra bola	m <sup>3</sup>	0.660	352.00	232.32
<b>TOTAL:</b>				<b>1,158.63</b>

Componente de mezclas para la construcción total de la obra

<b>Agregados de componentes</b>	<b>Volumen m<sup>3</sup></b>	<b>Cemento ton</b>	<b>Arena m<sup>3</sup></b>	<b>Grava m<sup>3</sup></b>	<b>Piedra m<sup>3</sup></b>
	222.95	39.46	156.06	147.14	147.14

Mano de obra

<b>Mano de obra</b>	<b>U.M.</b>	<b>CANT.</b>	<b>SALARIO</b>	<b>IMPORTE</b>
Limpia, trazo y nivelación	Jornal	0.0222	166.13	3.68
Excavación/empotramiento	Jornal	0.3077	166.13	51.12
Acomodo de piedra juntada con mortero	Jornal	0.5000	166.13	83.06
Pepeña y acarreo de piedra	Jornal	0.4167	166.13	69.23
<b>TOTAL:</b>				<b>207.09</b>

Fuente de financiamiento de la obra

CONCEPTO	U.M	CANT.	P.U.	IMPORTE	PROGRAMA	PRODUCTOR
Cemento	Ton	39.46	2,790.00	110,093.40	99,084.06	11,009.34
Arena	M <sup>3</sup>	156.06	318.00	49,627.08	44,664.37	4,962.71
Grava	M <sup>3</sup>	147.14	318.00	46,790.52	42,111.47	4,679.05
Piedra bola	M <sup>3</sup>	147.14	352.00	51,793.28	46,613.95	5,179.33
Limpieza, trazo, nivelación	Jornal	15.36	166.13	2,551.75	2,296.58	255.16
Excavación y empotramiento	Jornal	212.91	166.13	35,370.73	31,833.66	3,537.06
Acomodo de piedra juntada con mortero	jornal	345.97	166.13	57,475.99	51,728.39	5,747.59
Pepeña y acarreo de piedra	Jornal	288.33	166.13	47,900.26	43,110.23	4,790.02
<b>TOTAL</b>				<b>401,603.01</b>	<b>361,442.71</b>	<b>40,160.30</b>
				100%	90%	10%

Características de la presa de mampostería

Longitud de la cortina.....	52.7 m
Talud generado aguas abajo.....	0.66
Ancho de la corona.....	1 m
Carga sobre el vertedor.....	0.88 M
Bordo libre.....	0.12 m
Longitud del vertedor.....	41 M
Altura de la presa.....	4 M
Nivel de aguas normales.....	1245 M
Base de la presa.....	3 M
Nivel de aguas máximas (name).....	1246 m

b) Gasto de la obra de toma

La obra de toma será de forma rectangular de tierra con las siguientes dimensiones: 1.5 m x 1 m, la pendiente de  $i = 0.018$ ,  $\Delta L = 880$  m,  $\Delta h = 16$  m y el gasto a derivar se determinara con la siguiente formula:

$$Q = A V$$

Tomando la ecuación de velocidad de Chezy:

$$V = C\sqrt{Rhi}$$

Obtenemos la siguiente expresión:

$$Q = (b \times h) C \sqrt{Rh} i ; C = \frac{1}{n} Rh^{1/6} ; Rh = \frac{A}{P} ; P = b + 2h$$

Siendo:

Q = Gasto a derivar, en m<sup>3</sup>/s.

b x h = El área del canal, en m<sup>2</sup>

C = coeficiente de Chezy, adimensional

Rh = radio hidráulico, en m.

i = pendiente del cauce, adimensional.

P = perímetro mojado, en m.

n = coeficiente de rugosidad para canales de tierra, 0.040 adimensional.

Sustituyendo los valores obtenemos:

$$P = 1.5 + (2 \times 1) = 3.5 \text{ m}$$

$$Rh = \frac{1.5}{3.5} = 0.42 \text{ m}$$

$$C = \frac{1}{0.040} (0.42)^{1/6} = 21.63$$

$$Q = (1.5 \times 1)(21.63)(\sqrt{0.5 \times 0.018})$$

El gasto a derivar será:

$$Q = 3.07 \text{ M}^3/\text{S}$$

DESCRIPCION Y PRESUPUESTO DE CANAL (DE TIERRA) DERIVADOR,  
RINCÓN DE LOS VENADOS, MPIO. PARRAS, COAHUILA

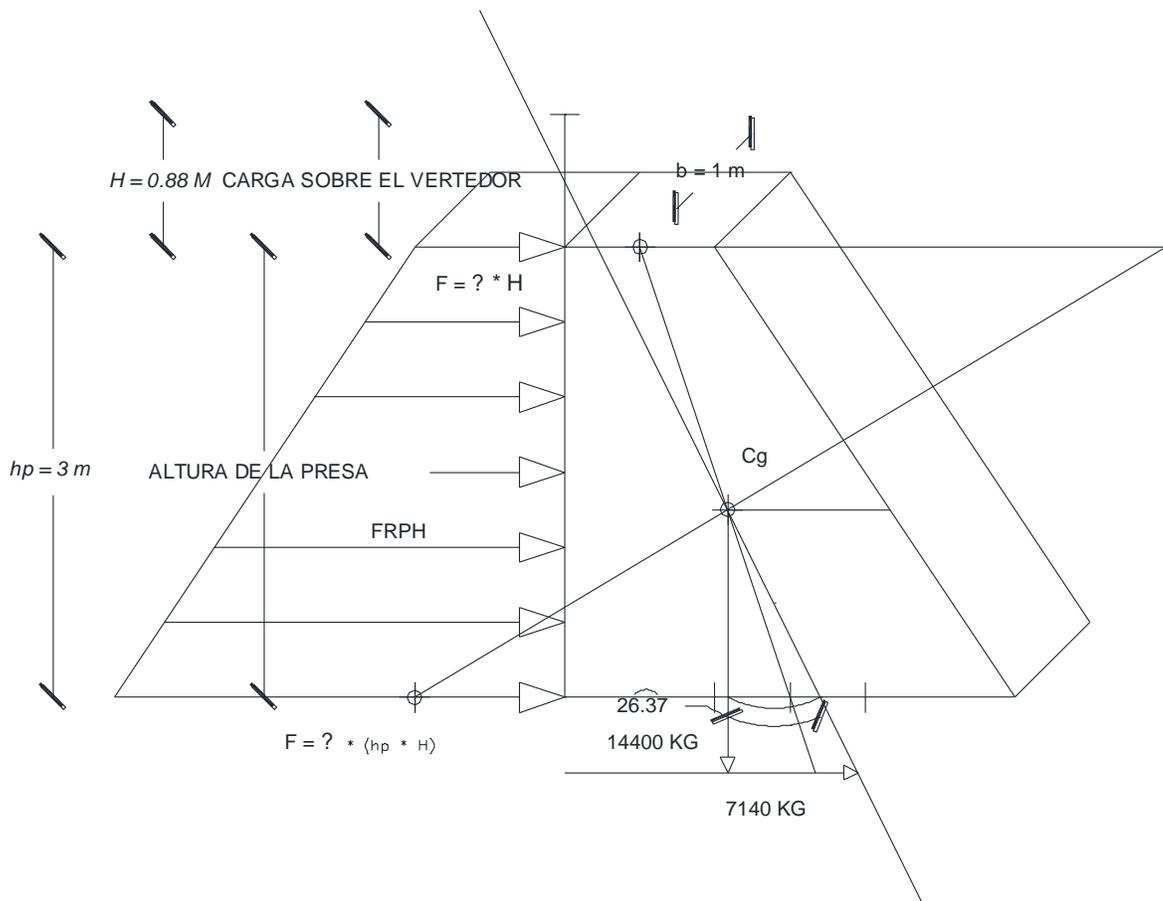
Excavación/construcción de canal derivador con retroexcavadora

CONCEPTO	ACCION	U.M.	CANTIDAD
Construcción de canal derivador	Excavación/Construcción	Metros lineales	880

Fuente de financiamiento de la obra

CONCEPTO	U.M.	CANT.	P.U.	TOTAL	PROGRAMA	PRODUCTOR
Excavación/construcción de canal derivador (1.5 m x 1 m x 880 m)	M <sup>3</sup>	1,320.00	23.00	30,360.00	27,324.00	3,036.00
Total				30,360.00	27,324.00	3,036.00
				100%	90%	10%

c) Diagrama de estabilidad de la presa



$$F_a = \gamma * H = 1000 \frac{kg}{m^3} * 0.88 m = 880 kg/m^2$$

$$F_b = \gamma * (h_p + H) = 1000 \frac{kg}{m^3} * (3 m + 0.88 m) = 3880 kg/m^2$$

$$A_{dph} = \left( \frac{F_a + F_b}{2} \right) * h_p = \frac{880 \frac{kg}{m^2} + 3880 \frac{kg}{m^2}}{2} * 3 m = 7140 kg/m$$

$$F_{rph} = A_{dph} * b = 7140 \frac{kg}{m} * 1 m = 7140 kg$$

$$W = V * \gamma_{mat.} = 6 m^3 * 2400 \frac{kg}{m^3} = 14400 kg$$

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

d) Diseño de zanja-bordo para el área de entarquinamiento

Estudio hidrológico:

La obra de zanja-bordo tiene una cuenca de 8.75 km<sup>2</sup> y una precipitación media anual de 400 mm.

Área de la cuenca.....	8.75 km <sup>2</sup> = 8, 750, 000 m <sup>2</sup>
Precipitación media anual.....	400 mm = 0.40 m
Volumen anual por lluvia precipitada.....	3, 500, 000 m <sup>3</sup>
Coeficiente de escurrimiento.....	0.1 = 10%
Volumen anual escurrido.....	350, 000 m <sup>3</sup>
Volumen aprovechable.....	90% = 315, 000 m <sup>3</sup>

Tomando en cuenta norma de riego de 3000 m<sup>3</sup>/ha, para cultivos de forraje.

Área posible a irrigar:

Mediante la siguiente formula obtenemos:

$$Ai = \frac{W}{M}$$

Siendo:

Ai = Área posible a irrigar, en ha.

W = Volumen total aprovechable, en m<sup>3</sup>

M = Norma de riego para cultivos de forraje, en m<sup>3</sup>/ha.

Sustituyendo valores:

$$Ai = \frac{315000}{3000}$$

Total de hectáreas a irrigar; **Ai = 105 ha**

Construcción de zanja-bordo:

Se realizara el levantamiento topográfico en la superficie que se va a irrigar. La construcción de la zanja-bordo se debe realizar con una máquina retroexcavadora. Con el volumen de excavado de tierra se levantara los bordos al lado derecho de la excavación.

Se pretende construir 100 m de zanja-bordo a una distancia de 50 m en base a la pendiente del terreno por hectárea. La retroexcavadora, con un cucharón de 60 cm, escarbara una profundidad de 70 cm, de tal forma, que el precio unitario por hectárea será de:

$$0.6 m \times 0.7 m \times 200 m = 84 m^3$$

A un precio de \$23.00/m<sup>3</sup> nos da la cantidad de \$1932.00 pesos por hectárea. Éste será el costo unitario por hectárea.

Dimensiones del bordo y zanja:

Base mayor: 1m

Profundidad: 0.7 m

Altura: 0.7 m

Ancho: 0.6 m

Corona: 0.2 m

Largo: 100 m

**DESCRIPCION Y PRESUPUESTO DE ZANJA-BORDO, RINCÓN DE LOS VENADOS, MPIO. DE PARRAS, COAHUILA.**

La construcción de la zanja-bordo se realizara con retroexcavadora.

CONCEPTO	U.M.	CANT.	P.U.	IMPORTE
Excavación de zanja (60cm x 70 cm) y formación de bordo (1m x 0.7 m) con maquinaria. Se considerara realizar 200 m por ha. (84 m <sup>3</sup> /ha)	HA	1	1932.00	1932.00
Mano de obra para afine y compactación de bordos de sistema de entarquinamiento	JOR	1.6	166.13	265.81
Total				2197.81

Fuente de financiamiento por Ha.

CONCEPTO	U.M.	CANT.	P.U.	IMPORTE	PROGRAMA	PRODUCTOR
Excavación de zanja (60 cm de ancho x 70 cm de profundidad) y formación de bordo (1 m de ancho x 0.7 m de alto) con maquinaria. Se considerar realizar 200 m lineales por ha.	HA	1	1,932.00	1,932.00	1738.8	193.2
Mano de obra para afine y compactación de bordos.	JOR	1.6	166.13	265.81	239.23	26.58
Total				2197.81	1978.03	219.78
				100%	90%	10%

Fuente de financiamiento de la construcción de zanja-bordo

El proyecto considera beneficiar 100 ha

CONCEPTO	U.M.	CANT.	P.U.	IMPORTE	PROGRAMA	PRODUCTOR
Excavación de zanja (60 cm x 70 cm) y formación de bordo (1 m x 0.7 m) con maquinaria. Se considera 100 m por ha.	HA	100	1,932.00	193,200.00	173,880.00	19,320.00
Mano de obra para afine y compactación de bordos	JOR	160	166.13	26,580.80	23,922.72	2,658.08
TOTAL:				219,780.80	197,802.72	21,978.08
				100%	90%	10%

#### IV. RESULTADOS Y RECOMENDACIONES

##### CUADRO DE COSTOS Y FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO “PRESA DE CONCRETO CICLÓPEO”, EL RINCÓN DE LOS VENADOS, PARRAS, COAHUILA.

CONCEPTO	U.M.	CANT	IMPORTE	PROGRAMA	PRODUCTOR
Construcción de la presa de concreto ciclópeo	Obra	1	401,603.01	361,442.71	40,160.30
Construcción de canal derivador (1.5 m x 1 m x 880 m)	M <sup>3</sup>	1	30,360.00	27,324.00	3,036.00
Trazo de área de entarquinamiento	Ha	100	219,780.80	197,802.72	21,978.08
Total			651,743.81	586,569.43	65,174.38
			100%	90%	10%

Se obtendrán aumento de la producción agropecuaria de esta región con el uso eficiente de los escurrimientos superficiales para la agricultura de riego en cultivos de forraje.

Se dice que una hectárea de riego es 7 veces más productiva que una de agricultura de temporal tradicional.

Esta obra se podrá utilizar como campo experimental para productos agropecuarios y estudiantes para fortalecer los conocimientos en relación a Conservación de Uso de Suelo y Agua.

En las áreas y semiáridas del mundo, es necesario buscar alternativas de solución para que en estas zonas con ayuda de las escasas lluvias se puedan buscar alternativas y una de ellas es construir presas derivadoras con áreas de entarquinamiento que puedan aprovechar el potencial hídrico de cada cuenca hidrológica.

Promover este tipo de obras en el sector agropecuario de las zonas áridas y semiáridas del país como alternativa de solución para la escasez de agua.

## V. BICLIOGRAFIA

CONAGUA (CNA); NORMA OFICIAL NOM-011-CNA-2000, conservación del recurso agua-que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales.

SECRETARIA DE CAMINOS Y TRANSPORTE (SCT); NORMA OFICIAL M-PRY-CAR-1-06-003/00 libro de proyectos para carreteras, parte: estudios hidraulico-hidrologicos, procesamientos de información, México.

ARTEAGA TOVAR R.E. 1993; hidráulica elemental 1<sup>a</sup>. edición; UACH. Departamento de irrigación, Chapingo, México.

CAMARGO H.G. 1980; elementos de hidráulica para ingenieros UACH, departamento de irrigación, Chapingo, México.

CHOW VEN TE 1959; Open Chanel Hydraulics; International Student. Edition (McK Graw Hill International Book Company) Tokio, Japón

DAVIS, CALVIN V. 1986; Tratado de hidráulica aplicada 2<sup>a</sup> edición. Traducción al español por I. Lana Sarrate. Editorial Labor, S.A. printed in Spain.

GARZA V. S. Z., 1991; Canales UAAAN Departamento de Riego y Drenaje buena vista saltillo, Coahuila.

SOTELO AVILA G.; Apuntes de Hidráulica II, Capitulo 8, Diseño Hidráulico de Estructuras.

SOTELO AVILA G. 1979; Hidráulica General; vol. I fundamentos. Editorial. Limusa. S.A. México D.F.

HERRERA DELAGADO J. 1957; Apuntes de obras hidráulicas; 1ª Edición. México. D.F.

VELASCO SANCHEZ O. (1975); Presas de derivación; Modelo México 4. Plan Nacional de Obras Hidráulicas para el Desarrollo Rural, S.R.H. Subsecretaria de Construcción. México. D.F.

CALVIN VICTOR DAVIS; Tratado de Hidráulica Aplicada, Editorial Labor, S.A.

CADENA RAUL, 1998; manual para diseño de redes de drenaje pluvial, nuevo león

MUÑOZ CASTRO S. 2010; Manual de Hidrología Superficial, UAAAN, Departamento de Riego y Drenaje.

DISEÑO DE PRESAS PEQUEÑAS; Una Publicación Técnica de Recursos Hidráulicos; Editorial Continental S.A. calz. De Tlalpan Num. 4620, México 22, D.F. mayo de 1980.

[http://buscador.inegi.org.mx//search?q=&requiredfields=cve\\_titgen:3586&client=ProductosR&proxystylesheet=ProductosR&num=10&getfields=\\*&sort=meta:edicion:D:E:::D&entsp=a\\_\\_inegi\\_politica\\_p72&lr=lang\\_es%7Clang\\_en&oe=UTF-8&ie=UTF-8&entqr=3&filter=0&site=ProductosBuscador&tlen=260](http://buscador.inegi.org.mx//search?q=&requiredfields=cve_titgen:3586&client=ProductosR&proxystylesheet=ProductosR&num=10&getfields=*&sort=meta:edicion:D:E:::D&entsp=a__inegi_politica_p72&lr=lang_es%7Clang_en&oe=UTF-8&ie=UTF-8&entqr=3&filter=0&site=ProductosBuscador&tlen=260)

[http://antares.inegi.org.mx/analisis/red\\_hidro/SIATL/#](http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/SIATL/#)

<http://mapserver.inegi.org.mx/compendios/>

# ANEXOS