

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE INGENIERÍA**



**“DISEÑO Y CÁLCULO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA PRESA DE
MAMPOSTERIA” EN EL EJIDO JALPA, MUNICIPIO DE GENERAL CEPEDA,
COAHUILA.**

Por:

LUIS GUSTAVO RODRÍGUEZ GÓMEZ

TESIS

Presentación como requisito parcial

Para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

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



**“DISEÑO Y CÁLCULO PARA LA CONTRUCCIÓN DE UNA PRESA DE
MAMPOSTERIA” EN EL EJIDO JALPA, MUNICIPIO DE GENERAL CEPEDA,
COAHUILA.**

POR:

LUIS GUSTAVO RODRÍGUEZ GÓMEZ

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO, DICIEMBRE 2014

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

“Diseño y cálculo para la construcción de una presa de mampostería”
en el ejido Jalpa, municipio de General Cepeda, Coahuila.

TESIS

Por:

LUIS GUSTAVO RODRÍGUEZ GÓMEZ

Que somete a consideración del H. jurado examinador como requisito

Parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

APROBADA:

Dr. Felipe de Jesús Ortega Rivera

Asesor principal

Dr. Raúl Rodríguez García

Asesor

MC. Tomas Reyna Cepeda

Asesor

MC. Carlos Rojas Peña Universidad Autónoma Agraria

Asesor

MC. Luis Rodríguez Gutiérrez

Coordinador de división de ingeniería

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Diciembre 2014



AGRADECIMIENTOS

Adiós primero por haberme dado la oportunidad de estar aquí y darme las fuerzas y herramientas necesaria para poder cumplir una de mis más grandes metas en la vida, a pesar de los obstáculos que pase durante el camino, por haberme dado la sabiduría y fortaleza durante mi carrera y mi vida, gracias por cuidar a toda mi familia y a mi **“MUCHAS GRACIAS”**.

A mis padres por haberme apoyado siempre y por darme los consejos que necesite en los momentos difíciles de mi carrera.

A mi Alma Terra Mater que me acobijo para poder lograr este sueño, por las grandes experiencias que me permitió vivir en ella y por medio del departamento riego y drenaje, lugar donde forje mis conocimientos para mi vida profesional que va dar inicio este camino si Dios así me lo permite.

Al Dr. Felipe de Jesús Ortega mi asesor principal que me dio la oportunidad de formar parte de este trabajo y desarrollo desde el inicio hasta el final, por darme la confianza de encomendarme esta tarea tan maravillosa y por darme los consejos, experiencias y conocimientos que me fueron de gran ayuda, la gran amistad de que se generó a raíz del proyecto.

Al Dr. Raúl Rodríguez García por darme los conocimientos y cometarios y sugerencias para poder realizar este trabajo y la gran amistad que él me brindo.

Al MC. Tomas Reyna Cepeda por su apoyo recibido para la revisión, análisis para la culminación de este trabajo de tesis.

Al MC. Carlos Rojas Peña por el apoyo para poder resolver dudas durante el desarrollo del proyecto, por sus conocimientos y experiencias compartidas.

DEDICATORIAS

Adiós primero quien guio mi camino y cuido de mi familia.

A mis padres:

Por ser la fortaleza y el pilar importante en mi vida que día a día me demuestran el amor, cariño y apoyo que siempre me brindan para seguir adelante, por su energía positiva, confianza que siempre me contagiaron durante la carrera.

A mi mama, **Petrona Gómez Pérez** y mi papa **Gustavo Rodríguez Hernández**, a mi hermano **Rolando Rodríguez Gómez**, a mis hermanas, **Verónica Rodríguez Gómez y Marisa Magdalena Rodríguez Gómez**, por haberme brindado siempre su apoyo incondicional y el la unión de familia que siempre existe entre nosotros , a mis padres por formarme un hombre de bien y con carácter decidido.

A mis abuelos, tíos, cuñados, sobrinos y amigos que formaron parte también de este logro en mi vida.

Que no hallare la forma de cómo pagarles todo el esfuerzo que hicieron de su parte para lograr esta meta.

“Dedico este momento a mí mismo porque he logrado unas de mis objetivos en la vida a pesar de los obstáculos y dificultades que se presentaron pero siempre hay que ser perseverantes y nunca echarse para atrás siempre para adelante, es el fruto de mucho esfuerzo, dedicación, entrega y trabajo detrás de todo esto, estoy muy agradecido a todo aquellos que siempre me dijeron NO. A ellos les debo haberlo hecho por mí mismo”.----- A.E.-----

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO.....	I
DEDICATORIAS.....	II
ÍNDICE DE FIGURAS.....	III
ÍNDICE DE TABLAS.....	IV
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Situación actual en el estado de Coahuila.....	3
1.2. Diagnóstico.....	4
1.3. Situación actual y sus perspectivas.....	4
1.4. Justificación	5
1.5. Objetivo general	6
1.5.1. Objetivos específicos	6
1.6. Metas	7
1.7. Hipótesis	7
1.8. Antecedentes.....	8
II.- REVISIÓN DE LITERATURA.....	11
2.1. El ciclo hidrológico	11
2.2. Manantiales.....	11
2.3. Galerías filtrantes de aguas subterráneas.....	12
2.4. Tipos de precipitaciones	13
2.5. Precipitación en zona áridas y semiáridas	14
2.6. Escurrimientos	14

2.7. Irrigación.....	15
2.8. Cuenca	15
2.8.1. Clasificación de tipos de cuencas.....	16
2.9. Clasificación de tipos de presas.....	16
2.9.1. Clasificación según su uso (Arthur, 1976).....	16
2.9.2. Clasificación según su funcionamiento hidráulico (Arthur, 1976)	17
2.9.3. Clasificación según los materiales (Arthur, 1976).	18
2.10. Factores físicos que gobiernan la selección de la presa.	20
2.10.1. Las condiciones geológicas y la cimentación (Arthur, 1976).	20
2.11. Obra de excedencia para las presas.	21
2.12. Presas de almacenamiento	22
2.12.1. Definición de terminos de la presa de almacenamiento.	23
2.13. Fuerzas que obran sobre la presa.	24
2.14. Requisitos de estabilidad de la presa.	24
2.15. Vaso de la presa.....	24
2.16. Obras de toma de la presa.	25
2.17. Vertedor de demasías	25
2.18. Estudio de avenidas.....	26
2.18.1. Métodos para calcular el gasto de la avenida maxima probable.....	27
III.- MATERIALES Y MÉTODOS	29
3.1. Datos generales	29

3.2. Propósito de la obra.....	29
3.3. Localización.....	29
3.4. Climatología.....	31
3.5. Precipitaciones.....	33
3.6. Estudios Hidrológicos	35
3.7. Avenida máxima.....	36
3.8. Características ambientales.....	37
3.8.1. Vegetación.....	37
3.8.2. Geología	37
3.8.3. Características del suelo.....	38
3.9. Estudios hidrológicos.....	38
3.10. Coeficiente de escurrimiento	40
3.11. Escurrimiento medio anual	42
3.12. Cálculo del volumen medio anual escurrido	43
3.13. Cálculo del volumen aprovechable medio anual	43
3.14. Avenida máxima.....	43
3.15. Métodos para calcular avenidas de cuencas no aforadas	45
3.15.1. Método de Ryves	45
3.15.2. Método de Valentini	45
3.15.3. Método de kuichling	46
3.16. Diseño de la obra	46

3.16.1. Diseño de la presa Jalpa	47
3.17. Esquema del diseño de rápida, muro disipador de energía y desarenador.....	49
3.18. Obras de excedencias	51
3.19. Obra de toma	52
3.20. Norma de riego.....	53
3.21. Posible área a irrigar	53
3.22. Estimación de la estabilidad del muro de la presa	53
3.23. Cálculo de la fuerza resultante de la presión hidrostática	54
3.24. Cálculo del peso del muro (pw) área.....	54
3.25. Volumen del muro	54
3.26. Peso del muro	54
3.27. Cálculo de la fuerza resultante	55
3.28. Análisis del presupuesto de la obra	56
IV.- CONCLUSIONES.....	59
V.- LITERATURA CITADA	60
ANEXOS.....	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Ciclo hidrológico.....	11
Figura 2.2: Galería que compromete la parte superior del acuífero con escurrimiento propio	12
Figura 2.3. Esquema de una cuenca	15
Figura 3.4: Ubicación del Municipio de General Cepeda, Coahuila.....	30
Figura 3.5: Ejido Jalpa se encuentra a 72 km de Saltillo por la autopista Saltillo – Torreón (40)	31
Figura 3.6: Ejido Jalpa, precipitación de 350 mm	32
Figura 3.7: Climatología del Estado de Coahuila	33
Figura 3.8: Source: Instituto Nacional de Estadística Geografía e informática. Dirección General de Geografía. Cartas de precipitación Total Anual, escala 1:1000000, México.....	35
Figura 3.9: Cuenca hidrológica de la presa en el ejido Jalpa, Municipio de General Cepeda, Coahuila.....	36
Figura 3.10: Gráfica de Gastos Propuestos para Proyectos de Puentes en la República Mexicana.....	37
Figura 3.11: Curva de probabilidad de las precipitaciones máximas diarias (mm).	40
Figura 3.12: Localización de la presa y rápida del proyecto Jalpa.....	47
Figura 3.13: Medidas de la presa Jalpa, realizado por el software de AutoCAD	47
Figura 3.14: Áreas de la presa Jalpa, realizado por el software de AutoCAD	48
Figura 3.15: volumetría de la presa Jalpa, realizado por el software de AutoCAD.	48
Figura 3.16: Vista del diseño en 3D realizado en el software de AutoCAD....	49
Figura 3.17: Vista de la rápida y el muro dissipador de energía diseñado en el software de AutoCAD	49
Figura 3.18: Vista de la rápida diseñado en el software de AutoCAD	50
Figura 3.19: Muro dissipador de energía diseñado en el software de AutoCAD	50
Figura 3.20: Desarenador que formara parte de la obra rápida	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Clasificación de zonas secas según Melgs (1953).	14
Tabla 3.2: Tabla de concentrado de identificación zona de estudio	29
Tabla 3.3: Normales Climatológicas.....	34
Tabla 3.4: Concentrado del estudio Hidrológico de acuerdo el SIALT.	35
Tabla 3.5: Datos de la cuenca Hidrológica.....	38
Tabla 3.6: Precipitaciones de 40 años de General Cepeda	39
Tabla 3.7: Coeficiente de escurrimiento en la cuenca	41
Tabla 3.8: El coeficiente de escurrimiento de la cuenca en estudio	42
Tabla 3.9: Características topográficas de la cuenca	44
Tabla 3.10: Características de la presa.	46
Tabla 3.11: Relación de agregados para un m³ de construcción.....	56
Tabla 3.12: Componente de mezcla para la construcción total de la obra	56
Tabla 3.13: Fuente de financiamiento de la obra.....	57
Tabla 3.14: Desarenador.....	57
Tabla 3.15: Costo y financiamiento del proyecto pequeña presa de mampostería en el ejido Jalpa, municipio de General Cepeda.....	58

I. INTRODUCCIÓN

El agua es un elemento esencial para mantener la vida y está profundamente arraigada en la cultura de todos los pueblos. Las necesidades básicas de todos los seres vivos dependen de ella. El desarrollo humano y el desarrollo económico se basan asimismo en la disponibilidad de agua.

México es un país de grandes contrastes y carencias respecto al agua. La distribución del recurso es muy variable regionalmente, y se encuentra íntimamente ligada a la satisfacción de las necesidades sociales más básicas, puesto que la disponibilidad de agua en cantidad y calidad es una condición necesaria para hacer viable el desarrollo social, económico y ambiental de nuestro país. En el tema del agua son especialmente visibles las implicaciones que tienen su preservación y cuidado actual respecto de su disponibilidad para las generaciones futuras.

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

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

Se puede afirmar que todo lo que vive sobre la faz de la tierra depende del AGUA. El hombre la requiere para sus necesidades básicas, usos recreativos, para transformar la energía y para los procesos de manufactura y para la agricultura.

Como consecuencia del incremento de la población mundial y del mejoramiento de sus condiciones de vida, se ha originado un aumento extraordinario en la demanda del agua.

Por desgracia no siempre es posible satisfacer las necesidades humanas y con frecuencia su escases no permite disponer de la cantidad necesaria y otras veces, su exceso produce inundaciones originando graves daños materiales y algunas veces pérdida de vidas humanas.

La irregular distribución espacial y temporal de las aguas, ha obligado a construir grandes obras de protección y drenaje, y de regulación, capaces de compensar, estas últimas, la escasez y el exceso de las aguas. El desarrollo de tales proyectos no puede llevarse a cabo sin los estudios básicos necesarios para asegurar la mejor utilización racional de los recursos hidráulicos disponibles o para evitar las desastrosas consecuencias de su almacenamiento incontrolado o inseguro, además de prevenir contra los proyectos absurdos y costosos. (D.F. Campos Arada, 1992).

La presa derivadora es un obstáculo que se opone al paso de la corriente en un cauce, para elevar el nivel del agua a una cota suficientemente alta que permita salvar una de las márgenes y poder extraerse del sitio, así como dominar topográficamente otros sitios. Se usa cuando las necesidades de agua son menores que el gasto mínimo de la corriente, es decir, no se requiere almacenamiento.

La forma de captar agua de una corriente superficial mediante una toma directa varía según el volumen de agua por captar, el régimen de escurrimiento (permanente o variable), su caudal en época de secas y durante avenidas, niveles de agua máximo y mínimo en el cauce, velocidad, pendiente del cauce, topografía de la zona de captación, constitución geológica del suelo, material de arrastre, y otros factores que saltan a la vista en el proceso de selección del tipo de obra de captación por toma directa.(Secretaria de Recursos Hidráulicos (S.R.H.) 2004).

La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), a través de la Comisión Nacional de las Zonas Áridas (**CONAZA**) promueve la construcción de pequeñas obras hidráulicas en el estado de Coahuila, que con una inversión de 20 millones 593 mil pesos de 2011 a la fecha suman 329 construcciones que forman parte del Componente de Conservación y Uso Sustentable de Suelo y Agua (**COUSSA**).

Las obras de retención de agua sólo necesitan de al menos dos horas de lluvia de alta intensidad para llenarse, logrando así que el líquido almacenado abastezca a los ejidos hasta por un año.

La construcción de esta obra generará aproximadamente 939 jornales en beneficio de los habitantes de la comunidad, quienes trabajan en un horario de ocho de la mañana a cinco de la tarde.

Para su construcción se realiza una inversión de un millón 398 mil 429 pesos, donde el Gobierno Federal aporta el 95 por ciento de los recursos y la comunidad beneficiada el cinco por ciento restante, esto mediante la aportación de material proveniente de la región y mano de obra de los mismos integrantes de la comunidad. (Raúl Coronado, Construirán pequeñas obras hidráulicas en Coahuila, periódico Milenio, julio del 2012).

1.1. Situación actual en el estado de Coahuila

Si bien el estado de Coahuila no es favorecido con abundantes lluvias, lagunas y ríos, sus habitantes han sabido valorar la importancia del agua, administrándola eficientemente, haciendo un uso racional y sobre todo reservándola para el futuro.

Coahuila es una entidad seca, sus niveles de precipitación no alcanzan ni siquiera la media nacional. Aquí se depende del agua subterránea en más de un 90 por ciento, pero aun así, hay esperanza, porque hay acuíferos todavía reservados y la expectativa de crear mejores fórmulas de recarga de los mantos, un uso eficiente y hasta la posibilidad de crear presas para aprovechar el agua de lluvia.

En Coahuila hay 28 zonas acuíferas, de las cuales 13 de ellos tienen estudios de disponibilidad de agua, mientras que en nueve acuíferos hay una sobre explotación, es decir, el agua que se recarga o se infiltra es menor a la que se extrae.

La sobreexplotación de los acuíferos en la entidad, sobre todo en las regiones Centro, Sureste y Laguna debiera ser, de acuerdo con el funcionario de la Conagua, una condicionante para planear mejor el desarrollo. (Gerardo Chávez, Los problemas que da el agua en Coahuila, periódico vanguardia, marzo del 2011).

Palabras claves: presa, derivación, muros guías, vertedor, precipitación, escurrimiento, perfil, clima, cuenca, avenidas.

1.2. Diagnóstico

La agricultura es la actividad humana que más estrecha relación tiene con el medio ambiente y con la sobrevivencia del hombre en el planeta, pues debe atender la demanda de los alimentos provocada por la explosión demográfica y la inequidad social. Asimismo, se ha convertido en una causa significativa del deterioro, la contaminación y el agotamiento de los recursos naturales.

Hay una serie de factores y circunstancias que se han gestionado de manera histórica y que demuestra que afectado casi permanentemente en el campo mexicano.

La agricultura es una unidad de producción muy rentable si se le apoya con crédito oportuno, asistencia técnica, aplicación de nuevas tecnologías y una auténtica transparencia en responsabilidad a sus integrantes.

1.3. Situación actual y sus perspectivas

En el municipio de General Cepeda se encuentra el ejido Jalpa el cual se localiza en las coordenadas 25°33'12.69" latitud norte y 101°46'10.58" longitud oeste a 1292 msnm, a una distancia de 72 km de Saltillo por la autopista (40) Saltillo-Torreón. El

ejido cuenta con una superficie total de 7,800 has, de las cuales de agostadero son 6,300 ha y 1,500 ha de agricultura de riego y temporal.

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

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

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

Con esto se pretende coadyuvar a resolver uno de los problemas del sector agropecuario.

Las perspectivas para lograr una actividad agropecuaria sustentable son claras, pero se requiere la conciencia y la voluntad de los productores para recuperar los ecosistemas que tuvimos en el pasado.

1.4. Justificación

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

favorables. Los niveles de educación, salud e ingresos más altos en el país corresponden a estados de las zonas desérticas y semidesérticas.

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

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

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

1.5. Objetivo general

Es lograr, que a través de la construcción de presas, 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.

1.5.1. Objetivos específicos

a) Lograr incrementos en la producción de cultivos básicos y/o forrajes de temporal, mediante la construcción de obras para el aprovechamiento de escurrimientos del flujo superficial del arroyo San Miguel.

b) Llevar a cabo la construcción de obras que contribuyan a disminuir los procesos de degradación del recurso suelo.

c) 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.

d) El propósito de ese proyecto es derivar el agua hacia la presa de tierra para lo cual se construirá una presa derivadora de mampostería y en el canal se construirá una rápida con dentellón, asimismo se construirá un desarenador con un canal de conducción hacia la presa de tierra.

1.6. Metas

Se van a beneficiar 400 has con la construcción de la presa de mampostería aprovechando los escurrimientos superficiales provocados por las lluvias en la cuenca del arroyo San Miguel para beneficio de 21 productores de maíz y sorgo escobero.

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

1.7. Hipótesis

a) Los métodos de aprovechamiento de escurrimiento utilizando obras hidráulicas pueden ser una solución en práctica y que ataca directamente el problema de los escasos de agua para la agricultura en las regiones semiáridas de Coahuila.

b) Se puede incrementar el rendimiento de cultivos básicos y/o forrajes aprovechando los escurrimientos del arroyo San Miguel con la construcción de la obra hidráulica de derivación.

c) El propósito de ese proyecto es derivar el agua hacia una presa de tierra para lo cual se construirá una presa derivadora de mampostería y en el canal se

construirá una rápida con dentellón, así mismo se construirá un desarenador con un canal de conducción hacia la presa de tierra.

1.8. Antecedentes

La región sureste del estado de Coahuila geográficamente se sitúa en la zona semiárida del país, donde las características del clima no favorecen el desarrollo de la agricultura, fundamentalmente por lo escaso y errático de las lluvias, pues el índice de precipitación oscila alrededor de los 350 mm anuales.

No obstante lo antes señalado, se sigue practicando la agricultura de temporal, misma que en un alto porcentaje se destina para el autoconsumo de los campesinos. Derivado de los cambios que se están dando en los ciclos de lluvia y con la esperanza de obtener cosechas, los campesinos están dejando de sembrar cultivos básicos, estableciendo forrajes en su lugar, ya que la mayoría de las veces obtienen rendimientos (cuando hay cosecha) tan bajos, que ni siquiera alcanzan a satisfacer las necesidades de auto consumo.

Uno de los principales retos que enfrenta el desarrollo actual, es el de elevar el nivel de eficiencia en el aprovechamiento de los recursos naturales, para satisfacer las creciente demanda de la población y también realizar acciones que eviten el deterioro y degradación del suelo.

El ejido Jalpa, presenta áreas con degradación reflejando escasa cobertura vegetal, erosión eólica incipiente y erosión hídrica de ligera a moderada. La zona de la sierra presenta áreas con degradación alta y media. Prácticamente, toda la localidad está bajo alguna categoría de erosión hídrica ya sea moderada o ligera.

A fin de realizar una agricultura sustentable y bien planeada, los productores de Jalpa (ampliación) tienen la intención de construir y rehabilitar toda la infraestructura que sea necesaria para aprovechar al máximo los escurrimientos por lluvia que se presenten en esa región. Los ejidatarios son conscientes de la magnitud de trabajo e inversión requerida para lo anterior, por lo que están convencidos de construir presa de mampostería en el arroyo San Miguel donde existe escurrimiento superficial provocado por las lluvias. Con la derivación se pretende que la presa de

tierra existente, que tiene una capacidad para 2 millones de m³, se llene a su máxima capacidad.

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. Con este tipo de infraestructura (presas de mampostería) también se contribuye a reducir el impacto de la erosión.

Además de los cultivos básicos, se pretende sembrar sorgo forrajero, avena, trigo alfalfa, ya que los productores en cuestión, cuentan con algunas cabezas de ganado, que obtendrán mayores beneficios al contar con una mejor alimentación, que le permitirá incrementar su peso y mejorar sus parámetros reproductivos y de sanidad.

Se espera, que con este proyecto 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.

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, se pueden incrementar los rendimientos de los diversos cultivos, asegurando en primera instancia, satisfacer las necesidades de alimentos básicos de los habitantes del medio rural.

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.

El sistema de producción alternativo presenta grandes ventajas con respecto al monocultivo al que están acostumbrados las gentes del semidesierto.

Las perspectivas para lograr una actividad agropecuaria sustentable son claras, pero se requiere la conciencia y la voluntad de los productores, así como la disponibilidad de las dependencias gubernamentales para recuperar los ecosistemas que tuvimos en el pasado.

Actualmente, los productores de la llamada agricultura de temporal, tienen rendimientos muy bajos, pues su agricultura es muy deficiente en lo que se refiere al aprovechamiento del escurrimiento superficial.

Con base en lo antes mencionado, y tratando de presentar una alternativa de solución, se hace necesario aplicar nuevas tecnologías para construir presas de mampostería en todos aquellos cauces que presenten escurrimientos superficiales provocados por las lluvias y que sean factibles de derivarlas del cauce hacia las tierras de cultivo y así aprovechar el escurrimiento de esta agua, que se pierde en el cauce del arroyo, si no se construyen estas obras antes mencionadas.

II.- REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. El ciclo hidrológico

Se constituye por una sucesión de varios procesos en la naturaleza pero cuando el agua inicia su camino hacia a un estado inicial y retorna su estado primitivo.

Este fenómeno global de circulación del estado de agua entre una superficie terrestre y la atmosfera. Se le conoce como el ciclo hidrológico.



Figura 2.1: Ciclo hidrológico

2.2. Manantiales

Vulgarmente se le conoce como nacimiento de agua; ellos solamente el afloramiento del nivel freático a la superficie. Cuadro del nivel freático, de aguas relativamente quietas, quedan por encima del terreno natural, se forma lagos y lagunas. Cuando uno y otro tienen aproximadamente la misma elevación se forma las Ciénegas.

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

2.3. Galerías filtrantes de aguas subterráneas

Definición: La galería filtrante es un conducto horizontal permeable (semejante a un dren subterráneo), cerrado, enterrado, rodeado de un estrato filtrante, y adyacente a una fuente de recarga superficial que permite interceptar el flujo natural del agua subsuperficial. La galería filtrante termina en una cámara de captación de donde generalmente el agua acumulada es bombeada.

Finalidad y Beneficios: La función de la galería filtrante es captar aguas subsuperficiales de los lechos de los cauces permanentes o intermitentes. Permiten extraer agua libre de sedimento de los cauces.

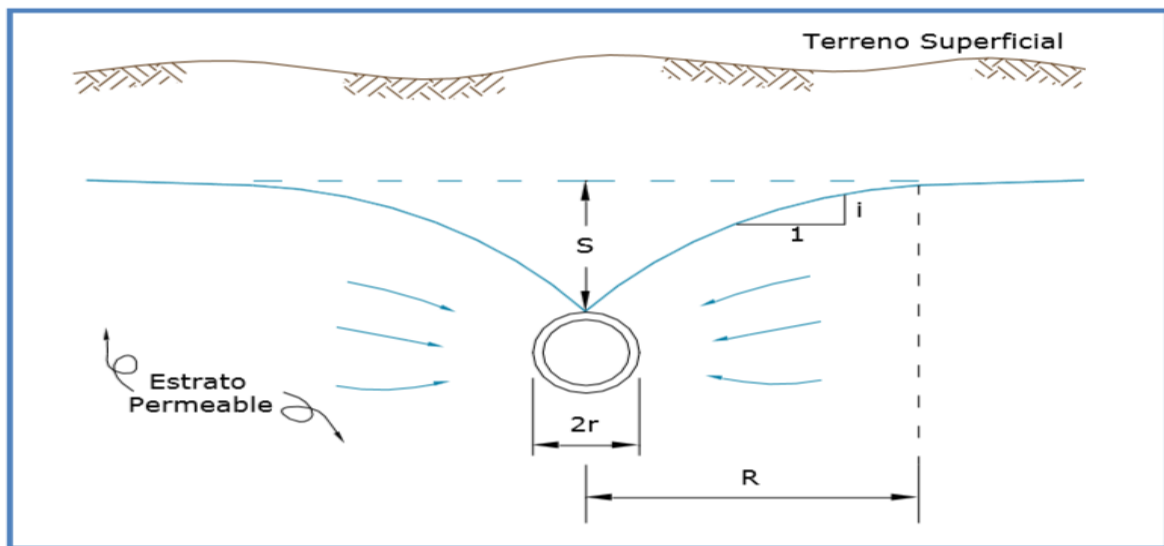


Figura 2.2: Galería que compromete la parte superior del acuífero con escurrimiento propio

Descripción general: Respecto a las galerías de captación subálveas, hay que diferenciar las de tipo "minero" que se excavaban al pie de un monte; y las galerías

de tubo ranurado insertas en el aluvial de un río. La galería puede ser conformada con tubería o a través de un túnel de bóveda, sin embargo, los tubos perforados o ranurados son el método más empleado por su economía. La distancia mínima entre el emplazamiento de la galería y la zona de recarga debe ser de 15 m. La profundidad del drenaje de la zanja de filtración será definida en función de la variación del nivel freático y en ningún momento deberá ser menor a 0.3 m en condiciones de sequía severa. La galería de filtraciones se ubicará en dirección perpendicular al flujo de las aguas subterráneas, pero en caso de que exista una recarga constante de una fuente superficial, podrá optarse una dirección paralela a esta. El lugar donde se tenga previsto la construcción de la galería filtrante no debe estar sujeta a la erosión del fondo del cauce

2.4. Tipos de precipitaciones

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

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

Orográfica: la precipitación debida al levantamiento del aire producido por las barreras montañosas. El efecto de las montañas ejerce una acción directa de su sustentación o se induce a turbulencia y corrientes de convecciones secundarias de las masas de aire en un área de baja presión.

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

2.5. Precipitación en zona áridas y semiáridas

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

Tabla 2.1: Clasificación de zonas secas según Melgs (1953).

ZONA CLIMATICA	INDICE DE HUMEDAD	PRECIPITACIÓN P (mm)	APTA PARA CULTIVOS
Subhúmeda	$-20 < I < 0$	>500	si
Semiárida	$-40 < I < -20$	200-500mm	Sí, para algunos, pastos naturales.
Árida	$-56 < I < -40$	25-200mm	no
Hiperárida	$I > -56$	<25mm	no
	Estas zonas no tiene régimen estacional de precipitación. En ellas se han observados 12 meses de precipitación.		

2.6. Escurrimientos

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

Comisión Federal de Electricidad (1981 b), Manual de Diseño de obras Civiles A1.3, menciona que cuando la lluvia es de tal magnitud que exceda la capacidad de infiltración o retención del terreno y vegetación, el excedente da origen al proceso de escurrimiento.

2.7. Irrigación

Es considerada como un punto de vista de la ingeniería en irrigación incluyendo la observación y almacenamiento del suministro de agua para este recurso y distribuirlo en las áreas irrigables, siendo esto una actividad desarrollada por nuestros antepasados para producir su propio alimento.

Bajo a la aplicación en la agricultura incluye todas las operaciones y prácticas artificialmente aplicada el agua en el suelo para la producción de cosechas.

(Principles of irrigation Engineering: Arid Lands, wáter supple, storage Works, dams, Canals, wáter Rights and products 2007).

2.8. Cuenca

Entendemos toda el área o superficie del terreno que aporta sus aguas de escorrentía a un mismo punto de desagüe o punto de cierre. Una cuenca está formando por un entramado de ríos, arroyos y/o barrancos de mayor o menor entidad que conducen los flujos de agua hacia un cauce principal, que es normalmente da su nombre a la cuenca; su perímetro es una línea curvada y ondulada que recorre la divisoria de vertido de aguas entre las cuencas adyacentes.

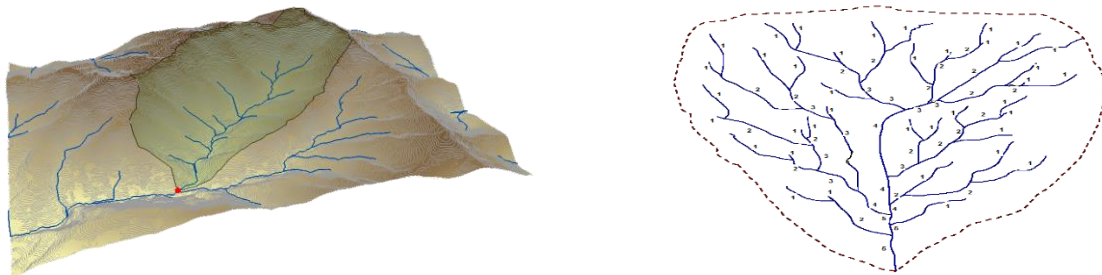


Figura 2.3: Esquema de una cuenca

2.8.1. Clasificación de tipos de cuencas

Cuencas hidrográficas

La cuenca hidrográfica es un territorio definido por la línea divisora de las aguas en la cual se desarrolla un sistema hídrico superficial, formando una red de cursos de aguas que concentra caudales hasta formar un río principal que lleva sus aguas a un lago o mar.

Cuencas hidrológicas

Este tipo de cuenca varía con lo anterior ya que contiene una corriente o bien un sistema de corrientes hídricas sub-superficiales y toda la estructura hidrológica subterránea como una sola unidad.

En México de acuerdo con las cartas de hidrografía superficial de INEGI (diccionario de datos hidrológicos superficial escala 1:250000 y 1:1000000) 2001 en el país se divide por 37 regiones hidrológicas, 158 cuencas hidrológicas y 1003 sub-cuenca.

2.9. Clasificación de tipos de presas

Generalidades.

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

2.9.1. Clasificación según su uso (Arthur, 1976).

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

Presas de almacenamiento, se construyen para embalsar el agua en los periodos en que sobra, para utilizar cuando se escasea. Estos periodos pueden ser estacionarios, anuales, o largos. Muchas presas pequeñas almacenan los

escurrimientos de primavera para usarse en la estación seca de verano. Las presas de almacenamiento se pueden a su vez clasificar de acuerdo con el objeto de almacenamiento, como abastecimiento de agua, para la generación de energía hidroeléctrica, irrigación, etc. El objeto específico u objetos en los que se va a utilizar el almacenamiento tienen a menudo influencia en el proyecto de la estructura, y puede determinar conceptos como el de la magnitud de las fluctuaciones del nivel que pueda esperarse en el vaso y el del volumen de filtración que pueden permitirse.

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

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

2.9.2. Clasificación según su funcionamiento hidráulico (Arthur, 1976)

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

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

Presas no vertedoras, son las que se proyectan para que no rebasen el agua por su cresta vertedora. Este tipo de proyectos permiten ampliar la elección de materiales incluyendo las presas de tierra y las de enrocamiento.

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

2.9.3. Clasifica según los materiales (Arthur, 1976).

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

Presas de tierra, las de tierra constituyen el tipo de presas más común, principalmente por que en su construcción intervienen materiales en su estado natural que requieren el mínimo de tratamiento. Además, los requisitos para sus cimentaciones son menos exigentes que para los otros tipos. Es probable que las presas de tierra continúen prevaleciendo sobre los demás tipos para fines de almacenamiento parcialmente, debido a que el número de emplazamientos favorables para las estructuras de concreto está disminuyendo como resultado de los numerosos sistemas de almacenamiento de agua que se han emprendido, especialmente en las regiones áridas y semiáridas en la que la conservación del agua para riego es una necesidad fundamental.

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

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

Presas de concreto, del tipo de gravedad: Son estructuras de tales dimensiones que por su propio peso resisten las fuerzas que actúan sobre ellas. Las presas de gravedad, de concreto se adaptan a los lugares en los que si disponen de una cimentación de roca razonablemente sana, aunque las estructura bajas se pueden establecer sobre estratos aluviales si se construyen los dados adecuados.

Se adaptan bien para usarse como cresta vertedora y, debido a esta ventaja, a menudo se usan formano la parte vertedora de las presas de tierra y de erocamiento o de una presa derivadora.

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

Presas de concreto del tipo de contrafuertes, las presas del tipo de contrafuerte comprenden las de losa y las de arco. Requieren aproximadamente el 60% menos de concreto que las presas macizas de gravedad pero los aumentos debido a los moldes y al esfuerzo de acero necesario, generalmente contrarrestan las economías de concreto. Se construyeron varias presas de contra fuerte en la década de los 30's, cuando la relación del costo de la mano de obra al costo de los materiales era comparativamente baja. Este tipo de contrucción no se puede competir generalmente con los otros tipos de presas cuando la mano de obra es cara.

Otros tipos de presa, se han contruido presas de otros tipos aparte de los mencionados, pero la mayor parte de los casos satisfacen los requisitos de los usuales o son de naturaleza experimental. En pocos casos, se han usado acero estructural para la pantalla de aguas arriba y en armaduras de soporte en las presas. Antes de 1920, se construyeron numerosas presas de madera, especialmente en el noreste. La cantidad de mano de obra necesaria en la

construcción de las presas de madera, combinada con la corta vida de la estructura, hace este tipo sea antieconomica en la contrucción moderna.

2.10. Factores fisicos que gobiernan la selección de la presa.

Topografía.

La topografía en gran parte, dicta la primera elección del tipo de presa. Una corriente angosta corriendo entre desfiladeros de roca sugiere una presa vertedora.

Las llanuras bajas, onduladas, con las misma propiedad, sugieren una presa de tierra con vertedor de demasías separado. Cuando las condiciones son intermedias, otras consideraciones toman importancia, pero el principio general de la conformidad con las condiciones naturales siguen siendo la guía principal.

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

2.10.1. Las condiciones geologicas y la cimentación (Arthur, 1976).

Las condiciones de la cimentación depende de las características geológicas y del espesor de los estratos que van a soportar el peso de la presa; de su inclinación, permeabilidad, y la relación con los estratos subyacentes, fallas y fisuras.

La cimentación limitara la elección del tipo de presa en cierta medida, aunque estas limitaciones se modifican con frecuencia al considerar la altura de la presa propuesta. Se discuten en seguida las diferentes cimentaciones comúnmente encontradas.

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

Cimentación de grava, si esta bien compactada, es buena para construir presas de tierra, de enrocamiento, y presas bajas en concreto como la cimentaciones de grava son con frecuencia muy permeables, deben tomarse precauciones especiales contruyendo dados efectivos o impermeabilizantes.

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

Cimentación de arcilla, se pueden usar para apoyar las presas, pero requieren un tratamiento especial. Como pueden producirse grandes asentamientos de la presa si la arcilla no esta consolidada y su humedad es elevada, las cimentaciones de arcilla, generalmente no son buenas para la contrucción de presas de escolleras. Generalmente es encesarrio efectuar pruebas del material en su estado natural para determinar las características de consolidación del material y su capacidad para soportar la carga que va a sostener.

Cimentaciones irregulares, ocasionalmente pueden ocurrir situaciones donde no sera posible encontrar cimentaciones razonablemente uniforme que corresponde a alguna de las clasificaciones anteriores y que obligara a contruir condiciones desfavorables pueden a menudo resolverse empleando detalles especiales en el proyecto. Cada lugar, sin embargo presenta un problema que deben tratar ingenieros experimentados.

2.11. Obra de excedencia para las presas.

Definición.

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

Clasificación .

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

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

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

2.12. Presas de almacenamiento

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

Además no debe de ignorarse que el comportamiento meteorológico es variable y que las avenidas de los ríos, producto de la captación y del escurrimiento de agua

meteórica de su cuenca, suelen tener para distinta magnitud ciclos de retorno mucho mayores que el tiempo de registro estadístico.

Por lo que siempre podrá presentarse una avenida fuerte, para la que no fue calculada la presa, sin que esto signifique falla para el proyecto. No así el vertedor, que tiene o debe tener una base de cálculo para su capacidad mucho más conservadora.

2.12.1. Definición de terminos de la presa de almacenamiento.

Cortina: estructura que tiene por objeto crear un almacenamiento de agua.

Boquilla o sitio: lugar escogido para construir la cortina.

Sección de la cortina: en general, es cualquier corte transversal de la presa.

Altura de la cortina: es la distancia vertical máxima entre la corona y la cimentación.

Corona o cresta: es la superficie superior de la cortina, normalmente, es parte de la protección de la presa contra oleaje y sismo, y sirve de acceso a otras estructuras.

Talud: es cualquier plano que constituye una frontera entre los materiales de la cortina o con el medio circundante.

El corazón impermeabilizante: es el elemento de la presa que sierra el valle al paso del agua contenida en el embalse o vaso.

Respaldo impermeable: Son las masas granulares que integran, con el corazón impermeable, la sección de la cortina, puede estar formados por filtros, transiciones y enrocamiento.

NAME: abreviación del nivel de aguas, máximo extraordinario; es la elevación del agua en el vaso cuando la presa esta llena y además funciona el vertedor a su máxima capacidad. La diferencia entre la elevacion de la corona y el NAME es el bordo libre (Marsal y Resendiz, 1983).

2.13. Fuerzas que obran sobre la presa.

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

2.14. Requisitos de estabilidad de la presa.

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

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

2.15. Vaso de la presa.

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

2.16. Obras de toma de la presa.

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

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

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

Consideraciones necesarias.

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

Clasificación.

El colegio de posgraduados de Chapingo (1980), las clasifica como: obras de toma de válvulas a la salida y obra de toma con muros de cabeza de mampostería y compuertas deslizables, la selección de tipo de obra a escoger estará determinada por la cantidad de agua que se maneje y el aspecto económico de la obra.

2.17. Vertedor de demasías

United States Department of Interior Bureau of Reclamation (1978), la función de los vertedores de demasías en las presas de almacenamiento y en los reguladores es dejar pasar el agua excedente o de avenidas que no cabe en el espacio

destinado para el almacenamiento y en las presas derivadoras dejar pasar los excedentes que no se envían al sistema de derivación. La importancia que tiene un vertedor seguro no se puede exagerar, muchas de las fallas de las presas se a debido a vertedores mal proyectados o de capacidad insuficiente. Además de tener suficiente capacidad, el vertedor debe ser hidráulico y estructuralmente adecuado, y debe estar localizado de manera que las descargas del vertedor no erosionen ni socaven el talón de agua debajo de la presa. Las superficies que forman el canal de descarga del vertedor deben ser resistente a las velocidades erosivas creadas por la caída desde la superficie del vaso a la de descarga y generalmente es necesario algún medio para disipación de la energía al pie de la caída.

2.18. Estudio de avenidas

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

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

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

Secretaría de Recursos Hidráulicos (1973), la determinación de la máxima avenida probable se basa en la consideración racional de las probabilidades de la

ocurrencia simultánea de los diferentes elementos o condiciones, que contribuyen a la formación de la avenida. Uno de los factores más importantes, es la determinación del escurrimiento que pueda resultar de la ocurrencia de una tormenta máxima probable, basada en factores meteorológicos.

Comisión Federal de Electricidad (1980), Manual de Diseño de Obras Civiles Número A 2.9, cita que el escurrimiento se origina cuando la lluvia es de tal magnitud que excede la capacidad de infiltración o retención del terreno y vegetación, el excedente da origen al proceso de escurrimiento y se desplaza por efecto de gravedad hacia las partes más bajas de la cuenca, reconociendo arroyos más cercanos. También cita que las estimaciones del gasto por medio del método de secciones y pendientes es un problema hidráulico distinto para cada avenida, pero puede utilizarse para tomarse un parámetro y situar la magnitud de las avenidas, basándose en las huellas dejadas por la corriente y a la topografía de la sección transversal esto utilizando la fórmula de Manning bajo ciertas recomendaciones.

Secretaría de Recursos Hidráulicos (1975), menciona que un gran porcentaje de fracaso en las obras hidráulicas se deben a la subestimación de las avenidas máximas de la corriente que es posible esperar, y por lo tanto a la diferente capacidad de la obra de excedencia para dar paso a la dicha avenida.

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

Método directo.

Secretaría de Recursos Hidráulicos, (1975); dice que la determinación del gasto de una avenida utilizando el método de sección y pendiente y servirá de comparación con el gasto determinado con las curvas ensolventes.

Métodos indirectos:

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

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

Donde:

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

A= área de la cuenca, en km^2

q= gasto máximo por unidad de área de la cuenca, en $m^3/ seg./km^2$

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

$$Q_p = 0.278 C i A$$

Donde:

Q_p= gasto máxima o de pico, en m^3

C= coeficiente de escurrimiento

I = intensidad media de lluvia para una duración al tiempo de contracción de la cuenca, mm/h.

A= área de la cuenca, en km^2

Para calcular el tiempo de concentración se utiliza la forma de Kirpich

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

Donde:

t_c = tiempo de concentración, en hrs.

L = longitud del cauce principal, en km^2

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

III.- MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Datos generales

El concentrado siguiente es para dar a conocer el nombre de la zona de estudio, la cual se utilizó para poder buscar fuentes de información y consultar recursos en línea para planear la forma de trabajo acorde al lugar.

Concentración de identificación zona estudio.

Tabla 3.2: Tabla de concentrado de identificación zona de estudio

Nombre de la obra:	Presas Derivadora de Mampostería
Comunidad beneficiada:	Ejido Jalpa
Municipio:	General Cepeda
Estado:	Coahuila
Inversión:	\$1,077,547.60
Finalidad de la obra:	Derivar y almacenar (2,000,000 m ³) de agua de escurrimiento superficial del cauce hacia la presa de tierra.
Programa:	COUSSA

3.2. Propósito de la obra.

Utilizar racionalmente el agua de escurrimientos superficiales provocados por las lluvias y derivarlos hacia la presa de tierra existente.

3.3. Localización.

La presa derivadora se pretende construir en el arroyo San Miguel el cual se localiza a 3 km del ejido Jalpa. La ubicación geográfica de la presa es 25°31'29.73" latitud norte y 101° 46'45.74" longitud oeste a 1309 msnm.



Figura 3.4: Ubicación del Municipio de General Cepeda, Coahuila

Rutas de acceso al ejido Jalpa, Municipio de General Cepeda, Coahuila

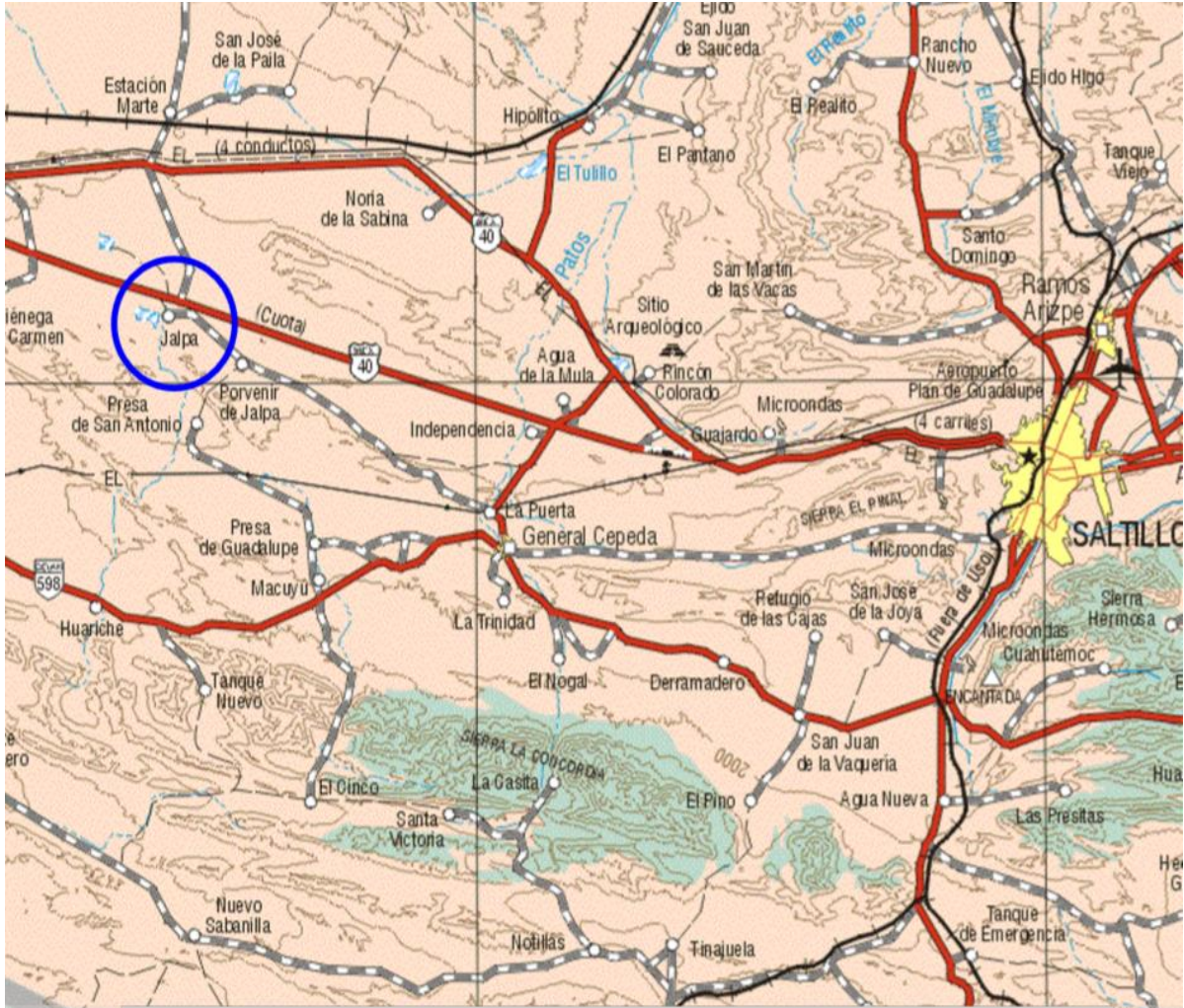


Figura 3.5: Ejido Jalpa se encuentra a 72 km de Saltillo por la autopista Saltillo – Torreón (40)

3.4. Climatología.

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

Cartas de climatología

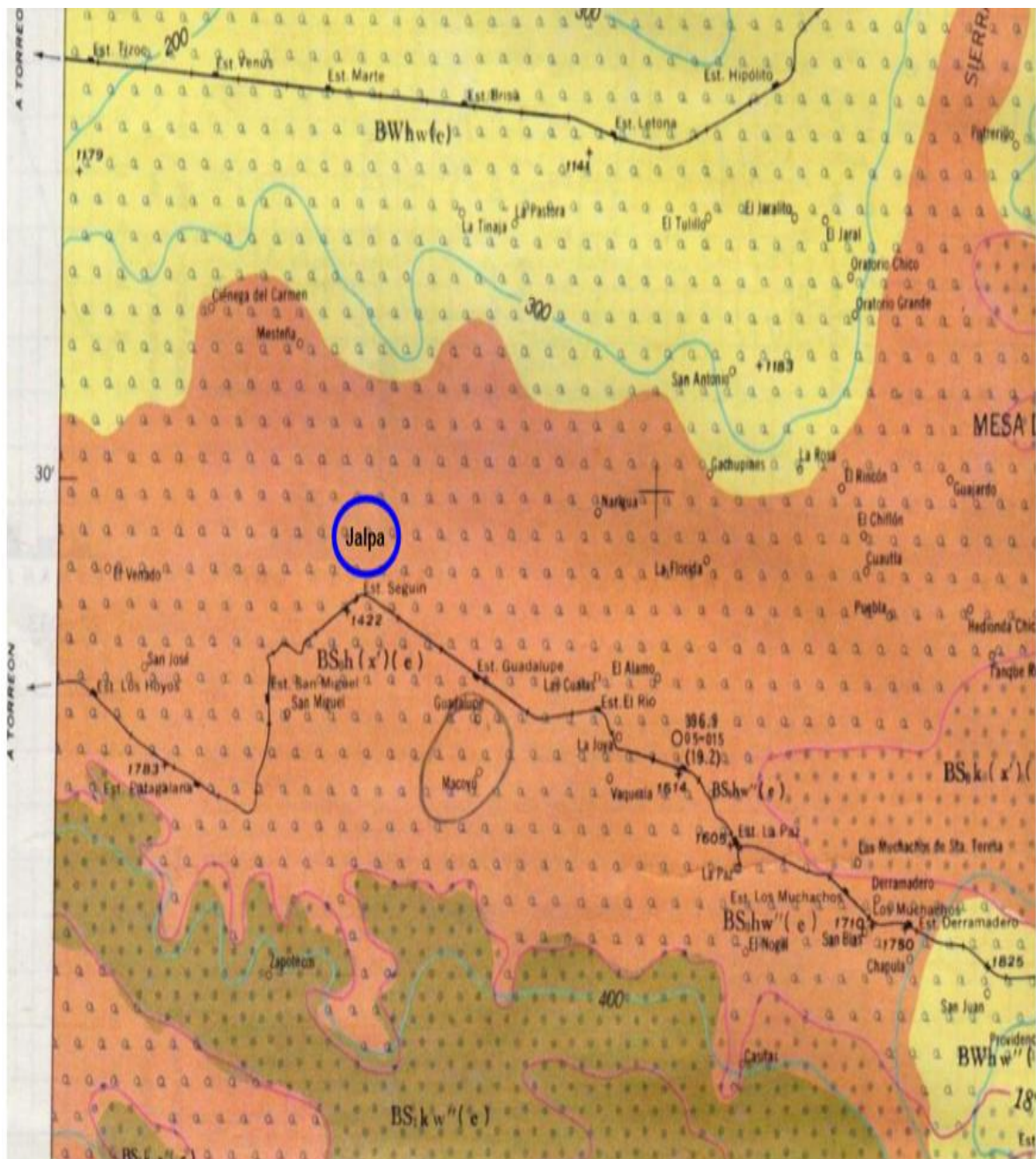
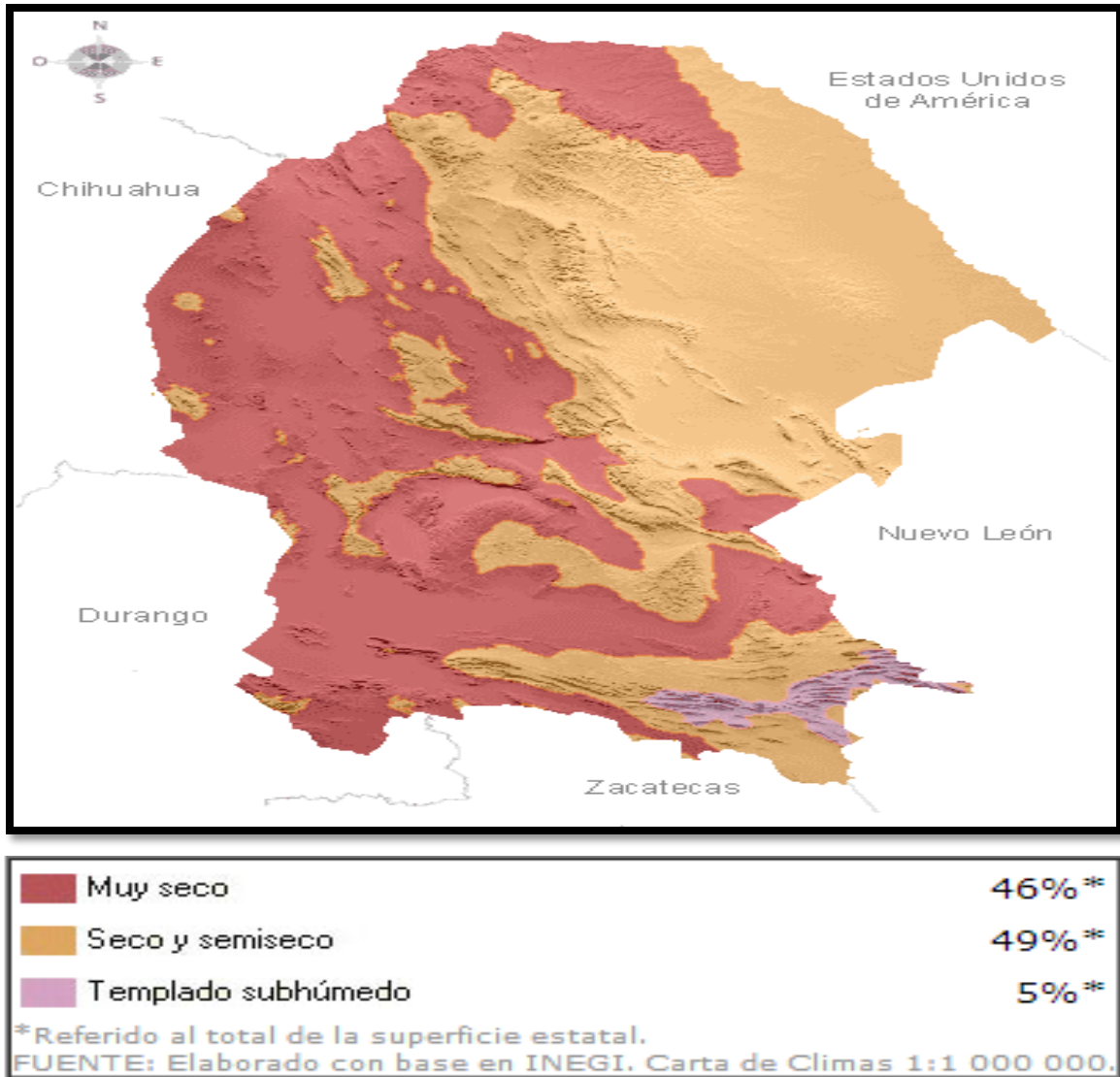


Figura 3.6: Eje Jalpa, precipitación de 350 mm

Figura 3.7: Climatología del Estado de Coahuila



3.5. Precipitaciones

Durante el periodo de 1951-2010 las estadísticas reportan por las normales climatológicas de la precipitación media anual del municipio de General Cepeda es de 350 mm, registrandose normalmente en los meses de marzo, abril, mayo, junio, julio, y septiembre. Escases el resto del año.

Tabla 1.3: Normales Climatológicas

SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL

ESTADO DE: COAHUILA DE ZARAGOZA

PERIODO: 1951-2010

ESTACION: 00005016 GENERAL CEPEDA
MSNM.

LATITUD: 25°22'59" N.

LONGITUD: 101°28'32" W.

ALTURA: 1,400.0

ELEMENTOS ANUAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC

--												
TEMPERATURA MAXIMA												
NORMAL	20.1	22.2	26.2	29.4	32.1	32.5	31.6	31.0	28.7	26.6	23.3	20.6
27.0												
MAXIMA MENSUAL	26.5	34.4	32.8	35.6	38.7	37.6	35.4	34.9	33.8	31.6	27.0	27.6
AÑO DE MAXIMA	1960	1962	1963	1952	1952	1998	1998	2001	2000	2004	1960	1954
MAXIMA DIARIA	36.0	37.5	50.0	42.0	46.0	42.0	40.5	41.0	41.0	38.0	38.0	35.0
FECHA MAXIMA DIARIA	10/1953	16/1962	24/1952	11/1952	22/1952	03/1998	28/1964	03/1996	01/1979	30/2000	22/2003	18/1952
AÑOS CON DATOS	55	52	55	56	54	55	55	55	56	56	55	55
TEMPERATURA MEDIA												
NORMAL	12.7	14.3	17.8	21.1	23.9	25.0	24.5	23.9	21.9	19.4	15.8	13.4
19.5												
AÑOS CON DATOS	55	52	55	56	54	55	55	55	56	56	55	55
TEMPERATURA MINIMA												
NORMAL	5.3	6.4	9.4	12.8	15.8	17.5	17.3	16.9	15.1	12.2	8.4	6.1
11.9												
MINIMA MENSUAL	1.9	1.4	5.4	5.4	5.0	14.1	13.5	14.1	12.1	8.1	5.2	2.6
AÑO DE MINIMA	1985	1951	1996	1952	1952	2006	2006	1965	1963	1965	1999	1989
MINIMA DIARIA	-7.0	-12.0	-6.0	-0.3	3.0	8.0	9.0	7.0	4.0	0.4	-4.0	-11.0
FECHA MINIMA DIARIA	06/1979	02/1951	13/1951	14/1980	05/1952	01/1957	12/2000	09/2007	30/1999	31/1958	19/1980	25/1983
AÑOS CON DATOS	55	52	55	56	54	55	55	55	56	56	55	55
PRECIPITACION												
NORMAL	10.7	10.1	6.5	11.8	22.4	46.2	64.4	65.9	59.2	26.3	11.1	12.5
347.1												
MAXIMA MENSUAL	78.5	90.0	64.0	68.0	93.5	141.5	201.0	177.8	158.0	120.0	74.0	51.0
AÑO DE MAXIMA	1992	1959	1997	1985	1996	2000	2007	1995	1973	1958	1976	1986
MAXIMA DIARIA	35.0	30.0	22.0	28.0	64.0	50.5	77.0	66.0	120.0	58.0	30.0	28.0
FECHA MAXIMA DIARIA	30/1984	10/1959	10/1997	08/1985	31/1996	11/1993	29/2007	01/1995	20/1963	11/2003	02/1958	02/1989
AÑOS CON DATOS	55	52	55	56	54	55	55	55	56	56	55	55

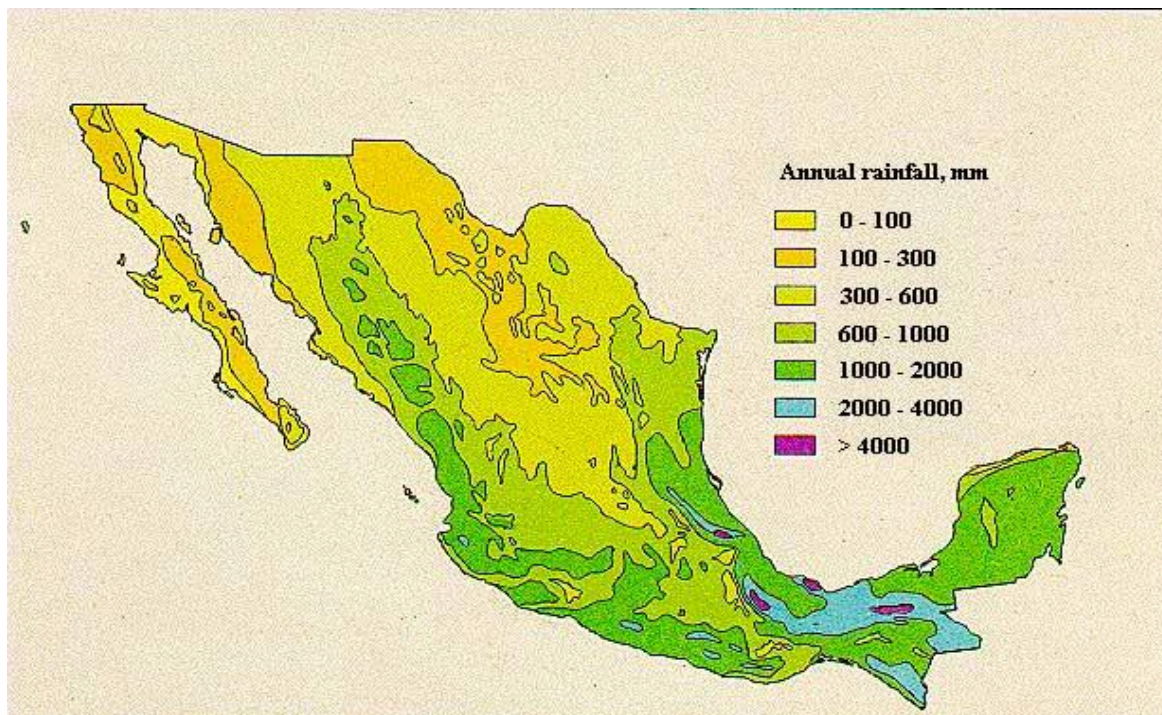


Figura 3.8: Source: Instituto Nacional de Estadística Geografía e informática. Dirección General de Geografía. Cartas de precipitación Total Anual, escala 1:1000000, México.

3.6. Estudios Hidrológicos

De acuerdo con la ayuda del software satelital, simulador de flujo de aguas de cuencas hidrológicas (SIALT). La presa de mampostería tiene una cuenca de 510km^2 , tomando en cuenta las precipitaciones medias anuales, el volumen de escurrimiento anual es de $178,500,00\text{ m}^3$.

Tabla 3.4: Concentrado del estudio Hidrológico de acuerdo el SIALT.

Área de la cuenca	$510\text{ km}^2 = 510,000,000\text{ m}^2$
Precipitación media anual	$350\text{ mm} = 0.35\text{ m}$
Volumen anual para lluvia precipitada	$178,500,000\text{ m}^3$
Coeficiente de escurrimiento	$0.1 = 10\%$
Volumen anual escurriendo	$17,850,000\text{ m}^3$
Volumne aprovechable	$60\% = 10,710,000\text{ m}^3$

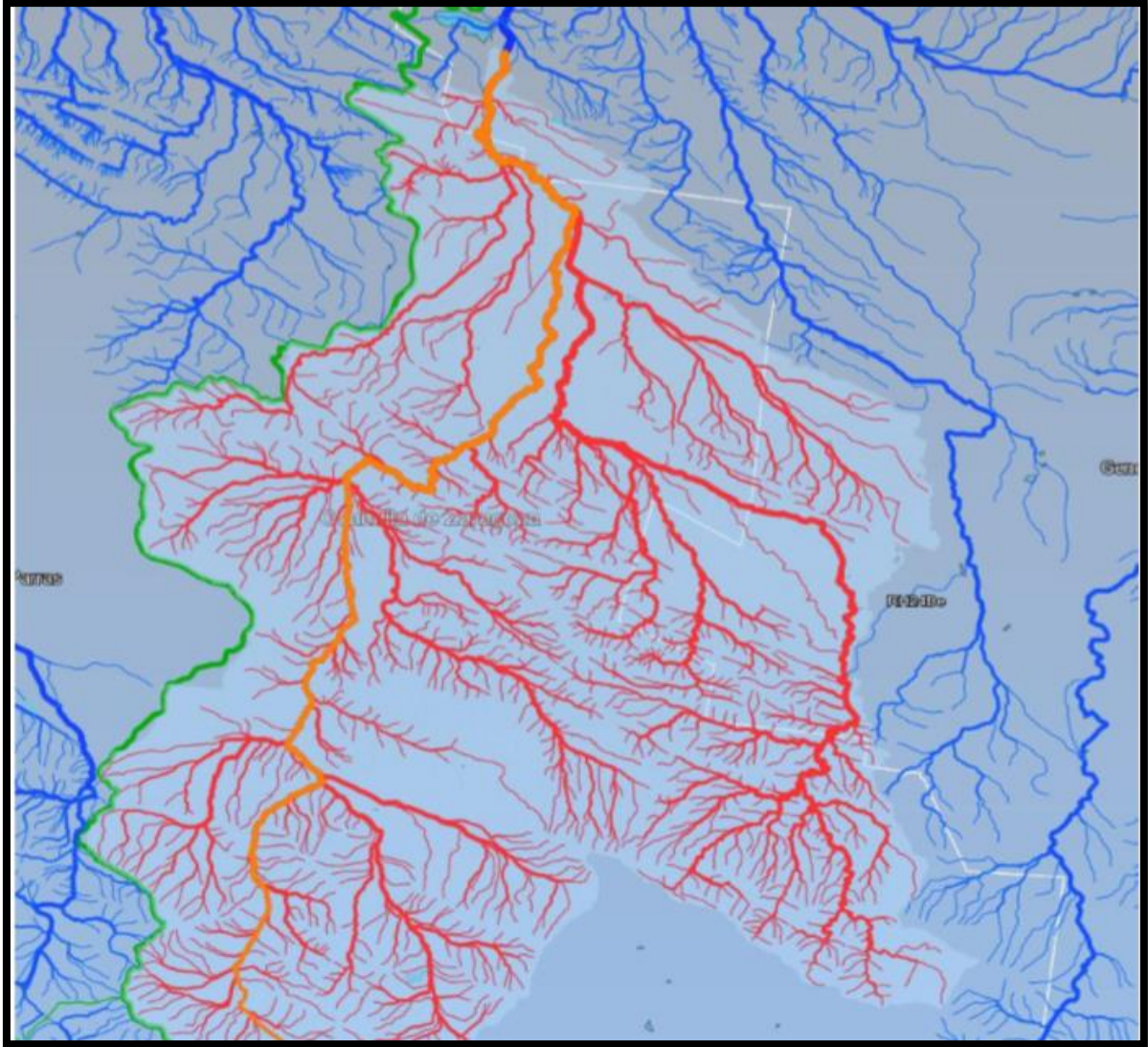


Figura 3.9: Cuenca hidrológica de la presa en el ejido Jalpa, Municipio de General Cepeda, Coahuila.

3.7. Avenida maxima

Para determinar la avenida máxima utilizaremos gráficas de gastos propuestos para proyectos de puentes en la republica mexicana en el cual el gasto está en función del área de la cuenca en km^2 . El gasto obtenido con la gráfica es de $375 m^3/seg$ para una cuenca de $510 km^2$.

3.8.3. Características del suelo

El tipo de suelo es franco-arcilloso y la vegetación es predominantemente matorral inerme y subinerme y de crasorosulifolius.

3.9. Estudios hidrológicos

La presa de mampostería tiene una cuenca de 510 km^2 . Tomando en cuenta las precipitaciones medidas anuales, el volumen de escurrimiento anual es de $17,850,000 \text{ m}^3$.

Tabla 3.5: Datos de la cuenca Hidrológica

Área de la cuenca	$510 \text{ km}^2 = 510,000,000 \text{ m}^2$
Precipitación media anual	$350 \text{ mm} = 0.35 \text{ m}$
Volumen anual para lluvia precipitada	$178,500,000 \text{ m}^3$
Coeficiente de escurrimiento	$0.1 = 10 \%$
Volumen anual escurriendo	$17,850,000 \text{ m}^3$
Volumen aprovechable	$60 \% = 10,710,000 \text{ m}^3$

Para el análisis del estudio hidrológico tomo en cuenta los datos de las precipitaciones de General Cepeda, Coahuila, las primeras se describen en el tabla 1. Y conforme a las precipitaciones se obtuvo el periodo de retorno.

$$T = \frac{n+1}{m} \quad \text{Y} \quad P = \frac{m}{n+1}$$

Donde:

T: Período de retorno (años)

n=Número de años de registro

m=Número de orden.

P= Probabilidad

Tabla 3.6: Precipitaciones de 40 años de General Cepeda

Número	Años	Lluvia máxima (mm)	$(K-1)^2$	Probabilidad P, (%)
1	1988	116	5.39443	2.4390
2	1961	81	1.74263	4.8780
3	1995	71.5	1.09826	7.3171
4	1967	61	0.55835	9.7561
5	1978	55	0.33105	12.1951
6	1996	51	0.21233	14.6341
7	1963	49	0.16282	17.0732
8	2002	44	0.06775	19.5122
9	1966	43	0.05366	21.9512
10	1985	40	0.02123	24.3902
11	1976	40	0.02123	26.8293
12	1974	40	0.02123	29.2683
13	1981	36	0.00097	31.7073
14	1977	36	0.00097	34.1463
15	1990	35	0.00001	36.5854
16	1989	34	0.00068	39.0244
17	1983	32	0.00696	41.4634
18	1973	31	0.01256	43.9024
19	1971	31	0.01256	46.3415
20	1992	29	0.02868	48.7805
21	1979	28	0.03920	51.2195
22	1972	28	0.03920	53.6585
23	1987	27	0.05136	56.0976
24	1970	26	0.06517	58.5366
25	1965	26	0.06517	60.9756
26	1998	25.5	0.07269	63.4146
27	1991	24	0.09770	65.8537
28	1997	23.5	0.10686	68.2927
29	1964	23.5	0.10686	70.7317
30	1993	22	0.13679	73.1707
31	1975	22	0.13679	75.6098
32	2001	21.5	0.14759	78.0488
33	1969	21	0.15880	80.4878
34	1986	20	0.18245	82.9268
35	1968	20	0.18245	85.3659
36	1962	20	0.18245	87.8049
37	1982	19	0.20774	90.2439
38	1984	15	0.32530	92.6829
39	1980	15	0.32530	95.1220
40	1994	14	0.35880	97.5610
	Σ	1396.5	K= Prec/Med	
	Media	34.9125	$P=(m/N+1)*100$	

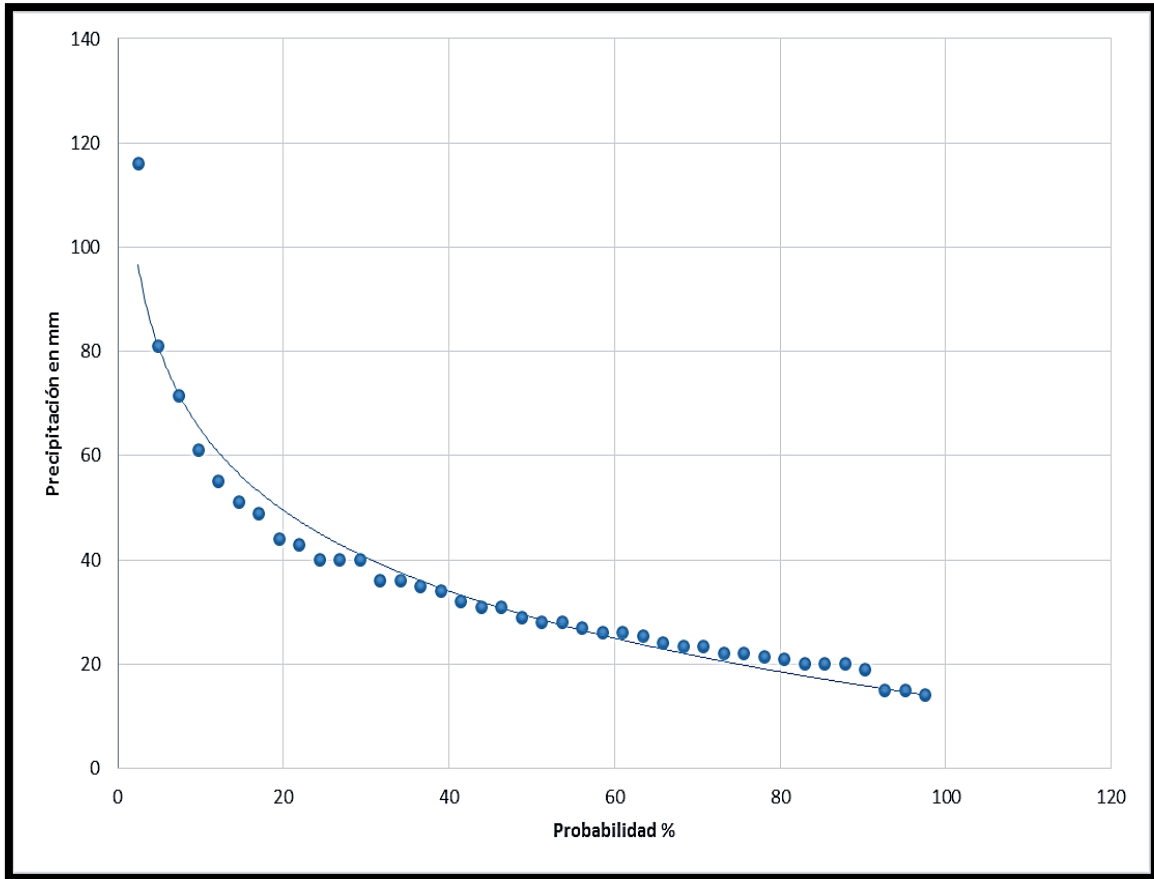


Figura 3.11: Curva de probabilidad de las precipitaciones máximas diarias (mm).

3.10. Coeficiente de escurrimiento

Para calcular el coeficiente de escurrimiento tenemos que saber las variables como el área de la cuenca, la precipitación media, el tipo de terreno, que suelo es y la vegetación de existen, para esto nos basamos en las cartas de INEGI como son las edafológica, topográficas y los uso de suelo para obtener valores planteado. En los cuadros anteriores podemos ver los coeficientes en función de las características de las variables mencionadas.

Ecuación para determinar el coeficiente de escurrimiento.

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

Donde:

Ac = área de la cuenca

Pm = precipitación media

Cv = cobertura vegetal

Gs = tipo de suelo

Tabla 3.7: Coeficiente de escurrimiento en la cuenca

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

Tabla 3.8: El coeficiente de escurrimiento de la cuenca en estudio

Descripción	Datos	Coeficiente de escurrimiento
Área de la cuenca	510 km²	0.10
Precipitación	350 mm	0.05
Cubierta vegetal	Bosque matorral	0.15
Permeabilidad del terreno	Moderado permeabilidad	0.20

Ahora con los valores obtenidos sustituimos en la ecuación para obtener el coeficiente de escurrimiento.

$$C_e = (C_e/A_c + C_e/P_m + C_e/C_v + C_e/G_s) / 4$$

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

$$C_e = \mathbf{0.125}$$

Finalmente obtenemos que el coeficiente de escurrimiento sea de 0.125

3.11. Escurrimiento medio anual

Considerando el área de la cuenca (510 km²) y considerando la precipitación media anual de la zona de los últimos años (350 mm). El cálculo del escurrimiento medio anual se realizó aplicando la siguiente fórmula;

$$E_mA = (A \times C_e \times P_m)$$

Donde:

$$E_mA = \text{Escurrimiento medio anual (m}^3\text{)}$$

C_e = Coeficiente de escurrimiento

A = Área de la cuenca km²

P_m = Precipitación media anual (mm)

$$E_mA = (510,000,000 \text{ m}^2 \times 0.1 \times 0.35 \text{ m})$$

$$EmA = 17,850,000 \text{ m}^3$$

3.12. Calculo del volumen medio anual escurrido

Tenemos que estimar el valor del volumen anual escurrido para que nos pueda llevar a un volumen anual por lluvia, esta operación es muy sencilla y consiste en multiplicar el coeficiente de escurrimiento que obtuvimos de la cuenca de estudio por el escurrimiento medio anual y así obtenemos el volumen anual escurrido .

$$Va \text{ esc} = (Ce \times EmA)$$

$$Va \text{ esc} = (0.125 \times 17,850,000 \text{ m}^3)$$

$$Va \text{ esc} = 2,231,250 \text{ m}^3$$

Donde:

Ce = coeficiente de escurrimiento

EmA = escurrimiento medio anual m^3

3.13. Calculo del volumen aprovechable medio anual

Para este cálculo vamos hacer la siguiente operación estimando a un 70% ya que dado el coeficiente es 0.10 o 10 % y le sumamos las perdidas por evaporación e infiltración obtenemos a un 0.20 o 20%, por esa razón decimos que es al 70%.

$$VAMA = 0.7 (EMA)$$

$$VAMA = 0.7 (17,850,000 \text{ m}^3)$$

$$VAMA = 12,495,000 \text{ m}^3$$

3.14. Avenida máxima

En 1865 C.H. Dickens publicó un artículo llamado Gasto de Avenidas de rios en donde planteó usar para el cálculo de las avenidas máximas la siguiente ecuación.

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

Donde:

Q= gasto del proyecto en (m^3 /seg)

A= área de la cuenca en km^2

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

0.0139 = factor de conversación y de homogeneidad de unidades

$$Q = 0.0139 (300) (510)^{0.75}$$

$$Q = 447.521 m^3/seg$$

Así tenemos cual es nuestra avenida máxima dato de suma importancia ya que con este es la base para el diseño de la presa, es decir la diseñaremos con este gasto máximo. Ya que se implemento este método para determinar las avenidas máximas a diferencia de muchos autores esta ecuación relaciona las variables de la precipitación, de hecho de ahí el coeficiente “C” de la ecuación ya que los parámetros que establece dan valores dependiendo de las precipitaciones y tipo de suelo. A continuación se presenta la siguiente tabla.

La secretaria de comunicaciones y transporte propone valores de C extraído del “Manual para Ingenieros de Carreteras” de Harger y Bonney.

Tabla 3.9: Características topográficas de la cuenca

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

3.15. Métodos para calcular avenidas de cuencas no aforadas

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

3.15.1. Método de Ryves

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

A = área de la cuenca en km^2

$$A = 510 km^2$$

$$Q = 10.106 (510 km^2)^{0.67}$$

$$Q = 658.644 m^3/seg$$

3.15.2. Método de Valentini

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

A = área de la cuenca en km^2

$$A = 510 km^2$$

$$Q = 27 (510 km^2)^{0.5}$$

$$Q = 609.745 m^3/seg$$

3.15.3. Método de kuichling

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

A = área de la cuenca en km^2

$$A = 510 \text{ km}^2$$

$$Q = \left(\left(\frac{3596.24}{510+958.296} \right) + 0.081 \right) * 510$$

$$Q = 1290.43 \text{ m}^3/\text{seg}$$

3.16. Diseño de la obra

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

Tabla 3.10: Características de la presa.

LONGITUD DE LA CORTINA.....	18 m
ANCHO DE LA CORONA.....	1 m
ALTURA MÁXIMA.....	3.5 m
ELEVACIÓN DE LA CORONA.....	1304.5 msnm
ELEVACIÓN DE EMBALSE MÁXIMO.....	1305.15 msnm
ANCHO DE LA BASE.....	3.5 m
TANQUE AMORTIGUADOR.....	3 m
TALUD AGUAS ARRIBA.....	0:0
TALUD AGUAS ABAJO.....	0.61

Resistencia a la compresión $f=150 \text{ kg/cm}^2$

Proyecto Jalpa



Figura 3.12: Localización de la presa y rápida del proyecto Jalpa

3.16.1. Diseño de la presa Jalpa

Medidas

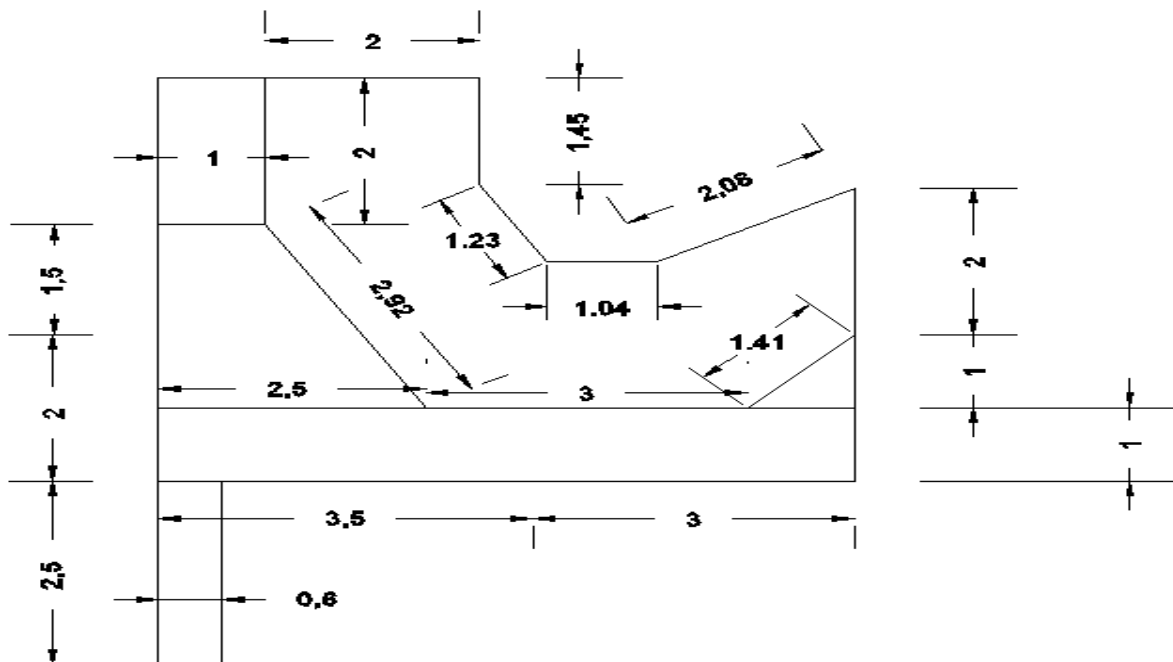


Figura 3.13: Medidas de la presa Jalpa, realizado por el software de AutoCAD

Áreas

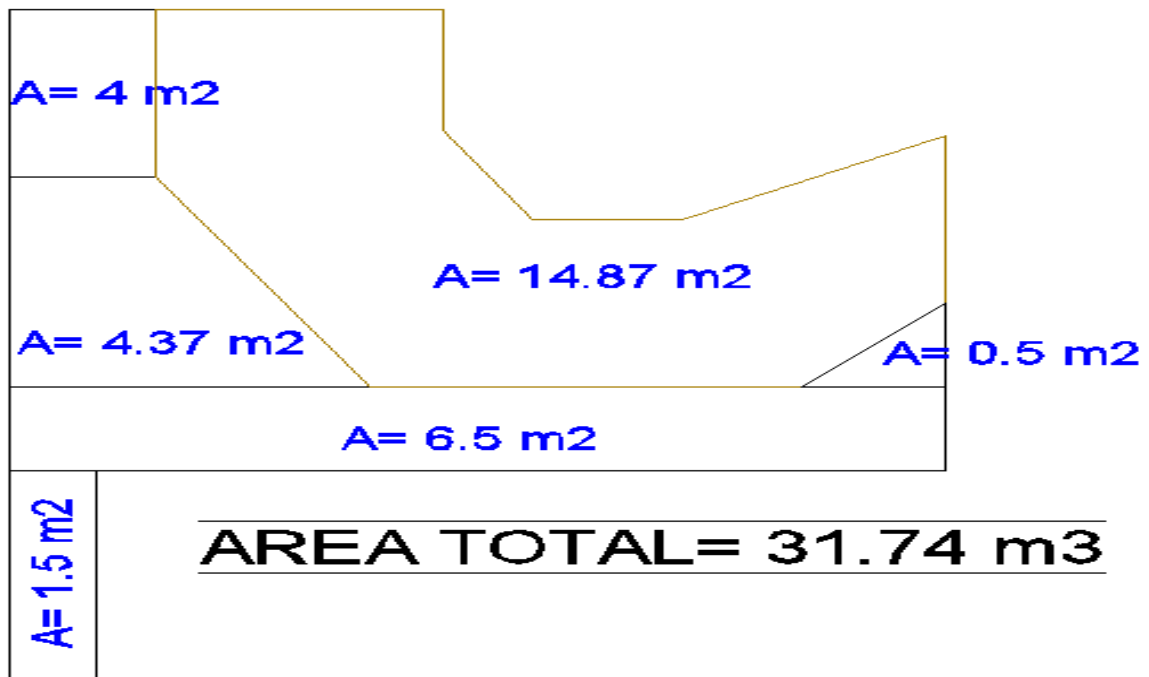


Figura 3.14: Áreas de la presa Jalpa, realizado por el software de AutoCAD

Volumen

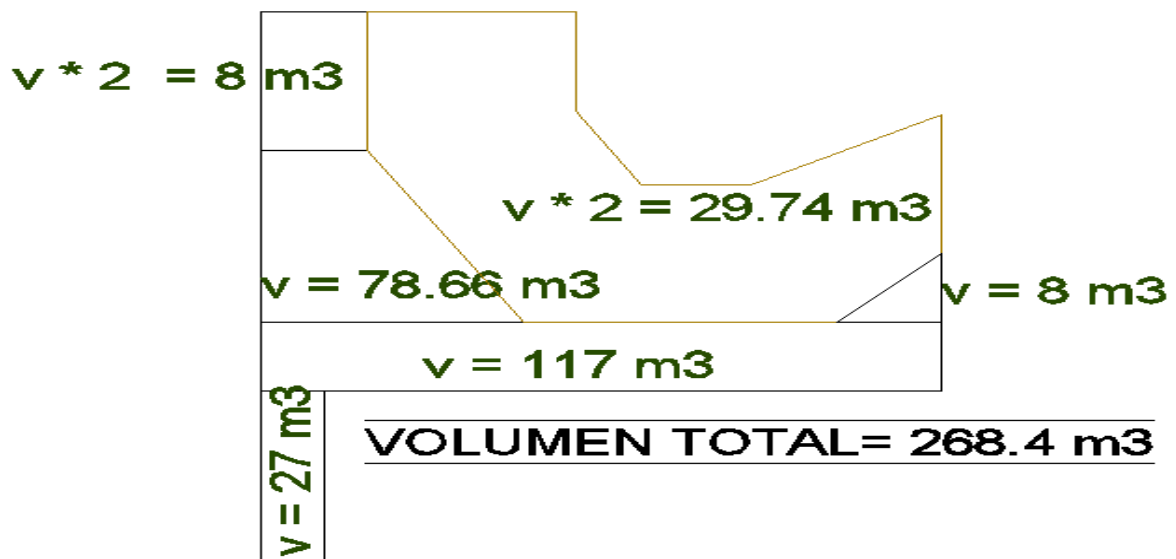


Figura 3.15: Volumetría de la presa Jalpa, realizado por el software de AutoCAD.

Isometría de la presa

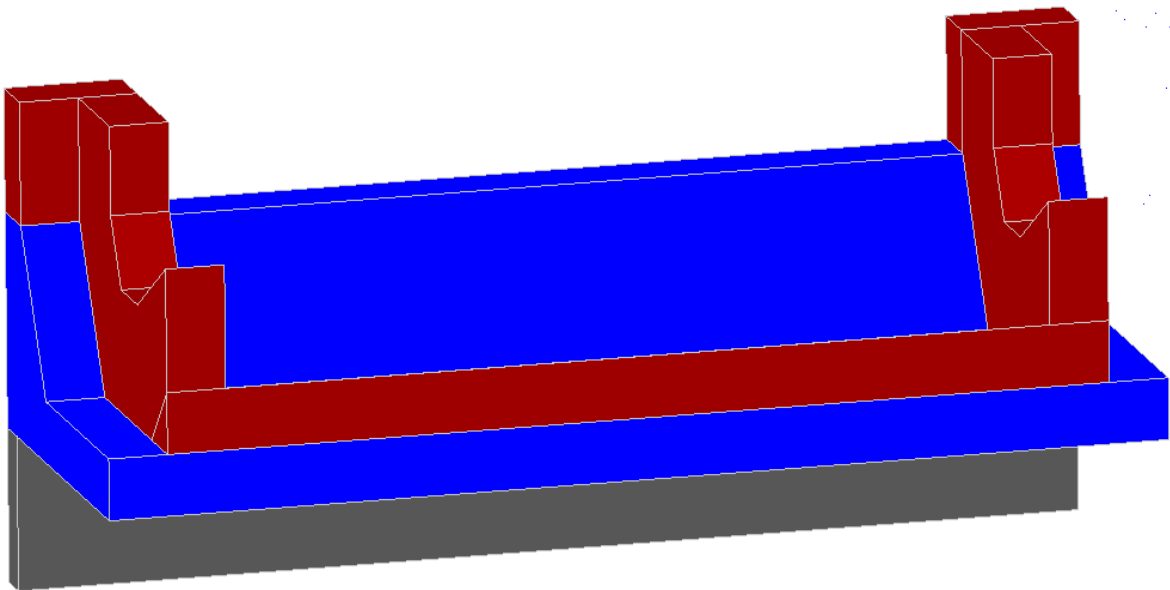


Figura 3.16: Vista del diseño en 3D realizado en el software de AutoCAD

3.17. Esquema del diseño de rápida, muro dissipador de energía y desarenador

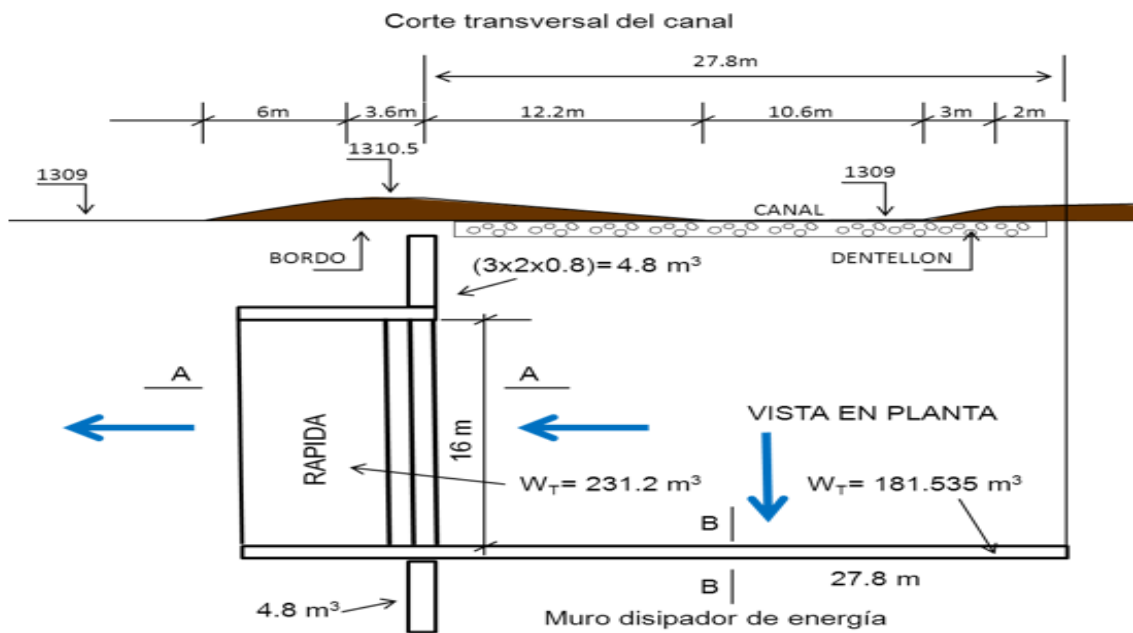


Figura 3.17: Vista de la rápida y el muro dissipador de energía diseñado en el software de AutoCAD

Rápida

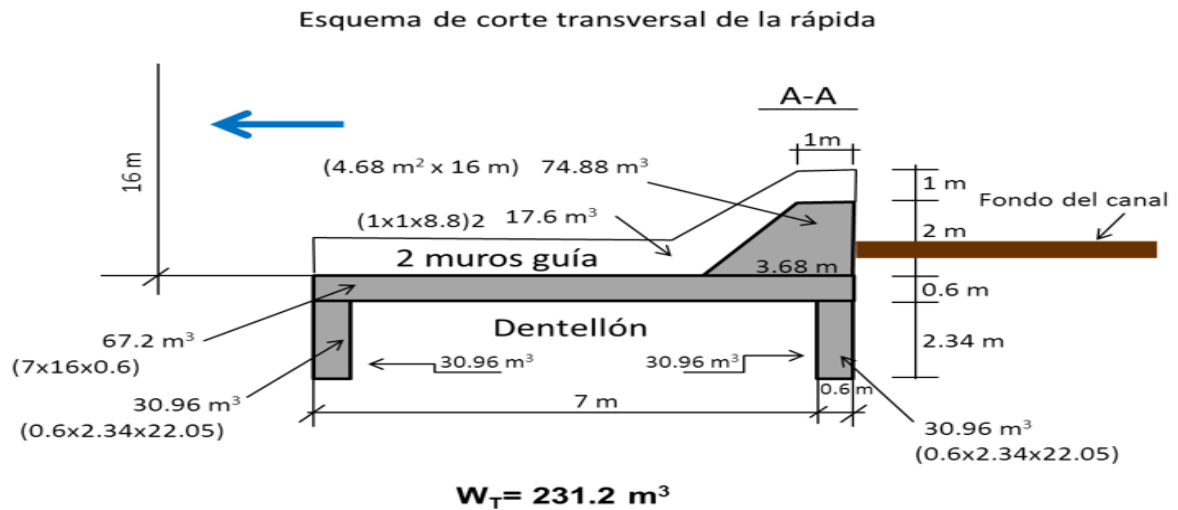


Figura 3.18: Vista de la rápida diseñado en el software de AutoCAD

Muro dissipador de energía

Esquema de corte transversal del muro dissipador de energía

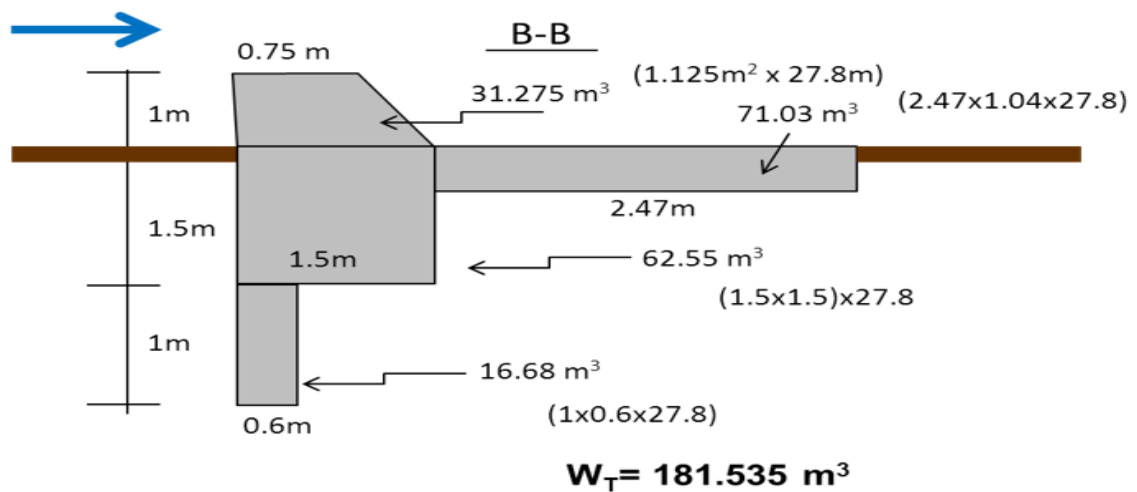
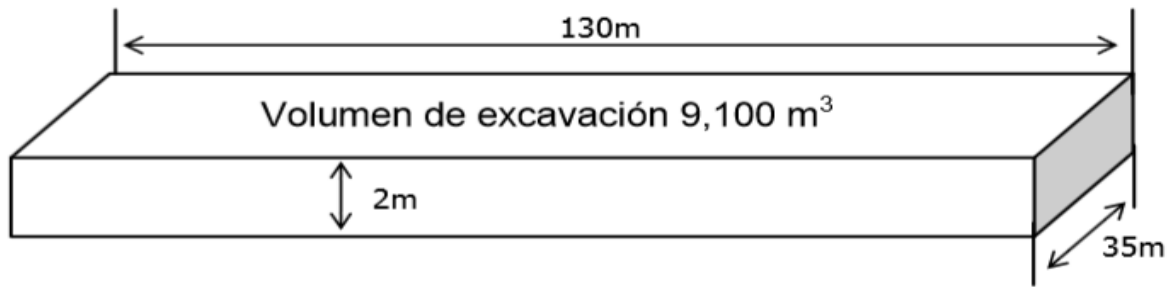


Figura 3.19: Muro dissipador de energía diseñado en el software de AutoCAD

Figura 3.20: Desarenador que formara parte de la obra rápida



3.18. Obras de excedencias:

El vertedor de demasías del muro de derivación tiene una capacidad para desfogar 375 m³/seg. Para calcularlo se usó la siguiente fórmula:

$$Q = b m (2g)^{\frac{1}{2}} \cdot h^{\frac{3}{2}} \quad h = \left(\frac{Q}{bm(2g)^{\frac{1}{2}}} \right)^{\frac{2}{3}} \quad h = \left(\frac{375}{(61.8)(0.49)(2 \times 9.81)^{\frac{1}{2}}} \right)^{\frac{2}{3}} = 1.98 \text{ mts.}$$

Dónde:

$$b = 61.8 \text{ m} = \text{v. presa nueva} + \text{v. presa existente} = 14 \text{ mts} + 47.8 \text{ mts} = 61.8 \text{ mts.}$$

$$m = 0.49$$

$$h = 1.98 \text{ m}$$

$$Q = 375 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Donde:

m-coeficiente de gasto

b- ancho del vertedor

h -carga sobre el vertedor

De acuerdo con el resultado de h=1.98m, la obra de excedencias tiene suficiente capacidad para desfogar la avenida máxima.

3.19. Obra de toma:

La obra de toma se proyecta a la parte central del muro.

El gasto en la obra de toma se determina por la formula siguiente:

$$Q = AV = m^3/seg$$

Tomando en cuenta la obra de toma representa un conducto cerrado, entonces el gasto máximo de desfogue es igual a:

$$Q = \frac{\pi d^2}{4} [(Hx2g/c)]^{0.5} = m^3/seg$$

$$Q = [3.1416 \times (0.254)^2] / 4 * [(3.5 \times 2(9.81)/c)]^{0.5}$$

$$Q = m^3/seg$$

Donde:

$$\frac{\pi d^4}{4} = A \sim \text{área de la sección viva de la tubería}$$

$$[(Hx2g/c)]^{0.5} V \sim \text{Velocidad del agua en la tubería } m/seg$$

C ~ coeficiente de resistencia hidráulica

$$C = [1 + Cent + Cv + (fl)/d] = 2.12$$

Donde:

D= diámetro de la tubería en metros

$$Cent = 0.5$$

$$Cv = 0.09$$

$$f = 0.03$$

$$l = 4.5 \text{ m}$$

$$d = 10 \text{ pulgadas} = 0.254 \text{ m}$$

$$H = 3.5 \text{ m}$$

$$Q = 0.28 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$Q = 280 \text{ l/seg}$$

3.20. Norma de riego

Tomando en cuenta las precipitaciones medias de la región, se determinará la norma de riego para los cultivos de forraje que es aproximadamente 5,000-6,000 m³/ha.

3.21. Posible área a irrigar

Tomando en cuenta que el volumen aportado es de 10, 710,000 m³, vemos que se tiene agua para regar 2,142 has.

3.22. Estimación de la estabilidad del muro de la presa

En este apartado tendremos que estimar ciertas variables que darán la estabilidad y la resistencia a nuestra presa que en este caso se cuenta como una obra hidráulica basada en un muro con un solo lado totalmente perpendicular al suelo y por otro lado un vertedor demasías la altura de la presa constante desde el nivel del suelo hasta la parte más alta de la cresta 3.5 m, el peso específico del ciclópeo = 2300 kg/ m³ y el agua es = 1000 kg / m³.

Calculo de la estabilidad del muro

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

Donde

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

B= sección del muro de un metro de ancho

Tenemos que el diagrama de presiones es:

$$A_{D.P} = \left(\frac{\gamma(h_p + h \text{ carga}) + \gamma(h \text{ carga})}{2} \right) * h_p$$

$$A_{D.P} = \left(\frac{1000 \frac{kg}{m^3} (3.5m + 1.98m) + 1000 \frac{kg}{m^3} (1.98m)}{2} \right) * 3.5m$$

$$A_{D.P} = 13055 \frac{kg}{m}$$

3.23. Calculo de la fuerza resultante de la presión hidrostática

$$F_{R.P.H} = 13055 \frac{kg}{m} * 1m$$

$$F_{R.P.H} = 13055 \text{ kg}$$

$$F_{R.P.H} = 13.055 \text{ ton}$$

3.24. Calculo del peso del muro (pw) área

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

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

$$A = 7.87 \text{ m}^2$$

3.25. Volumen del muro

$$V = A * B$$

$$V = 7.87 \text{ m}^2 * 1m$$

$$V = 7.87 \text{ m}^3$$

3.26. Peso del muro

$$pw = v * \gamma \text{ ciclopeo}$$

$$pw = 7.87 \text{ m}^3 * 2300 \frac{kg}{m^3}$$

$$pw = 18101 \text{ kg}$$

$$pw = 18.101 \text{ ton}$$

3.27. Calculo de la fuerza resultante

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

$$\alpha = \frac{13.055 \text{ ton}}{18.101 \text{ ton}}$$

$$\tan^{-1}(\alpha) = 0.721$$

$$\alpha = 35^\circ 48' 1.1''$$

$$x^2 = ((13.055 * 13.055) + (18.101 * 18.101)) = 498.07$$

$$fr = \sqrt{498.07}$$

$$fr = 22.31 \text{ ton}$$

Revisión por volteo

$$fr = \frac{\text{fuerza resultante}}{\text{fuerza actuante}} > 1$$

$$fr = \frac{22.31}{18.101} > 1$$

$$fr = 1.23 > 1$$

Como el factor de seguridad es mayor de la unidad, el peso de la presa está en condiciones de resistir las fuerzas de la presión hidrostática

3.28. Análisis del presupuesto de la obra

Construcción de la presa de mampostería

Análisis por acción

Tabla 3.11: Relación de agregados para un m³ de construcción

CONCEPTO	U.M	CANT.	P.U	IMPORTE
Cemento	ton	0.17	2,457.00	417.69
Arena	m ³	0.7	290.00	203.00
Grava	m ³	0.6	290.00	174.00
Piedra bola	m ³	0.6	304.50	182.70
TOTAL				977.39

Tabla 3.12: Componente de mezcla para la construcción total de la obra

Agregados de componentes	Volumen m³	Cemento ton	Arena m³	Grava m³	Piedra m³
	681.135	115.79295	476.7945	408.681	408.681

Tabla 3.13: Fuente de financiamiento de la obra

CONCEPTO	U.M.	CANT.	P.U.	IMPORTE	PROGRAMA	PRODUCTOR
Cemento	ton	115.7929	2,547.0	294,924.64	250,685.95	44,238.70
Arena	m^3	476.7945	290.00	138,270.41	117,529.84	20,740.56
Grava	m^3	408.681	290.00	118,517.49	100,739.87	17,777.62
Piedra bola	m^3	408.681	304.50	124,443.36	105,776.86	18,666.50
Excavación con retroexcavadora	m^3	1,175.40	19.00	22,332.60	18,982.71	3,349.89
Mano de obra que se considera: limpia y trazo, excavación para empotramiento y desplante de la cortina, construcción de la presa	jornal	674.74	147.70	99,659.10	84,710.23	14,948.86
Total:				798,147.60	678,425.46	119,722.14
				100%	85%	15%

Tabla 3.14: Desarenador

CONCEPTOS	U.M	CANT	P.U.	IMPORTE	PROGRAMA	PRODUCTOR
Excavación del desarenador de 35x130x2 m	m^3	9,100	19.00	172,900.00	146,965.00	25,935.00
Excavación del canal de conducción 35x0.2x500m	m^3	3,500	19.00	66,500.00	56,525.00	9,975.00
Total:				239,400.00	203,490.00	35,910.00
				%	100	85
						15

Tabla 3.15: Costo y financiamiento del proyecto pequeña presa de mampostería en el ejido Jalpa, municipio de General Cepeda.

OBRA	IMPORTE	PROGRAMA	PRODUCTOR
Construcción de las presas de mampostería(2)	798,147.60	678,425.46	119,722.14
Desarenador	172,900.00	146,965.00	25,935.00
Canal de conducción	66,500.00	56,525.00	9,975.00
Elaboración del proyecto	10,000.00	8,500.00	1,500.00
Puesta en marcha	30,000.00	25,500.00	4,500.00
TOTAL:	1,077,547.60	915,915.46	161,632.14
%	100	85	15

IV.- CONCLUSIONES

Observando los resultados y haciendo un análisis de ellos, llegamos a la conclusión de que la problemática del ejido Jalpa, fue resuelta por la solución planteada, es decir la hipótesis resulto aceptada ya que pudimos resolver un problema de la sequía mediante la captación de los escurrimientos superficiales y con esto todo lo que se deriva. A través de este trabajo autorizado legalmente se pudo demostrar que las aguas de lluvia, por medio de escurrimiento superficiales son recursos naturales que aún no se explotan al 100%. Logrando el aumento de la agricultura de riego.

El ejido Jalpa se aprovechara los 350 mm que llueve anualmente y se cultivara en el vaso de la presa de tierra este proyecto contribuirá a la mejora del ejido y podemos decir que las obras hidráulicas tienen como fin solventar las necesidades de la producción agropecuaria, mejorando las condiciones socioeconómicas de las comunidades en el campo.

La problemática de las regiones semiáridas en el país puede ser solucionado con la construcción de obras productivas como estas, que generen fuentes de empleo dependiendo de la magnitud de la obra y lleguen a ser regiones autosustentables ya que pueden establecer varios cultivos (maíz, calabacita, trigo, forraje, etc.) y cambiando de una agricultura de temporal a la riego que es más redituable la cual pueden ellos ya no depender de las lluvias locales para la producción de sus cultivos.

Hoy en día así como este, ya existe un sinfín de problemas en el campo mexicano y tenemos que tener la visión para ver las posibles soluciones, siendo que recomiendo implementar proyectos semejantes a estas, y aunque son costosos, nos permite resolver mejorando la calidad de vida de estas regiones del país.

V.- LITERATURA CITADA

I.- Comisión Federal de Electricidad. 1981a. Manual de Diseños de Obras Civiles Número. Hidrotecnia. A.1.2. Precipitación. Instituto de Investigación Eléctrica. México 5. D.F. p. A.I. 1.2.1-1.2.8.

II.- Comisión Federal de Electricidad. 1981b. Manual de Diseño de Obras Civiles. Hidrotecnia. A. 13. Esgurrimiento. Instituto de Investigación Eléctrica. México 5 D.F. p. A.I. 1.3.1

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

IV.- Comisión Federal de Electricidad. 1980d. Manual de Diseño de Obras Civiles. Hidrotecnia. A.1.10. Avenida de Diseño. Instituto de investigación Eléctrica. México 5 D.F. p.A.I. 1.10.1 – 1.10.4.

V.- Colegio de Posgraduados. 1980. Manual para Proyectos de Pequeñas Obras Hidráulicas para Riego y Abrevadero; Tomo 1, 1ª Edición; SPP, Chapingo México D.F.

VI.- Comisión Federal de Electricidad. 1980. Manual de Diseño de Obras Civiles. Hidrotecnia. A.2.9. Esgurrimiento Superficial Libre. Instituto de investigación Eléctrica. México 5 D.F. p.A.I. 2.9.1.

VII.- Comisión Federal de Electricidad. 1983. Manual de Diseño de Obras Civiles. Hidrotecnia. A.2.2. Obras de Toma para Plantas Hidroeléctricas. Instituto de investigación Eléctrica. México 5 D.F. p. A.I. 2.2.1 – 2.2.2.

VIII.- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), 1992. Cartas de Clima Regionales, escala 1:50,000.

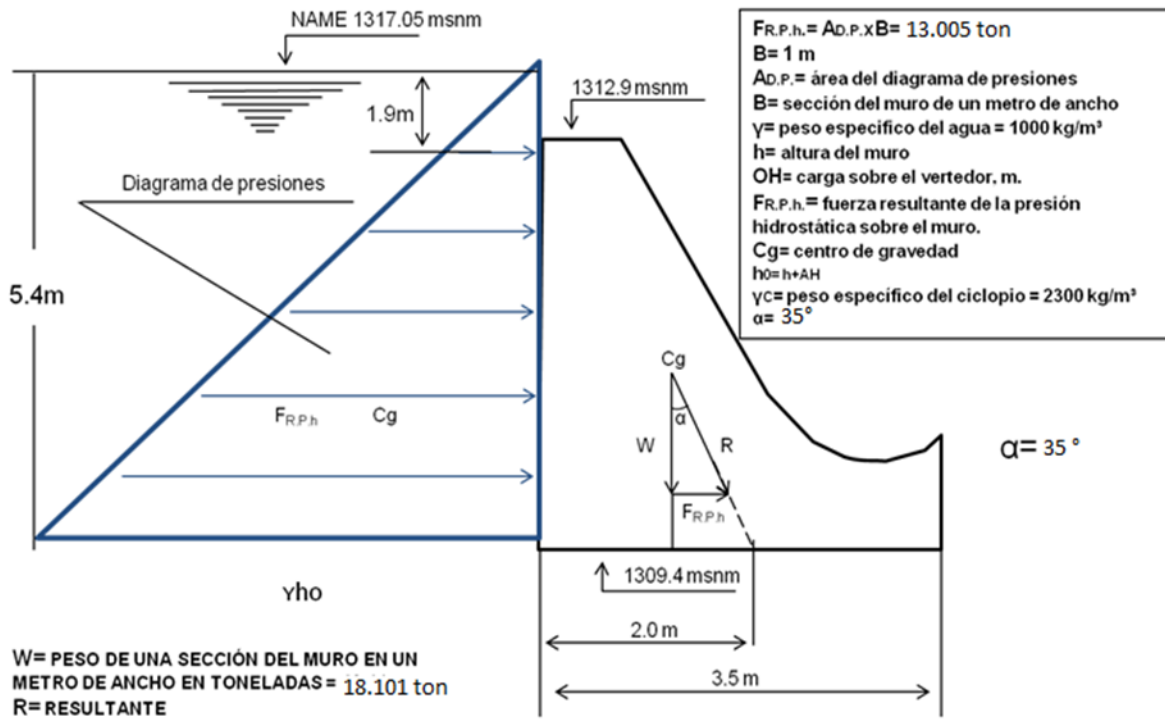
IX.- García, N.J.M. 1985. Principios de Hidráulica Potencial. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Chapingo. Talleres de Gráficos de la División de Ciencias Forestales. 340. p

- X.- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), 1992. Cartas de Clima Regionales, escala 1:50,000.
- XI.- Lambe, T.W. y Whitman, R.B. 1984. Mecánica de Suelos, Editorial Limusa. S.A. de C.V. México 1, D.F. 582 p.
- XII.- Linsley, R.E. y Franzini, J.B. 1975. Ingeniería de los Recursos Hidráulicos. Compañía Editorial Continental S.A. CV. México 22. D.F. 791 p.
- XIII.- Mancera C. Francisco. 2002. Proyecto para la modificación de la presa de almacenamiento “El Bajío”. Tesis de licenciatura. U.A.A.A.N. Saltillo, Coahuila, México.
- XIV.- Marsal, R.J. y Reséndiz N.D, 1983. Presa de Tierra y Enrocamiento. Editorial Limusa, México 1, D.F. 546 p.
- XV.- Mora, R.P. 1993. La Ingeniería de Operación en los Distritos de Riego. Trillas. México. P. 14-17.
- XVI.- Presa de Derivación Modelo México 4. Ing. Velazco Sánchez Octavio, Secretaria de Recursos Hidráulicos.
- XVII.- Secretaría de recursos hidráulicos (S.R.H) 2004.
- XVIII.- Secretaria de los Recursos Hidráulico.1973. Recursos Hidráulicos. Número 1. Volumen II. México 6, D.F. p. 71.
- XIX.- Secretaria de los Recursos Hidráulico.1975. Pequeños Almacenamiento, Plan Nacional de Obras de Riego para el Desarrollo Rural. Talleres Gráficos de la Nación. México 2, D.F. 353 p.
- XX.- Secretaria de los Recursos Hidráulico.1975. Presa de Derivación. Modelo México 4. Plan Nacional de Obras Hidráulicas para el Desarrollo Rural México D.F.
- XXI.- Subsecretaria de Desarrollo Rural Dirección General de Apoyos para el Desarrollo Rural Catálogos de Obras y Prácticas de Conservación de Suelos y Agua.

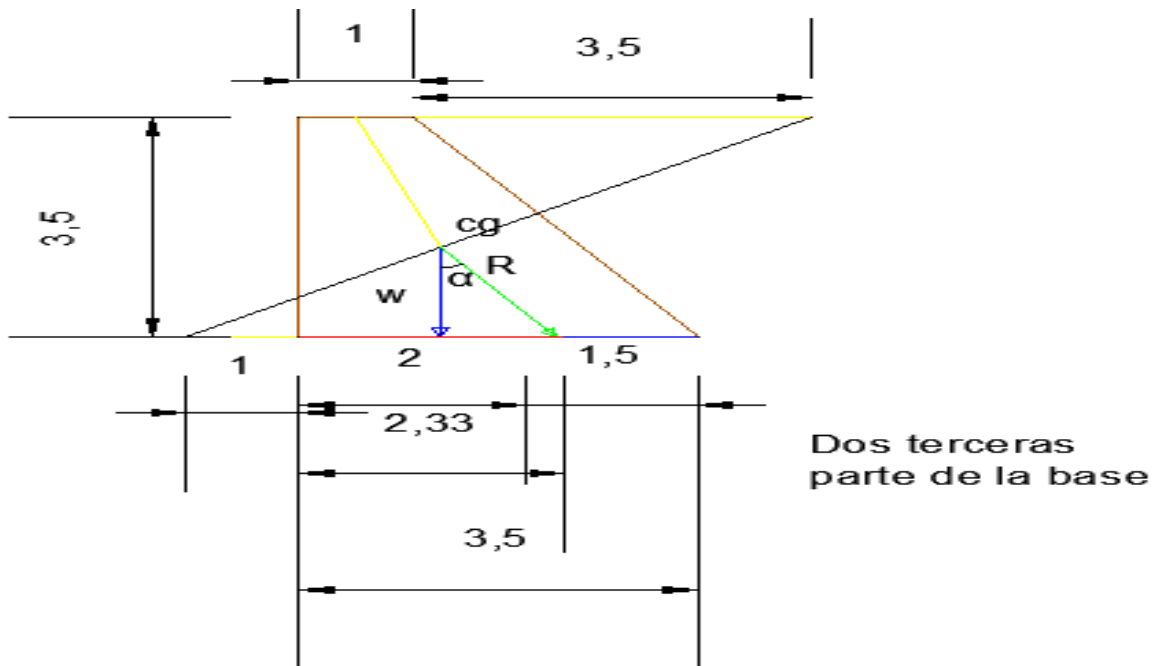
**XXII.- United States Department of the interior Bureau of Reclamation. 1978.
Diseño de Presas Pequeñas. Una Publicación Técnica de Recursos Hidráulico.
Compañía Editorial Continental. México 22, D.F. 639 p.**

ANEXOS

Esquema para determinar la estabilidad de la presa Jalpa



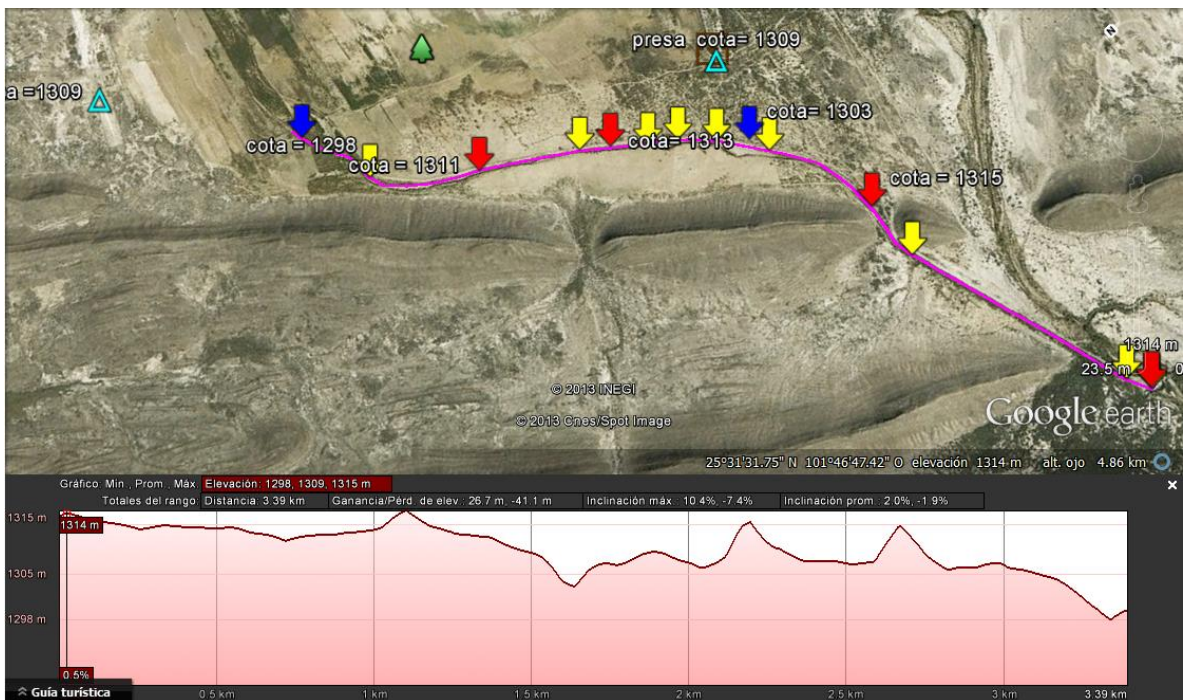
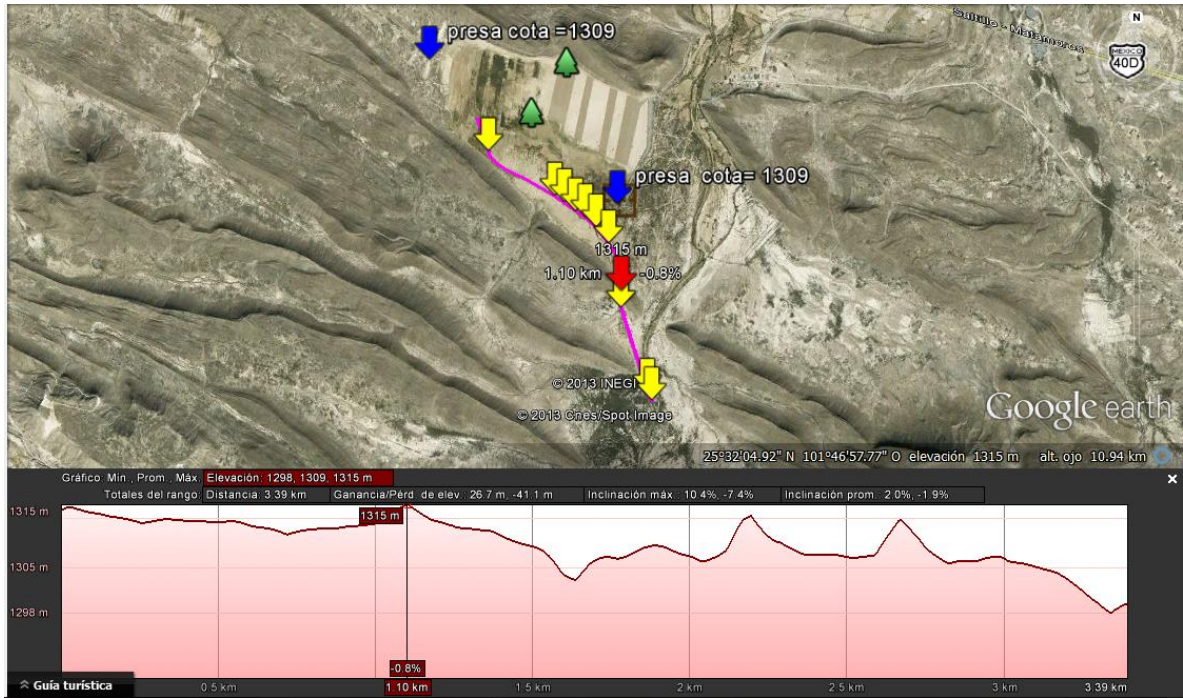
En virtud de que la fuerza resultante pasa dentro de las dos terceras partes de la base, entonces el muro permanecerá estable.



w peso de cuerpo investigado en toneladas

F_{H_0} empuje hidrostático en toneladas

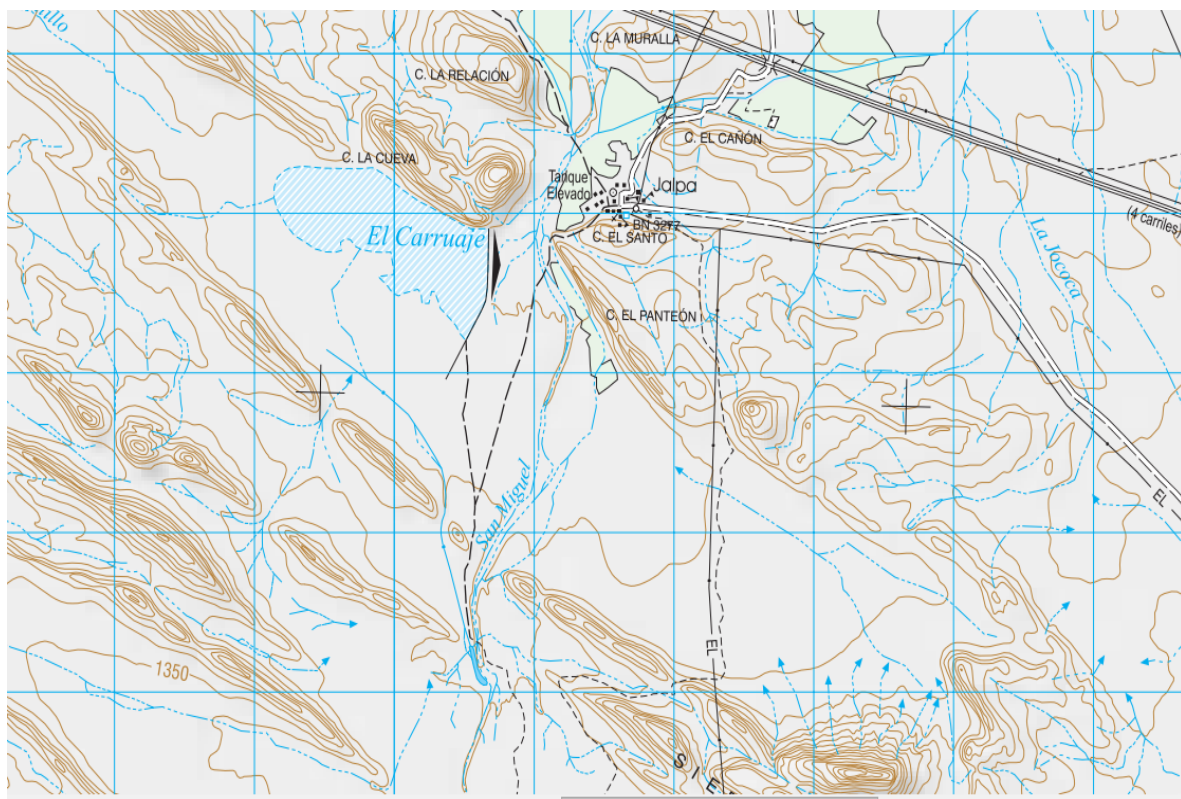
Perfil del cauce hacia la presa de tierra



Llenado de la presa de tierra



Carta topográfica del lugar



Presa actual en el ejido Jalpa



Presa de concreto obsoleto debido a que el canal de conducción se encuentra totalmente azolvado, así como también la presa de almacenamiento la cual actualmente se encuentra vacía.



