



Facultad de Estudios Superiores

Acatlán

**PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL
VASO DE REGULACIÓN EN CIUDAD
GALAXIA, SAN VICENTE CHICOLOAPAN,
ESTADO DE MEXICO**

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTA

RODRIGO MONTERRUBIO SOLIS

ASESOR: DR. RAÚL PINEDA OLMEDO

Marzo de 2009



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS:

UNAM, por permitirme ser parte de la mejor Universidad.

Dr. Raúl Pineda, por demostrar que un profesor también es un buen amigo.

Mama, por absolutamente todo.

Papa, por el sabio consejo.

Hermana, por inspirarme.

Abue y toda mi familia, por la fe en mí.

Nancy, por tu amor incondicional.

Mauricio, Uriel, Godínez, Eloy, Moisés, Aldo, Marcos, Víctor, Daniel, Jean Carlo, por todos estos años de buena amistad.

Ing. Manuel Gómez, por los años de paciencia.

...y en general a todos los profesores de Ingeniería por fomentar el amor a la profesión y a la Universidad.

Por eso y más, mi eterno agradecimiento.

Rodrigo Monterrubio Solís

ÍNDICE

Tema	Página
INTRODUCCIÓN	4
CAPITULO 1 GENERALIDADES	5
1.1 Climas	5
1.2 Geología	6
1.3 Hidrografía	6
1.4 Topografía	7
CAPITULO 2 DESCRIPCION DEL PROBLEMA Y DE LA SOLUCION	8
2.1 Problema y zona de influencia	8
2.2 Propuesta de solución	11
CAPITULO 3 DATOS BÁSICOS DE PROYECTO	17
3.1 Estudio Hidrológico	17
3.2 Estudio del suelo	31
3.3 Topografía del cauce principal	32
3.4 Topografía a detalle del predio	32
CAPITULO 4 DISEÑO DE LA PROPUESTA	33
4.1 Río	33
4.2 Vaso de regulación	34
4.3 Obra de llegada	34
4.4 Obra de retención	35
4.5 Obra de descarga	36

CAPITULO 5 ANÁLISIS DE VARIANTES	37
5.1 Bordo con geomembrana	37
5.2 Bordo con concreto lanzado	41
CONCLUSIONES	45
ANEXOS	47
ANEXO 1. TABLAS	48
ANEXO 2. PLANOS	49
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	80

INTRODUCCION

Chicoloapan se localiza en la región III al oriente del Estado de México, región central del país, el único municipio que lo separa de la ciudad de México, es el de Los Reyes La Paz, colinda al norte con el municipio de Texcoco, al sur con Ixtapaluca, y la Paz, y al norte con Chimalhuacán y la Paz (Figura 1). La cabecera municipal está comprendida entre los paralelos 19° 25' 54" de latitud norte y 98° 53' 5" longitud oeste del meridiano de Greenwich. La altura de nuestro municipio alcanza los 2,280 msnm y la cabecera municipal está a 2,230 msnm.



Figura 1. Localización del Municipio de Chicoloapan de Juárez, Estado de México.

Cuenta con una población de 77506 habitantes, de acuerdo a los resultados obtenidos, Censo General de Población y Vivienda realizado por el INEGI en el 2005. Las tierras son propicias para la agricultura de temporal y de riego. De la superficie total, 6,006 hectáreas, 2,869.05 Ha se destinan para las actividades agrícolas; son de temporal 2,269.16 Ha y de riego 600; en el uso pecuario se utilizan 1,248.89 Ha. El área forestal abarca 292.06 Ha. La zona urbana ocupa 918 Ha y para otros usos 92 Ha.

Actualmente, el crecimiento ha demandado mayores servicios y ha evidenciado la necesidad de contar con infraestructura que ayude a mejorar o preservar la calidad de vida de sus habitantes. Lo cual se hace evidente con episodios hidrológicos importantes. Debido al cambio de uso de suelo, la zona de infiltración natural se ha visto interrumpida ocasionando avenidas, y por ende, inundaciones. Adicionalmente, de seguir la tendencia actual, es posible que los gastos de agua que conducen los ríos Manzano y Coatepec se incrementen notablemente.

CAPITULO 1

GENERALIDADES

1.1 Clima

Predomina el clima templado, semiseco y con lluvias en verano. En el invierno generalmente baja la temperatura hasta 5 °C. La temperatura promedio es de 25 °C y lluvia anual de 640 mm. La temperatura máxima ha alcanzado los 34.5 °C.

El conocimiento del clima se basa en el análisis de datos obtenidos en estaciones de observación, denominadas climatológicas, las cuales operan según lineamientos previamente establecidos para dar homogeneidad a la información generada, y de acuerdo a parámetros dictaminados por las autoridades responsables, en este caso, la Coordinación del Servicio Meteorológico Nacional, perteneciente a la Comisión Nacional del Agua.

Como primera etapa se obtuvo la información procesada, tanto del Extractor Rápido de Información Climatológica (ERIC II, 1999), como del Servicio Meteorológico Nacional y de la Gerencia Regional del Valle de México (GRAVAMEX); pertenecientes a la Comisión Nacional del Agua.

Las estaciones seleccionadas por su ubicación respecto a la cuenca, que fueron consideradas para fines del estudio hidrológico, son: Coatepec (15-017), Chimalhuacán (15-023), y El Tejocote (15-167). El tipo climático de la región es templado semiseco con lluvias en verano C (w), de acuerdo a la clasificación de Köppen, modificada por Enriqueta García, para las condiciones de México.

Por la característica del estudio, la información de la precipitación será analizada en el capítulo siguiente donde se describen las condiciones de la cuenca, además de definir con mayor detalle algunas de sus propiedades en la región, para determinar la duración de las tormentas y su intensidad máxima, para su aplicación en el análisis hidrológico de la cuenca del Coatepec.

La evaporación media anual en la zona tiene poca variación; en las estaciones consideradas se registran láminas anuales de 1,485.8 mm en Coatepec y 1,576.1 mm en El Tejocote. Su distribución anual indica una mayor evaporación en el período de febrero a junio.

1.2 Geología

El área de estudio se ubica en la provincia fisiográfica Faja Volcánica Transmexicana (Mooser, F. 1974), que atraviesa longitudinalmente la República Mexicana en dirección oeste-este, y se caracteriza por ser una cadena montañosa compuesta por materiales de origen volcánico que tuvo su principal actividad durante el Cenozoico Superior. La composición petrográfica es muy variada, los derrames y productos piroclásticos comprenden rocas desde ácidas hasta básicas. Estructuralmente la zona se encuentra afectada por fallas geológicas y fracturamiento, con orientación SW-NE para las primeras, y SW-NE y NW-SE para las segundas.

Los terrenos que serán ocupados por el Vaso de Regulación y cauce pertenecen a dos unidades geológicas; la porción alta, preferentemente hacia el sur, corresponde a depósitos pliocuaternarios conformados por tobas y grava volcánica interestratificadas con depósitos de lahar y capas delgadas de pómez, además de derrames de lavas basálticas, que forman grandes abanicos. La parte baja y las zonas de los cauces de los ríos El Manzano y Coatepec son depósitos de origen aluvial que poseen una granulometría de gruesa a media, gravas y arenas con diferentes contenidos de limos y arcillas.

1.3 Hidrografía

La zona se ubica dentro de la Región Hidrológica No. 26, Río Pánuco, correspondiente a la vertiente de Oriente o del Golfo de México. Más específicamente se encuentra en la subcuenca del río Moctezuma (D) y, a su vez,

en la subcuenca Lagunas de Texcoco y Zumpango (p), que es de tipo endorreico, y que es mejor conocida como la cuenca del Valle de México.

1.4 Topografía

El relieve del municipio aparece con una planicie accidentada. Al sur y oriente tiene pequeños lomajes como son: La Copalera, La Noria, El Árbol Huérfano, Chocoatlaco, El Zapote, El Portezuelo, La Campana, El Potrero, entre otros. Hay un cerro llamado “El Tejocote” cerca de la cabecera municipal. Chicoloapan no tiene ningún río permanente, y sólo en tiempos de lluvias se forman corrientes que ocupan las barrancas llamadas Las Marianas, de Tlamimilolpan. También carece de manantiales, por lo que el agua es extraída de pozos profundos para abastecer a los habitantes; se cuenta con 26 pozos.

Existen varios tipos de suelo:

- Regosoles: Suelos sin horizontes de diagnóstico, no contienen material albico.
- Vertisoles: Suelos que tienen un 30 % de arcilla en todos los horizontes, por lo menos dentro de los 50 cm. Debajo de la superficie terrestre.
- Litosoles: Son los suelos que están limitados en profundidad por una roca dura, se encuentran dentro de los 10 cm. de la superficie terrestre.

CAPITULO 2

DESCRIPCION DEL PROBLEMA Y DE LA SOLUCION

2.1 Problema y zona de influencia

Debido a los escurrimientos de la parte alta de Chicoloapan, a la impermeabilización de la zona de infiltración y cambio de uso de los drenes naturales del agua, aun con lluvias de baja magnitud se presentan inundaciones y acarreo de material. La zona más cercana a atender es el desarrollo Ciudad Galaxia, donde se ven afectadas 2250 casas, en donde habitan aproximadamente 9000 habitantes, sin embargo, el resto de los desarrollos de la zona también se ven afectados (Figuras 2 y 3).

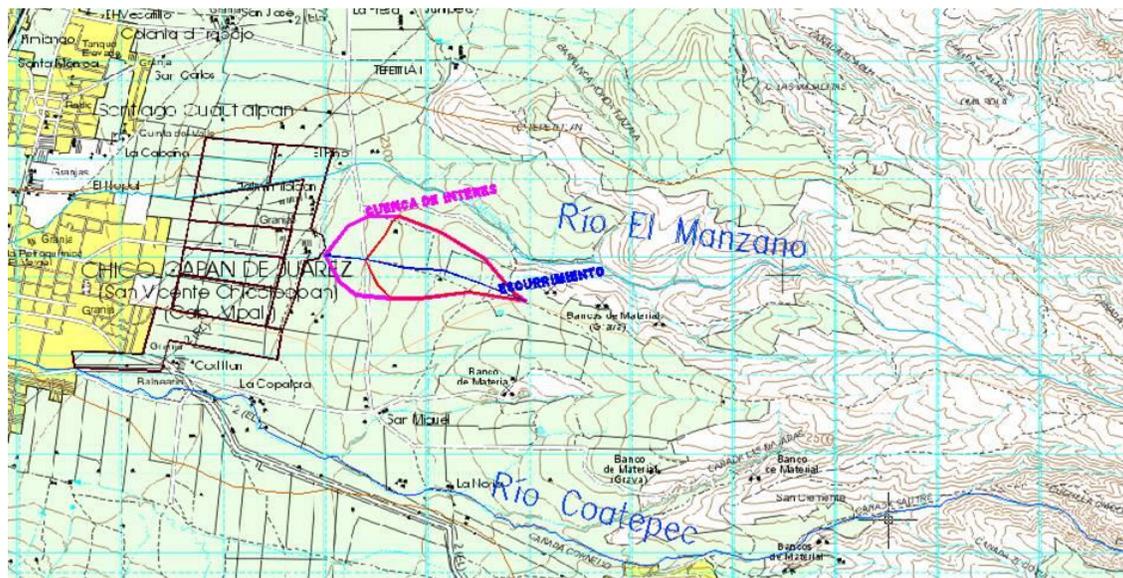


Figura 2. Ubicación de la zona de afectación.



Figura 3. Zona afectada

Los gaviones han cambiado de uso (como entrada a predios) o han sido destruidos, por lo que no cumplen su función de control de avenidas y retención de sedimentos (Figura 4).



Figura 4. Muros gavión destruidos.

Adicionalmente, el cauce natural de conducción, ha sido alterado. La entrada al cauce fue clausurada, lo que obliga al agua a escurrir por la vialidad, arrastrando gran cantidad de sedimento aguas abajo (Figuras 5 y 6).



Figura 5. Afectación después de la tormenta.



Figura 6. Afectación después de la tormenta.

En la Figura 7, se observa claramente cómo vista panorámica la zona de estudio, que comprende el cauce del río y el área afectada.



Figura 7. Zona de estudio.

2.2 Propuesta de solución

Como se describió anteriormente, el problema consiste en:

- i) Regular un volumen de agua,
- ii) Disminuir la cantidad de material arrastrado,
- iii) Disminuir la velocidad del agua, y
- iv) Proponer una obra económica, funcional y durable.

Por lo cual se propone lo siguiente:

- i) Construir un vaso regulador en el área destinada a la cancha de fútbol rápido,
- ii) Adecuar el cauce, los muros gavión y entradas vehiculares,
- iii) Adecuar el muro de contención existente y realizar la obra de descarga al vaso de regulación (Figura 8).

Resalta la importancia de adecuar el cauce del río para conseguir el objetivo establecido.



Vaso de regulación
para 10,000 m³

Adecuación de muro de
contención y obra de
descarga al vaso regulador.

Adecuación de cauce,
muros gavión y pasos
vehiculares.

Figura 8. Propuesta de solución.

La solución integral, como medida primaria, propone conducir el agua hacia el cauce principal, ya que como se observa en las Figura 9, este se encuentra bloqueado y sin una sección que favorezca el paso del agua.



Figura 9. Panorámica del cauce.

De igual manera los muros gavión, que cumplían la función de reducir la velocidad del agua, actualmente se encuentran repletos de azolves, por una clara falta de mantenimiento, que a su vez obligan al agua a salir del cauce y seguir su tránsito por la avenida. (Figura 10).



Figura 10. Muro gavión azolvado.

En el cauce es necesario desbloquear su entrada en la parte cercana al camino Chalco-Pirámides, hay que reconstruir los muros gavión y regular los pasos vehiculares sobre éstos

A falta de un cauce adecuado y a los bloqueos antes señalados, el agua tiene que realizar su recorrido por el camino (Figura 11), de esta manera arrastra innumerables azolves hacia el fraccionamiento, azolvando la alcantarillas y provocando las inundaciones antes mostradas.



Figura 11. Camino atrofiado por el paso del agua.

La zona que primeramente se ve afectada por las inundaciones y el arrastre de azolves es una cancha de fútbol rápido que se encuentra después del tanque elevado, dejando estas instalaciones inservibles para la práctica del deporte. Al no tener a donde más ir el agua, es cuando desemboca en las avenidas aledañas del fraccionamiento. (Figura 12).



Figura 12. Cancha de fútbol.

Se requiere dragar el cauce en algunas zonas, específicamente donde existían muros gavión que ahora están destruidos y llenos de azolves, al igual que en los existentes. En otras zonas se deben de conformar los bordos del cauce perdidos. Con estas obras se tendrá menos azolve y se reducirá la velocidad del agua. (Figura 13).



Figura 13. Sección existente.

En la parte en que actualmente se cuenta con un muro de concreto que sirve para controlar el agua, se adecuará para que conforme una obra de regulación y captación del agua. Esta obra de captación será conducida por un canal que disipará nuevamente energía hasta otra obra de regulación y descarga al vaso regulador. La obra de descarga deberá tener las características necesarias para que las obras no sufran mayores daños en caso de una avenida. Para ello, se realizó la topografía a detalle de la zona, cauce principal y predio susceptible (cancha de futbol) de ser empleado como vaso regulador.

El vaso de regulación tendrá la capacidad de contener con seguridad el gasto de diseño. Con el fin de prolongar la vida útil de estas obras se exploraron varias

alternativas (emplear concreto lanzado, geomembrana y material producto de la excavación) eligiéndose la más económica. La cual consiste en terraplenes con pendiente al 75% de material producto de la excavación (tepetate) con corazón impermeable (de arcilla) compactado al 95 % proctor. Es importante mencionar que estas obras deben tener un mantenimiento periódico, consistente en el dragado y limpieza de las obras, así como la verificación de su integridad.

Es necesario mencionar que debido a esta problemática que afecta de manera directa y recurrente a los habitantes de ciudad Galaxia, el gobierno municipal externo la necesidad de la elaboración de un proyecto económico y ágil en términos de ejecución pero ante todo seguro.

CAPITULO 3

DATOS BÁSICOS DE PROYECTO

3.1 Estudio Hidrológico

El análisis detallado de las condiciones de la cuenca es base fundamental para el conocimiento del comportamiento del agua en el cauce, por lo que continuación se describen y se desarrollan métodos para obtener datos necesarios en el estudio que nos ocupa. Para el desarrollo del presente Estudio, y en función de la existencia previa de estudio de la zona, se utilizan los mismos métodos de cálculo, que además son los recomendados por la CNA (GRAVAMEX). Se incluye información que sustenta los resultados, así como las conclusiones y recomendaciones.

El grado óptimo de seguridad de una estructura depende, por un lado, de su costo y por otro, del costo de las pérdidas asociadas con una falla. Sin embargo, y en lo que a la teoría estadística respecta, no es posible tener una seguridad del 100 % de que no exista una avenida cuyas dimensiones hagan insuficiente la infraestructura de cruce o encauzamiento. Por ello es necesario analizar estadísticamente los datos hidrológicos recabados de la zona de estudio.

Estos datos son fundamentalmente de dos tipos: precipitaciones y escurrimientos. Un análisis del primer tipo de datos tendría como resultado directo un parámetro de diseño, que es el gasto máximo, mientras que el segundo proporcionaría datos con los cuales sería necesario alimentar un modelo de la relación lluvia-escurrimiento, para obtener una avenida de diseño.

Período de retorno

El estudio que nos ocupa, relativo al análisis del escurrimiento de la cuenca de la zona de estudio, en función con las obras hidráulicas involucradas, requiere asignar un período de retorno a la avenida de diseño, por lo que se integran a continuación los tipos de obra y la recomendación, de acuerdo a la información proporcionada por la Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos de la Comisión Nacional del Agua.

TIPO DE OBRA HIDRÁULICA	Tr (AÑOS)
Obras de protección hidráulica de poblaciones medianas	10-100

En atención a las recomendaciones anteriores, se consideran para el presente estudio períodos de retorno de 5 años para obras de encauzamiento, y de 100 años para protección de población. Por estimarse de utilidad, se incluye también el análisis para un período de 5 años, que es el que se requiere para determinar la Zona Federal de un cauce, previendo que se requerirá construir obras de descargas en ésta.

Longitud y pendiente del cauce

El cauce, en el tramo referido, tiene una longitud de 1.91 Km, en la cual su pendiente es de 0.0524, en virtud del desnivel topográfico de 100 metros entre su origen y el sitio determinado como de salida. Se desarrolla el criterio de Taylor y Schwarz, cuyo proceso se presenta en la Tabla 1, para el cálculo de la pendiente media.

Precipitación media en la cuenca

La precipitación es el principal elemento del ciclo hidrológico y se encuentra íntimamente ligada con el proceso del escurrimiento, puesto que en la medida en que las descargas pluviales saturan el suelo, se inicia la escorrentía directa. La evaluación de la precipitación media depende principalmente de la cantidad y calidad de la información que se ha generado en la red de estaciones

climatológicas cercanas, así como a la densidad de ésta. Por su relevancia, se estimaron algunos datos faltantes en los registros mensuales de lluvia.

La precipitación media anual en la cuenca de la zona de estudio se estimó con base de los datos registrados en tres estaciones climatológicas seleccionadas, cuyas láminas medias anuales de lluvia varían entre 560.0 mm en Chimalhuacán y 644.3 mm en Coatepec; en la tercera estación, El Tejocote, el registro promedio es de 565.7 mm (Tabla 2).

Las precipitaciones anuales máximas, registradas en cada estación, son: 807.5 mm (1979) en Coatepec, 818.5 mm (1978) en Chimalhuacán, y 940.5 mm (1973) en El Tejocote. El menor registro de lluvia anual en esta región tuvo lugar en la estación climatológica Chimalhuacán con 253.7 mm (1970). La distribución anual de la precipitación presenta una temporada de lluvias muy bien definida que se inicia entre mayo y junio y concluye en septiembre. El período más seco es generalmente de noviembre a marzo, con láminas de lluvia inferiores a los 10 mm.

Escurrecimiento

El volumen medio anual de escurrecimiento registrado por la estación Garcés, es de 0.733 millones de m³, según datos del período 78-90; en El Tejocote el promedio de escurrecimiento, según datos de la CNA, es de 2.610 millones de m³ (1945-1995); mientras que en San Mateo se tiene un promedio de 1.135 millones de m³.

Las similitudes entre la cuenca de la estación El Tejocote y la del río Coatepec, son su superficie (55.2 Km² de El Tejocote y 52.10 Km² de Coatepec); vecindad: Coatepec colinda en su parteaguas con la cuenca de El Tejocote; forma alargada, misma zona de inicio y dirección del flujo del cauce principal. Sin embargo, también existen diferencias propias de las condiciones de cada cuenca de captación, entre las que resaltan principalmente sus gastos y volúmenes de escurrecimiento, que son considerablemente mayores en El Tejocote.

Entre las explicaciones de estas diferencias se tiene que la precipitación en la cuenca de El Tejocote es más alta ya que una proporción mayor de su superficie se encuentra en la zona de lomerío y pie de la sierra; la ubicación de la estación Garcés entre dos alcantarillas de área hidráulica reducida, además de estar cercana, 100 metros agua abajo, de la confluencia de El Manzano, lo que afecta seguramente el flujo del río o las condiciones de operación de la estación; finalmente, el período de información de las estaciones es muy diferente: 50 años de El Tejocote contra sólo 11 de Garcés.

Avenida de Diseño

El método utilizado para determinar la relación entre las variables intensidad de la lluvia (i), duración de la tormenta (d), y período de retorno (T), se basa en la solución de la ecuación de la familia de curvas:

$$i = kT^m / (d + c)^n$$

Donde k , m , n , y c son constantes que se calculan mediante un análisis de correlación lineal múltiple.

Procediendo a la ejecución de este método, se han seleccionado los datos del pluviógrafo de Chapingo (15-22), que es el más próximo a la cuenca (a 8 Km) y cuenta con 33 años de registros de tormentas. Dentro de éstas (Boletines Hidrológicos de GRAVAMEX Nos. 31-44, de 1959 a 1991), se seleccionaron las máximas intensidades de lluvias con duración de 5 a 120 minutos (Tabla 3), se procedió a la aplicación de la distribución estadística de Gumbel, que mediante una correlación lineal múltiple, nos permite conocer los valores de los coeficientes que requerimos para resolver el sistema de ecuaciones que nos permite obtener la fórmula:

$$i = 247.742 T^{0.355} / (d + c)^{0.668}$$

En la Tabla 4 se puede consultar el resultado de dicha correlación. Substituyendo periodos de retorno y duraciones se obtienen los datos de interés para nuestro estudio, que son:

$$i (500 \text{ años, } 120 \text{ minutos}) = 91.88 \text{ mm / hr}$$

$$i (1,000 \text{ años, } 120 \text{ minutos}) = 117.52 \text{ mm / hr}$$

Método Racional

Este método, basado en las características de la cuenca y en la intensidad de lluvia correspondiente, permite cuantificar la fracción de la precipitación que escurre por la superficie del suelo, desde un punto de vista racional. Este es el método más utilizado, sin embargo algunos autores limitan su aplicabilidad en función del tamaño de la cuenca, que no es el caso de presente estudio.

El método 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:

$$Q = 0.278 C i A$$

Donde:

Q gasto máximo o de pico, en m^3/s

C coeficiente de escurrimiento, 0.15 (suelos arenosos con pendientes medias, Tabla 5)

i intensidad media de la lluvia para una duración igual al tiempo de concentración, en mm/hora

A área de la cuenca, en Km^2

El tiempo de concentración utilizado corresponde al promedio de los métodos utilizados. Para obtener los datos necesarios para aplicar el método racional fue menester calcular el área hidráulica a estudiar (Tabla 6), y determinar las características de la cuenca (Tabla7). Al aplicar este método se obtuvo que:

- i) Para un periodo de retorno de 100 años el gasto máximo a controlar es de $7.67 \text{ m}^3/\text{s}$,
- ii) Lo que significa que para el área, el tiempo de concentración, la pendiente del cauce, la intensidad de lluvia, y el coeficiente de escurrimiento empleados se debe de controlar un volumen de 9968.36 m^3 (Tabla 8).

De este modo el estudio hidrológico arrojó que la cuenca de esta zona tiene un área aproximada de 1 km^2 , con una pendiente del cauce principal de 52 milésimas. El gasto del agua que escurre es de $7.67 \text{ m}^3/\text{s}$. El gasto a controlar un gasto aproximado de $10,000 \text{ m}^3$.

Tránsito de avenidas

Con el objeto de definir el comportamiento hidráulico del escurrimiento que fluye por el cauce al ocurrir un fenómeno hidrometeorológico extremo, es necesario determinar la variación de los niveles del agua en el tramo del cauce que comprende desde camino Chalco-Pirámides, hasta el tanque elevado del desarrollo urbano Ciudad Galaxia Los Reyes.

A través de este proceso se puede estimar la capacidad de regulación del cauce, la elevación de los tirantes de agua en cada sección y las velocidades del flujo para los caudales de interés, siendo estos parámetros los que nos permiten determinar las soluciones más adecuadas para reducir al máximo las posibilidades de riesgos, en el caso de la ocurrencia de una avenida extraordinaria.

Secciones

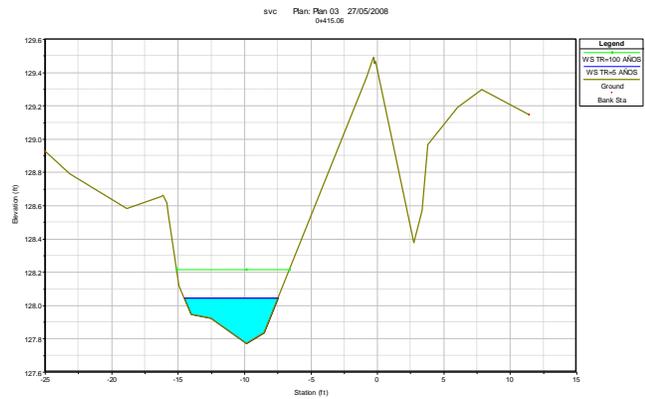
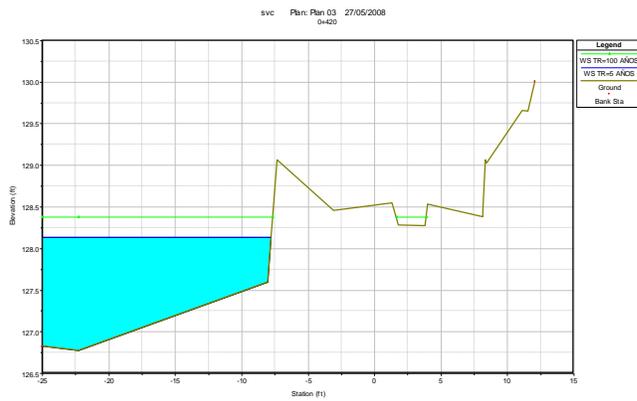
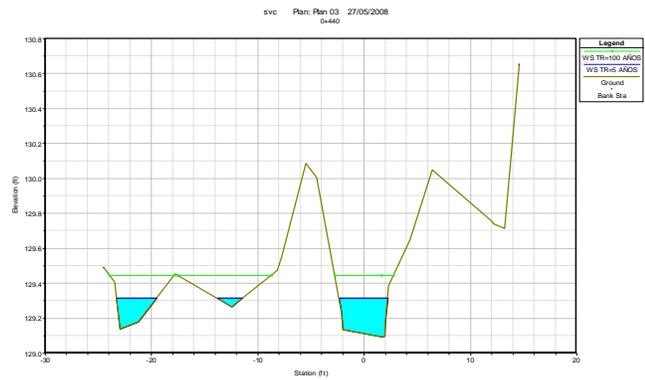
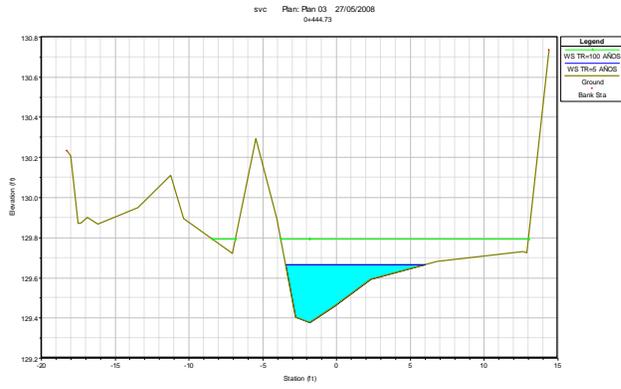
La evaluación de los diferentes perfiles del cauce se realizó mediante el programa de cómputo HEC-RAS versión 3.1.3, que constituye un método avalado por la Gerencia Regional del Valle de México. Dicho programa requiere las secciones transversales a lo largo del cauce, así como el dato del gasto asociado a un período de retorno, para simular la acción de la avenida en un río, lo que permitiría estar en disponibilidad de establecer los tramos que tienen problemas en la conducción de los caudales debido a sus características geométricas. Así es posible proyectar obras de protección en el cauce y estructuras de cruce, así como diseñar programas preventivos y de seguridad social, para minimizar los posibles riesgos.

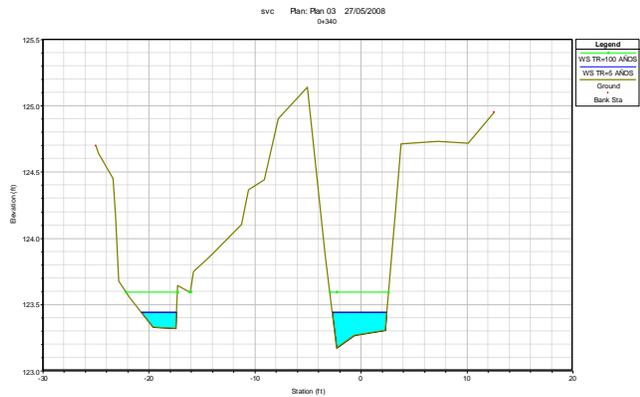
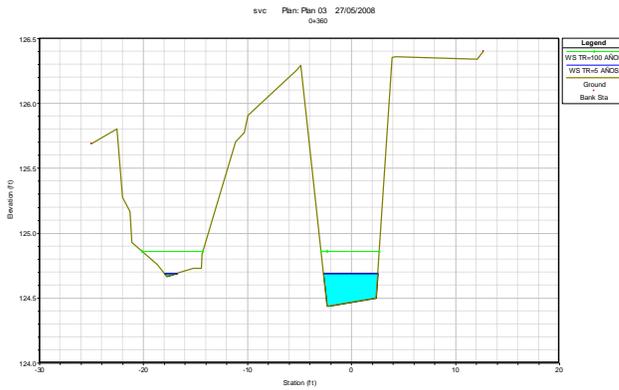
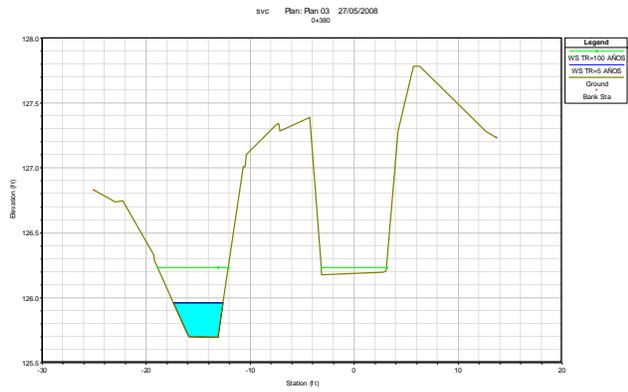
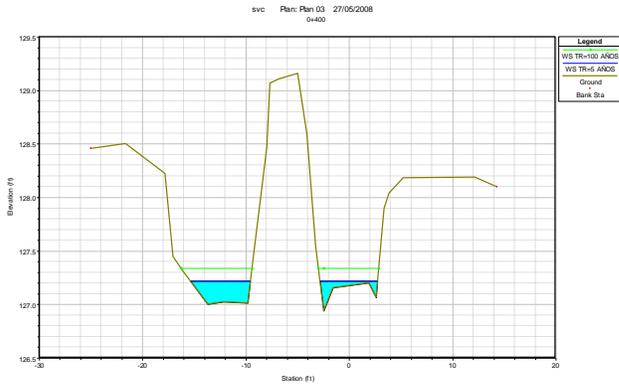
Las secciones obtenidas para el cauce se pueden ver en los planos Secciones de Cauce 1 de 3, 2 de 3 y 3 de 3, en donde se pueden observar las secciones actuales y las secciones propuestas. Así mismo en el plano del perfil del cauce se observan las elevaciones y la colocación de los muros gavión.

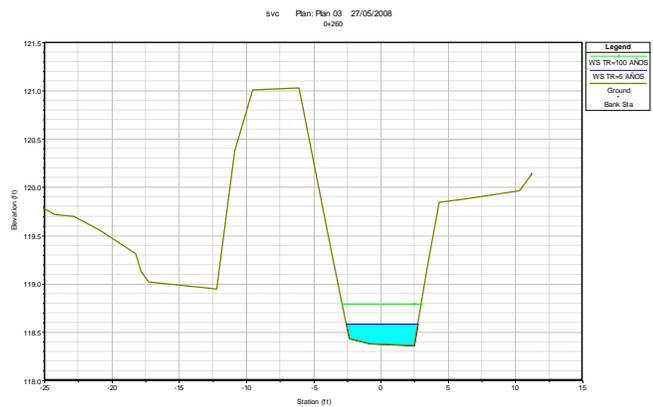
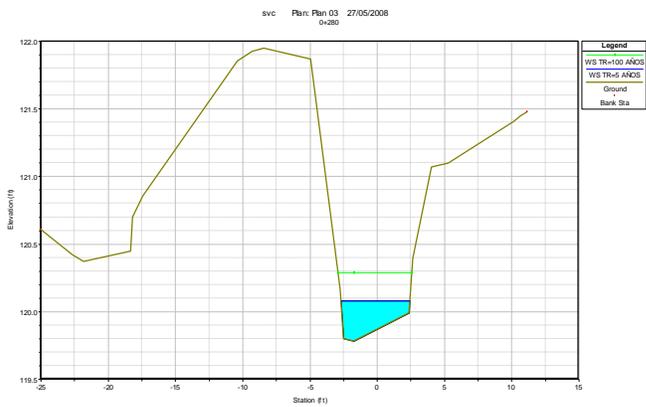
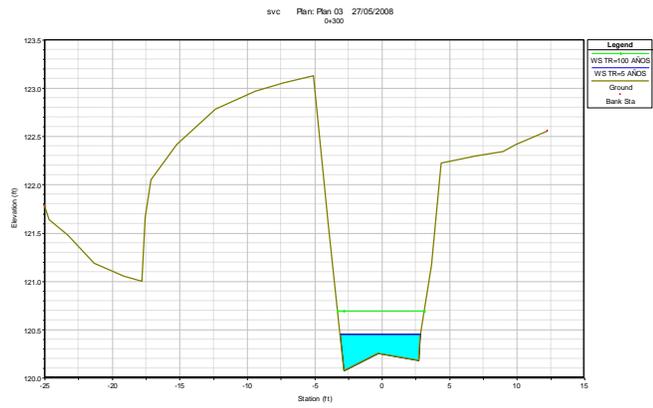
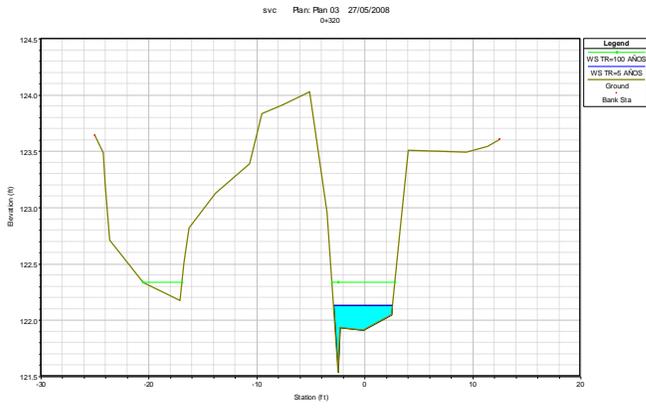
La rectificación de las secciones del cauce se debe realizar exclusivamente por el azolve del cauce. Asimismo, se determinó la sección que deben tener tanto los muros gavión a construir (4 que estaban construidos) en el plano Muro Gavión, como los pasos vehiculares superiores (plano Paso Superior Vehicular).

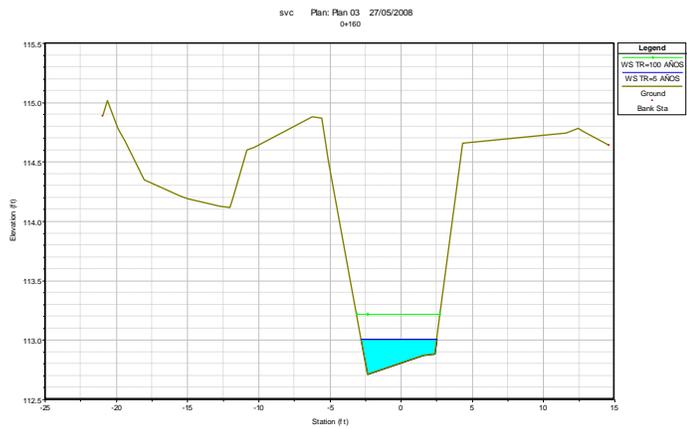
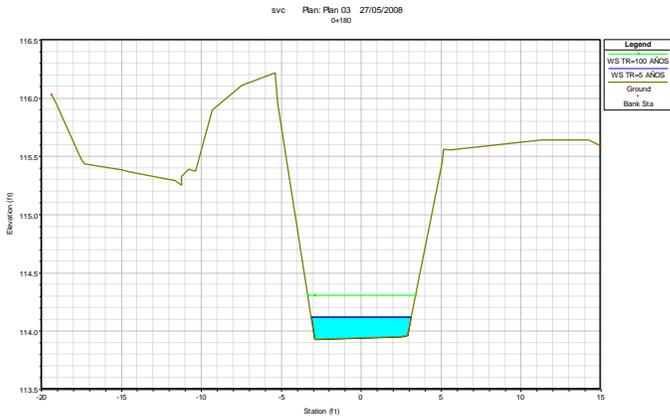
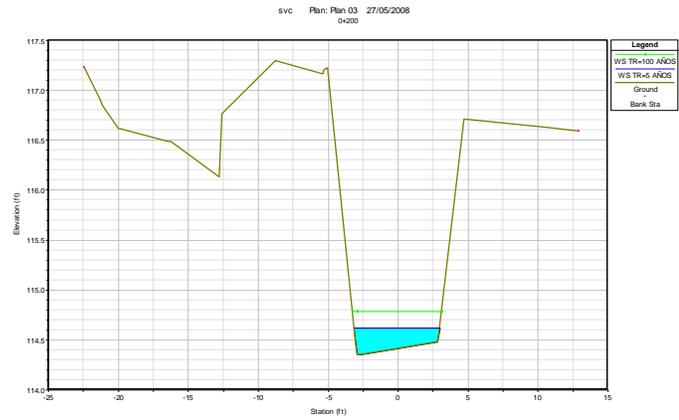
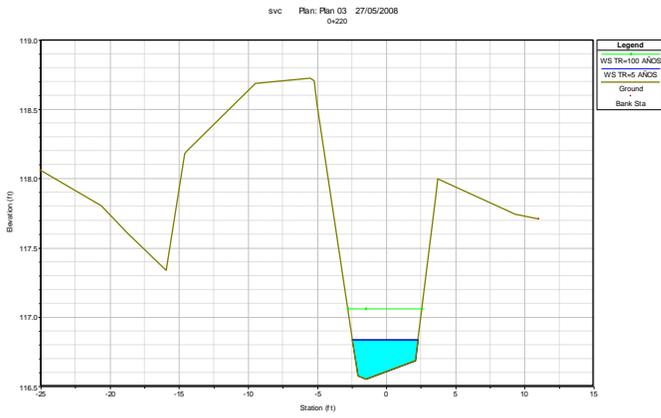
La distribución de las obras a lo largo del cauce y el predio destinado al Vaso de Regulación se pueden observar en el plano Diseño Hidráulico Integral de Vaso de Regulación.

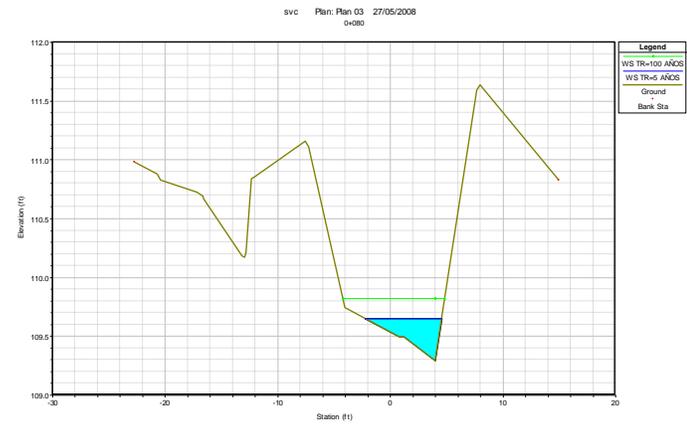
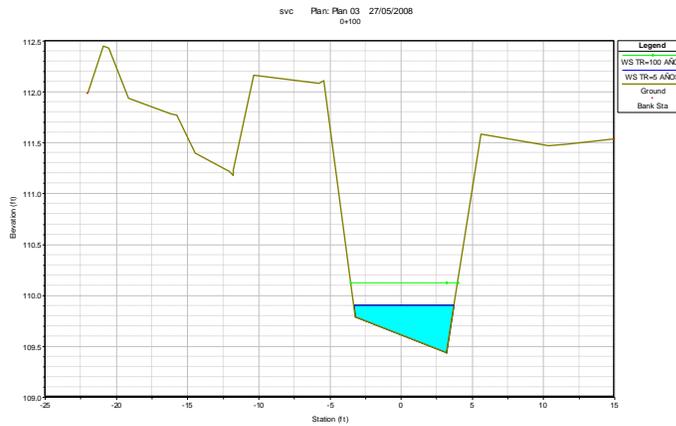
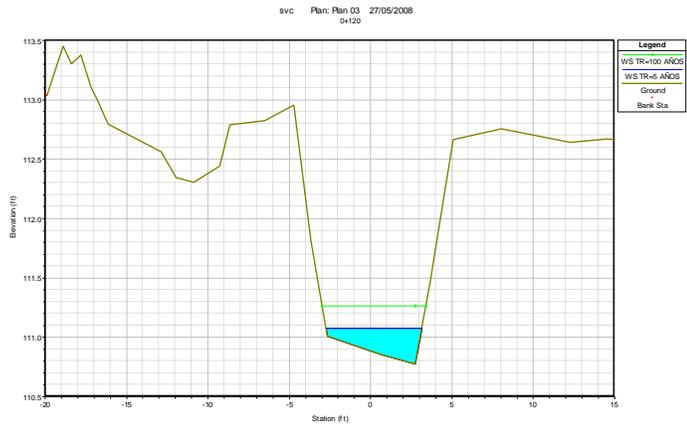
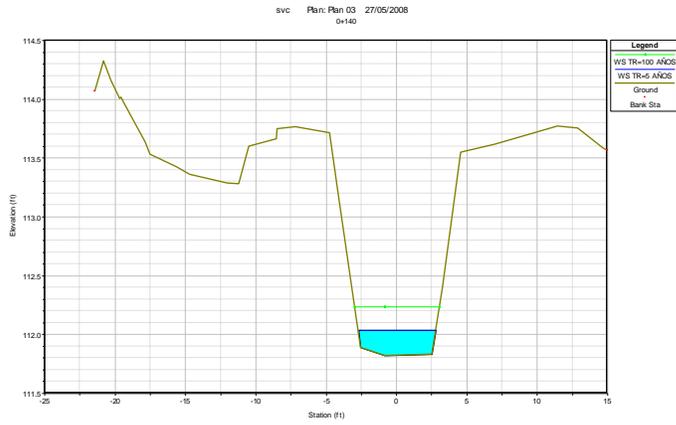
A continuación se presentan las secciones obtenidas mediante el programa HEC-RAS donde se muestra de manera gráfica las características generales del cauce.

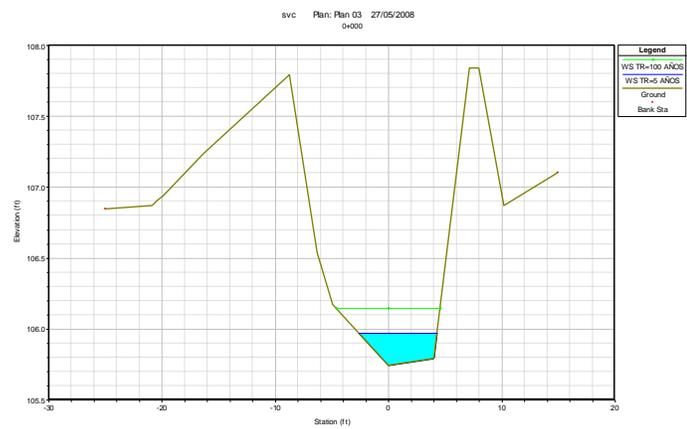
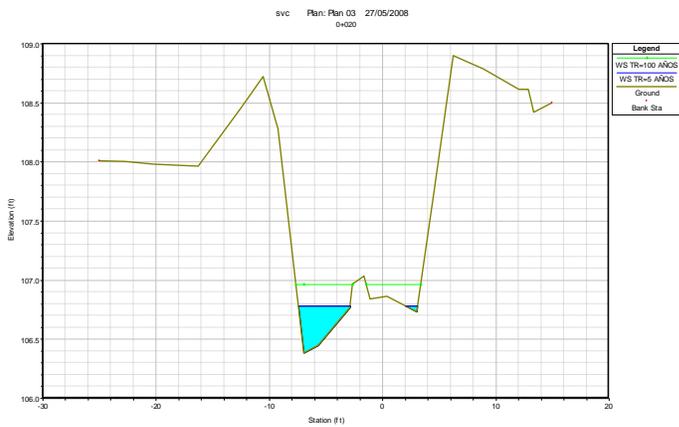
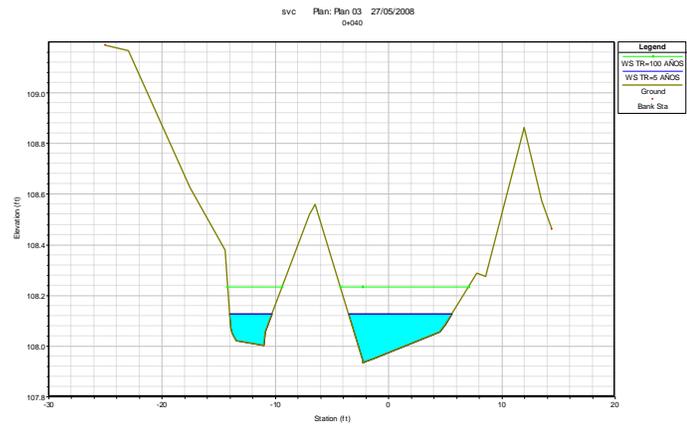
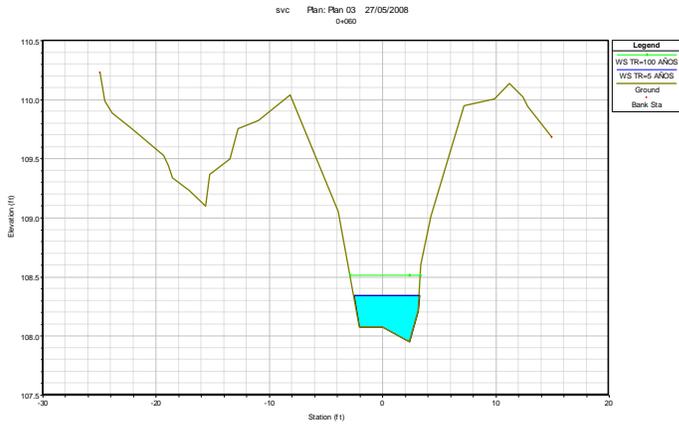




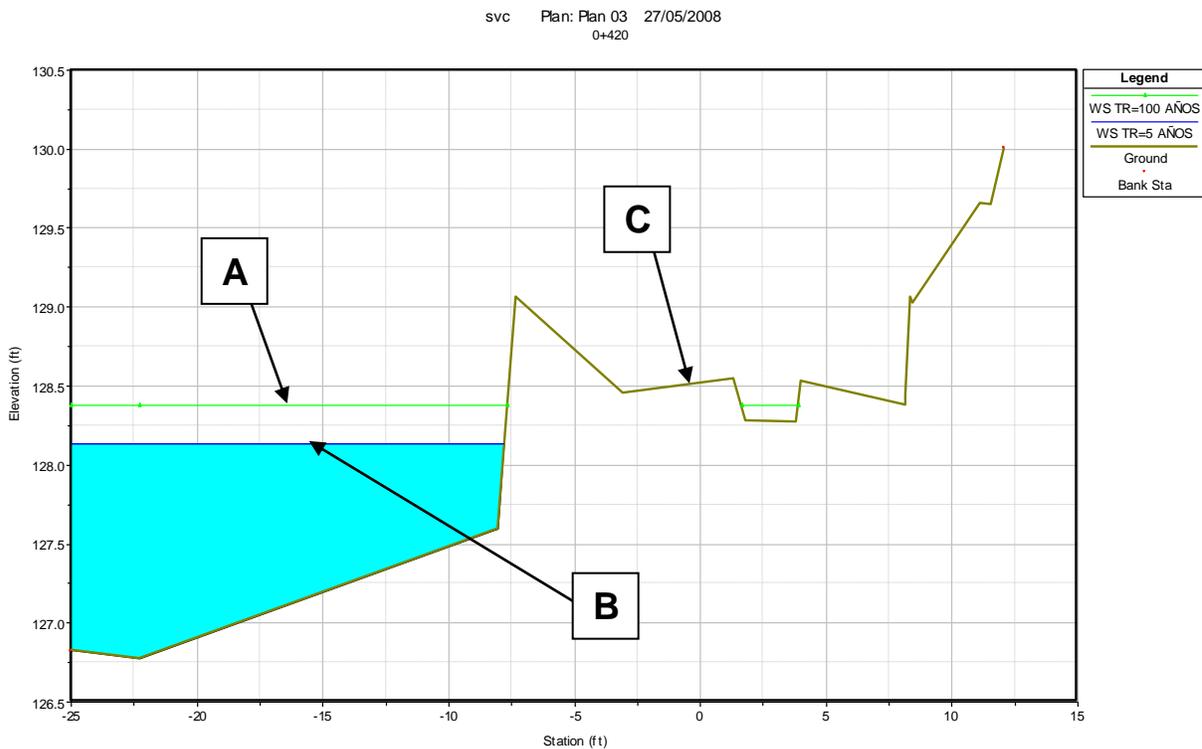








Con los resultados obtenidos, como se puede observar, se tiene una representación grafica clara de las condiciones en las que se encuentra el cauce, mostradas en secciones a lo largo de este; de esta manera se puede identificar de manera certera la ubicación en el cauce de áreas que requieren tratamiento para cumplir la función requerida satisfactoriamente.



Seccion 0+420

Se ha elegido a la sección con el cadenamiento 0+420 para mostrar con mayor claridad lo que el programa HEC-RAS nos puede mostrar. El cadenamiento es de aguas abajo hacia aguas arriba, el ancho de la sección considerada es de 40 pies, 12 m aproximadamente, de los cuales, de izquierda a derecha, 6 m corresponden al camino y los siguientes 6 m al cauce del río. Así es como en el cadenamiento 0+420 se aprecia claramente que el cauce del río está totalmente azolvado provocando que el agua fluya por el camino. Este problema se observa en más

secciones, siendo aquí donde el programa HEC-RAS demuestra su utilidad para identificar las zonas que requieren tratamiento.

Así mismo se muestra con la línea “**A**” el nivel del río con un tiempo de retorno de 100 años, con la línea “**B**” un tiempo de retorno de 5 años y finalmente con la línea “**C**” el terreno natural.

Es así como el HEC-RAS nos ayuda para poder proponer una sección para el cauce eficiente, tomando en cuenta todos los factores anteriores.

3.2 Estudio del suelo

Para la zona oriente del Estado de México, donde se encuentra San Vicente Chicoloapan, le corresponde en su mayoría suelos de tipo arcillosos en casi la totalidad de su territorio. Los suelos arcillosos en esta zona son denominados por los campesinos como “Tierras de Barro” y “Tierras Cacahuatudas”; las primeras comúnmente son productivas, y las segundas presentan problemas de manejo.

Las tierras cacahuatudas tienen un origen lacustre, con arcillas esmectíticas, kaolinita y metahalosita, con orientación horizontal como resultado de su depósito lento. Su baja productividad está relacionada con drenaje deficiente, pH alcalino, sodio en los sitios de intercambio, poca materia orgánica, presencia o ausencia de costras y reciente incorporación a la agricultura (10 años).

Las tierras de barro son de origen aluvial con aluviones activos intermitentes y estables, con arcillas esmectíticas que se orientan aleatoriamente. Su productividad está relacionada con un drenaje eficiente, pH neutros a ligeramente ácidos, calcio en los sitios de intercambio y estructuras granulares y los 70 años que tienen con actividades agrícolas. El riego, en combinación con la aplicación de materia orgánica y el tiempo de incorporación a la agricultura, es determinante en los cambios estructurales de los suelos arcillosos; es decir, de costras y bloques

angulares a subangulares en las cacahuatudas y de bloques subangulares a granulares en las de barro.

Características generales

Características	Cacahuatudas	Barro
Morfológicas	Costras Estructura de bloques angulares a subangulares de consistencia dura	Presencia o ausencia de grietas Estructura de bloques subangulares a granular, de consistencia firme o friable
Arcillas	Orientadas paralelamente < 30%	Orientadas aleatoriamente > 30%
Materiales amorfos % SiO ₂	Mayor contenido > 0.10%	Menor contenido < 0.08%
Óxidos	Goethita Cristobalita	
Fábrica Rasgos hidromorficos	Parte de la masa basal > 60% de hiporevestimientos de Fe < 40% de nódulos de Mn	Pedorasgo del suelo > 70% de nódulos e hiporevestimientos de Mn < 30% de hiporevestimientos de Fe
pH	Alcalino	Neutro a ligeramente ácido
Salinidad	Salino	No salino
Clasificación taxonómica	Orden: Entisols Subgrupo: Typic ustifluvents	Orden: Entisols y Vertisols Subgrupos: Typic ustifluent Mollic ustifluent Typic haplustert
Altitud	< 2262 m	> 2268 m
Drenaje	Deficiente	Bueno
Riego	Con o sin riego	Con o sin riego
Fertilizante orgánico	1-2 t ha ⁻¹ a cada año	1 t ha ⁻¹ cada dos o tres años
Fertilizante inorgánico		250 kg de urea cada dos o tres años
Estabilidad de agregados	Inestables y ligeramente estables	Ligeramente estables

Después de cotejar las características de cada uno, encontramos que el suelo de tipo “barro” es el que se encuentra en la zona a trabajar y es idóneo para los fines del proyecto.

3.3 Topografía del cauce principal

Se presenta un plano que contiene las características topográficas del cauce.

Ver plano en anexo

3.4 Topografía a detalle del predio

Se presenta un plano que contiene las características topográficas del predio.

Ver plano en anexo

CAPITULO 4

DISEÑO DE LA PROPUESTA

4.1 Río

Diseño Hidráulico

Para el diseño hidráulico de las obras de conducción que comunican el cauce con el vaso de regulación se emplearon las fórmulas de continuidad y de Manning.

Que son:

$$Q = V A$$

$$V = Rh^{2/3} S^{1/2}/n$$

Donde:

Q = Gasto

V = Velocidad

A = Área hidráulica

Rh = Radio hidráulico

S = Pendiente

n = Coeficiente de rugosidad.

Con base en el gasto máximo calculado se determinaron las secciones de máxima eficiencia (revestida y sin revestir), resultando una de geometría trapezoidal (Tablas 9 y 10). Sin embargo, por la configuración del terreno esta geometría no es la adecuada, por lo que se calculó la sección del dren (lavadero) considerando una sección rectangular (revestida y sin revestir). La sección del lavadero se incrementa (Tablas 11 y 12), aumentando la sección hidráulica y disminuyendo la velocidad, pues la sección en contacto con el agua es muy rugosa (Plano de: Lavadero).

Este lavadero se comunica con el vaso de regulación mediante una obra de descarga (Plano de: Obra de descarga). Esta obra se diseño de manera escalonada, debido a que fue la opción más económica de construir por la sección de acero y concreto necesarias. Las secciones fueron diseñadas y analizadas siguiendo el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal (Tablas 13 y 14). Las características de diseño son una resistencia para del concreto de 250 Kg/cm² y del acero de 4200 Kg/cm².

4.2 Vaso de regulación

El vaso de regulación diseñado debe tener la capacidad para controlar aproximadamente 10,000.00 m³ (tabla 8) de agua de lluvia. Además, debe de ser construido de la forma más segura y económica posible. Por tal motivo se diseñó una obra de descarga de concreto reforzado que cumpla con los lineamientos señalados en el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal. A excepción de la obra de descarga el resto del vaso estará hecho con tepetate producto de la excavación con corazón impermeable de arcilla (Plano de: Diseño hidráulico integral del vaso de regulación).

Esta obra contará con toda su área a cielo abierto con el objetivo principal de poder realizar limpiezas cotidianas para evitar taponamientos en la obra de descarga; las limpiezas deben de ser de esta manera para evitar producir un gasto mayor en un dragado. Estas se recomiendan antes, durante y después de las épocas de lluvia. En cuestión de seguridad se recomienda mantener del área aledaña protegida de personas ajenas a esta obra, ya que de ocurrir un taponamiento en la obra de descarga el nivel del embalse puede subir de manera peligrosa y representar un peligro.

4.3 Obra de llegada

Para la obra de descarga como ya se mencionó se proyectó con concreto reforzado, y su principal función es la de disipar la energía ejercida por el agua a su llegada a la obra de retención. Esta obra es de suma importancia, ya que es

aquí donde el agua, como su nombre lo dice, llega a la obra de retención, y es aquí donde se requiere más que en cualquier caso que llegue a una velocidad medida y de ser posible con la menor cantidad de objetos arrastrados por el cauce a lo largo de su escurrimiento; esta obra se utiliza como filtro principal de estos escombros, que se espera que retenga de manera satisfactoria los de mayor tamaño y peso, ya que estos, de llegar a la estructura de la obra de retención combinadas con la velocidad del agua, puede dañar severamente dichas paredes, produciendo posteriormente una posible falla de la misma e incurrir en gastos de reparaciones o de dragados costosos de manera continua.

4.4 Obra de retención

Para cumplir con la restricción de minimizar los volúmenes de obra se analizó el movimiento de tierras mediante la división del área secciones a cada 20 m. La longitud dividida fue de 91.5 m, desde la elevación de 104.0 m hasta la elevación de 99.0 m con una pendiente de 5.46% (Tabla 15). La sección del bordo propuesta consiste en un ancho en la base de 3.20 m, de los cuales 1.80 son arcilla y el resto tepetate; en la corona, se propone un ancho de 0.80 m, de los cuales 0.40 m están compuestos de tepetate, teniendo una altura total de 4.0 m. A la sección propuesta se le calculó su volumen de material por cada metro lineal de bordo (Tabla 16).

Con base en la capacidad de carga del suelo, el peso propio de la estructura, el empuje del agua y la estructura del bordo se analizó su estabilidad, obteniéndose como resultado que el empuje vertical es mayor al empuje pasivo del agua por lo que queda exento de peligro por volteo o deslizamiento (Tabla 17).

Para la protección de la cara de la obra de retención que estará en contacto directo con el agua se propone utilizar un material duradero y eficaz para generar esta protección, en este mismo trabajo, capítulos más adelante se realiza una comparativa entre materiales idóneos para realizar este trabajo, concluyendo en cual material ha de ser destinado para proteger de manera eficiente a la obra de retención.

4.5 Obra de descarga

Como para toda obra de retención, es necesaria una obra de descarga, para este caso en especial, se ha optado por proponer una obra de descarga que cumpla con la tarea principal de descargar el contenido del vaso de regulación en todo momento. La función principal de este proyecto es contener las avenidas hacia la avenida principal, disipar la energía generada por el agua y permitir al drenaje pluvial que desaloje todo el gasto generado. Debido a que se calcula que el vaso reciba aproximadamente $10,000.00 \text{ m}^3$ en condiciones desfavorables, hablando climatológicamente, esta cantidad debe de ser descargada al drenaje de manera controlada.

El proyecto de drenaje pluvial del desarrollo comprende una tubería de 8", por lo que se propone colocar dos tubos de PAD de 4" en el punto más bajo del vaso de regulación que sería aproximadamente en el punto de elevación que corresponde a los 99.0 m, se proponen dos tubos por eficiencia, si se tiene problemas con alguno, el otro tubo puede realizar esta función. Estos serán conectados directamente al brocal de descarga del drenaje pluvial del desarrollo habitacional el cual a su vez lo descarga hacia los canales de agua residual destinados para este.

De la misma manera y siguiendo esta condición, si se presentara una falla que afectara a las dos tuberías anteriores se propone colocar otras dos tuberías de iguales características a las anteriores. En el punto de elevación correspondiente a los 101.5m, que corresponde la mitad de la elevación del embalse, y se conectan de la misma manera a la red pluvial.

CAPITULO 5

ANÁLISIS DE VARIANTES

Con el objeto de tener en consideración alternativas viables para la ejecución de este proyecto, se procedió a realizar dos cotizaciones para poder generar una comparativa a partir de los costos de obra, tomando en cuenta, como punto principal, el costo total de la cotización (Tablas 18 y 19) y las medidas de mantenimiento para las dos propuestas. Al final de este capítulo se debe concluir por definir la opción de obra a realizar para la protección de la estructura de retención. Tomando en cuenta las condiciones antes mencionadas.

5.1 Bordo de Geomembrana

La primera de estas alternativas consiste en cubrir con geomembrana toda la superficie de contacto del agua dentro del vaso regulador; esta geomembrana tiene como objeto, mantener protegida la obra de retención, para evitar socavaciones y con esto una falla posterior de la estructura de retención. Las geomembranas son láminas impermeabilizantes fabricadas con resinas de PVC (Cloruro de Polivinilo).

CARACTERISTICAS

- Impermeabilidad.
- Permite diferentes técnicas de sellado.
- Alta resistencia uv, química, mecánica y a la intemperie.
- Gran flexibilidad y elongabilidad.
- Rápida instalación y fácil mantenimiento.
- Sistema modular que permite facilidad en el despliegue.
- Bajos costos de instalación y preparación del terreno.
- Suministro de módulos hasta de 4.000 m², según las dimensiones solicitadas por el cliente, en calibres desde 0.5 mm, hasta 2.5 mm, con o sin refuerzo en tela poliéster.

- Reforzable con tela de poliéster de alta tenacidad para lograr altísima resistencia a la tensión.

APLICACIONES

Las geomembranas son ideales para el control de filtraciones por su bajísima impermeabilidad (10^{-10} a 10^{-12} cm/s) que le permite actuar como barrera al paso de fluidos. Utilizadas en ingeniería ambiental, geotécnica e hidráulica. Para este caso en particular, se requiere el uso de geomembranas reforzadas. Las Geomembranas Reforzadas combinan las propiedades impermeabilizantes de las geomembranas con el refuerzo mecánico aportado por un alma de tela de poliéster de alta tenacidad. Las geomembranas reforzadas se fabrican en referencias STANDARD o HR en diferentes calibres dependiendo de la necesidad.

Las Geomembranas Reforzadas son ideales para aquellas aplicaciones en que se requiere trabajo mecánico de la geomembrana. En obras de Ingeniería se utiliza en estructuras de retención de líquidos, para nuestro caso de interés, cumple con las especificaciones requeridas. La Geomembrana Reforzada tiene las características idóneas para acoplarse al talud y a la base del vaso regulador; con un talud bien conformado y libre de materiales punzo cortantes (Figura 14), la vida estimada de la Geomembrana Reforzada se estima en 20 años como mínimo.



Figura 14. Geomembrana en talud.

Como se muestra en la Figura 15, la Geomembrana Reforzada se ha utilizado en casos anteriores similares al que se está estudiando en este trabajo, cumpliendo con los requisitos de durabilidad, teniendo el cuidado pertinente, y funcionalidad requeridos para los fines deseados.



Figura 15. Éxito en caso previo.

Una interrogante frecuente en el uso de la Geomembrana Reforzada para una obra de retención, es como se va a atender la obra de descarga. En la Figura 16 se muestra como es cubierto el tubo de descarga de igual manera que el talud con la Geomembrana Reforzada, esto con el fin de proteger tanto a la obra de retención como a la Geomembrana Reforzada.



Figura 16. Colocación de tubo de descarga.

La Geomembrana presenta una gran flexibilidad incluso a temperaturas muy bajas (hasta -45° C) haciendo posible su instalación en gran variedad de climas y terrenos, de igual manera se puede alargar más del 300%, lo que permite a la membrana estirarse y acoplarse al subsuelo.

Como una desventaja importante en el uso de la Geomembrana Reforzada es que se debe de tener en todo momento la superficie libre de materiales que puedan dañarla, como pueden ser ramas con filo o vidrio; estos materiales combinados con la velocidad del agua pueden causar un daño severo. Es por eso que las estructuras anteriores, siendo la más importante la obra de llegada, la cual se encargara como se habló anteriormente, deberá captar el mayor número de azolves arrastrados a lo largo del recorrido del agua; y principalmente disminuir la velocidad de la misma.

Exceptuando lo anterior, la Geomembrana después de la instalación requiere muy poco o ningún mantenimiento regular. La geomembrana expuesta al ambiente normal puede aguantar bien por encima de los 30 años. Dado esto, se requiere una Geomembrana Reforzada HR de 2.5 mm para cubrir el vaso regulador en

toda su área de contacto con el agua. Así que se requieren 1150 m² para la estructura de retención, y para la superficie del vaso regulador 3700 m², esto más un desperdicio para cada uno.

Como anexo se incluye el presupuesto de toda la obra con el concepto de la geomembrana integrado, para una comparación posterior con el presupuesto del concreto lanzado; junto con esta comparativa se deberá tomar en cuenta el mantenimiento y ventajas y desventajas de cada uno para tomar una decisión.

5.2 Bordo con concreto lanzado

La segunda comprende recubrir esta misma área pero con concreto lanzado, el cual debe de cumplir con las mismas obligaciones de la geomembrana. Se requiere concreto lanzado específicamente en la obra de retención, debido a que el talud tiene una pendiente de de 0.5:1, de otra manera el proceso constructivo de otra alternativa aumentaría considerablemente los costos. El concreto lanzado es un concreto transportado a través de tubería o manguera, proyectado neumáticamente a gran velocidad sobre una superficie, adhiriéndose perfectamente a ella con una excelente compactación. (Figura 17)



Figura 17. Colocación concreto lanzado.

Ventajas

- El control de calidad de las materias primas y del producto final es riguroso y de acuerdo con las normas vigentes exigidas.
- Facilita la colocación de la mezcla.
- Los desperdicios y el rebote son mínimos y no necesita vibrado ni compactación adicional.
- Permite dar el acabado deseado.
- Reduce costos de formaleta.
- Permite altos rendimientos en mano de obra.
- Disminuye los tiempos de ejecución de obras.

El proceso de concreto lanzado tiene dos métodos principales de aplicación: el “húmedo” y el “seco”. En el proceso húmedo, el concreto premezclado se bombea a la boquilla y se impulsa mediante aire comprimido. En el proceso seco, un concreto seco o semi-seco se sopla con aire comprimido a la boquilla donde se mezcla con agua a presión y se rocía.

Ambos métodos tienen ventajas para distintas aplicaciones. En las principales, el proceso húmedo se emplea para operaciones más grandes y el seco para las pequeñas; para este caso en especial, se sugiere el uso de concreto lanzado por el método “seco”.

Uso

Estructuras con secciones curvas o alabeadas. Revestimiento de túneles. Recubrimiento de mampostería para protección o acabados. Refuerzos o reparación de estructuras de concreto. Estabilización de taludes. Protección del acero estructural. Muros de contención. Canales de agua y cunetas. Tanques de agua y en todas aquellas estructuras que requieran ser construidas o tratadas con concreto lanzado. Como se muestra en la Figura 18, el uso del concreto lanzado en superficies con una inclinación casi vertical está altamente comprobado;

tomando en cuenta que se requiere de malla electrosoldada para que el concreto trabaje correctamente.



Figura 18. Colación exitosa en taludes escarpados

Precauciones

Cuando se necesiten resistencias iniciales altas, se debe de consultar un departamento técnico especialista para obtener resultados con la seguridad requerida. Si se requiere un afinado especial, se debe proveer del personal adecuado para realizar antes el fraguado del concreto. El material de rebote no se debe volver a usar. Se debe prestar atención al curado, especialmente a primeras edades.

Como una desventaja importante, es la económica. Por las características del proyecto, se requiere de doble malla para el concreto, lo que incrementa el costo, siendo de por si el concreto lanzado ya de precio alto. Este factor puede impactar

de manera importante para la toma de decisión de la mejor alternativa para este proyecto.

Con las debidas precauciones en colocado del concreto lanzado, se puede asegurar que no requerirá de un mantenimiento posterior mayor al que se le da a cualquier concreto que se encuentra en contacto directo con agua. De igual manera se requiere concreto lanzado de 10 cm a 15 cm de espesor con doble malla de sujeción en 1150 m para la estructura de retención, y para la superficie del vaso regulador una losa de concreto de 10 a 15 cm de espesor en los 3700 m²

El presupuesto se anexa para una comparación final con la Geomembrana Reforzada. En la conclusión de este trabajo se termina por sugerir el método a utilizar vasado en las características antes mencionadas en cada una de las dos alternativas.

Al realizar los presupuestos correspondientes a cada opción propuesta, se tiene que para la opción de la Geomembrana Reforzada el importe es de \$792,869.57, con un tiempo de ejecución de 15 días; mientras que para el Concreto Lanzado el importe es de \$2, 099,600.00, con un tiempo de ejecución de 4 semanas.

Con estos datos se tiene información más completa para tomar una decisión y proceder a en la sugerencia del material idóneo a utilizar, tomando en cuenta el costo, eficiencia, mantenimiento, durabilidad y tiempo de ejecución.

Por lo tanto se recomienda la utilización de la Geomembrana Reforzada; su costo es menor en \$1, 306,739.43 al del concreto lanzado, su mantenimiento es casi nulo, tiene una vida útil hasta de 30 años, el tiempo de colocación es mínimo ya con la estructura conformada y en caso de requerirla, una compostura es fácil, rápida y de costo moderado. Es así como sé cómo se completan los trabajos necesarios para el correcto funcionamiento del Vaso Regulador en San Vicente Chicoloapan.

CONCLUSIONES

El objetivo propuesto a partir de la necesidad expresada por el municipio de San Vicente Chicoloapan, de generar un proyecto para el control de avenidas en el complejo habitacional de Ciudad Galaxia, se cumplió con la proyección de un Vaso Regulador y obras de rectificación para el cauce del río.

Este Vaso Regulador cumple con las características solicitadas por el Municipio, así mismo cumple con los tres puntos esenciales en la Ingeniería a cumplir: Eficiente, seguro y económico.

Se contempla la construcción del cauce del río con una sección rectangular sin revestir de base de 4.00 m y de altura 2.30 m para toda su longitud. Reconstruir 4 muros gavión y los puentes vehiculares para acceso a los predios. La construcción de un lavadero para disminuir la velocidad de llegada del agua a una obra de descarga escalonada que deberá cumplir la misma función con el agua. La construcción de un Vaso Regulador con la capacidad de contener 10,000 m³ calculados para un periodo de retorno de 100 años. El bordo de retención del vaso regulador será construido con arcilla como corazón impermeable y tepetate como material de respaldo, este último será producto de la excavación.

Todo el vaso regulador será cubierto con una Geomembrana Reforzada con la finalidad de proteger la estructura y la base del vaso regulador. Como descarga se contemplan 4 tubos de PAD de 4". Dos en el punto más bajo de la estructura y otros dos a 2.5 m de altura a la mitad del vaso; todos conectados a la red de alcantarillado pluvial de 8" del desarrollo habitacional. Se contempla que la obra descargue en todo momento, la estructura de retención en su totalidad solo será necesaria en casos extraordinarios.

Este trabajo es solo uno de los muchos que necesita el municipio de San Vicente Chicoloapan para proteger sus desarrollos habitacionales de las inclemencias del

tiempo. Es por esto que la opción presentada es enteramente viable por su baja complejidad, economía, funcionalidad y seguridad ante todo; de esta manera el municipio puede destinar recursos a la solución de este tipo de problemática sin desatender otras necesidades.

Es así como un vaso de regulación se proyecta como una alternativa para la solución de un problema cada vez más común, el control de avenidas extraordinarias. El constante crecimiento en la demanda de vivienda en nuestro país provoca que emerjan proyectos en zonas que por naturaleza presentan estas avenidas; no podemos evitarlas, pero si podemos controlarlas dentro de nuestras posibilidades, con ideas sencillas y prácticas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Aparicio Mijares Francisco Javier. Fundamentos de Hidrología de Superficie. 1997.

Arkoplan. Plan Maestro. Ciudad de los Reyes Tlalmimilolpan. 2001.

CFE Comisión Federal de Electricidad, Instituto de Investigaciones Eléctricas. Manual de Diseño de Obras Civiles, Sección de Hidrotécnica, 1981.

CNA Comisión Nacional del Agua. BANDAS Banco Nacional de Datos de Aguas Superficiales. IMTA 1997.

CNA Comisión Nacional del Agua. ERIC Extractor Rápido de Información Climatológica v. 2.0. IMTA 1999.

CNA Comisión Nacional del Agua. Información climatológica e hidrométrica. Gerencia Regional del Valle de México

CNA Comisión Nacional del Agua. Información hidrométrica. Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos.

CNA Comisión Nacional del Agua. Recomendación de periodos de retorno para la estimación del gasto máximo de diseño en las obras hidráulicas.

INEGI-Gobierno del Estado de México. Anuario Estadístico del Estado de México. Edición 1998.

INEGI Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Carta topográfica Esc. 1:50,000, hoja: E-14-B-31, versiones 1985 y 1998 (impresas) y Digital.

INEGI Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Carta topográfica Esc. 1:250,000, hoja E-14-2, 2000.

INEGI Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Cartas hidrológicas de aguas superficiales Esc. 1:250,000, hoja E-14-2, 1983.

INEGI Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Carta de climas Esc. 1:1'000,000, hoja México. 1980.

INEGI Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Carta de precipitación total anual Esc. 1:1'000,000, hoja México. 1980.

INEGI Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Carta hidrológica de aguas superficiales Esc. 1:1'000,000, hoja México. 1982.

SCT Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Isoyetas de Intensidad-Duración-Frecuencia de la República Mexicana. 1980

Springal G. Rolando. Hidrología. Primera parte. 1975

Torres Herrera Francisco. Obras hidráulicas. 1987

UNAM Facultad de Ingeniería, División de Educación Continua. Hidrología Aplicada a la Ingeniería. 1985

UNAM Instituto de Ingeniería-Gerencia Técnica de GRAVAMEX. Guía para la determinación de tormentas y avenidas de diseño para las cuencas del Valle de México. 1996

U.S. Army Corps of Engineers.Hydrologic Engineering Center. HEC-RAS River Analysis System. Version 2.2, 1998

ANEXOS

ANEXO 1. TABLAS

Contenido

Tabla 1. Pendiente media.

Tabla 2. Información climatológica.

Tabla 3. Intensidades máximas.

Tabla 4. Resultado del Método Estadístico de Gumbel.

Tabla 5. Coeficiente de escurrimiento.

Tabla 6. Área hidráulica.

Tabla 7. Características de la cuenca.

Tabla 8. Gasto máximo.

Tabla 9. Sección de máxima eficiencia revestida.

Tabla 10. Sección de máxima eficiencia sin revestir.

Tabla 11. Diseño de drenes de sección rectangular revestidos.

Tabla 12. Diseño de drenes de sección rectangular sin revestir.

Tabla 13. Dimensionamiento estructural de la obra de descarga.

Tabla 14. Análisis estructural de la obra de descarga.

Tabla 15. Cálculo del movimiento de tierra por secciones.

Tabla 16. Cálculo del volumen de la obra de contención.

Tabla 17. Evaluación de estabilidad del talud.

Tabla 18. Presupuesto general de la obra para geomembrana reforzada a costo directo.

Tabla 19. Presupuesto general de la obra para concreto lanzado a costo directo.

ANEXO 2. PLANOS

Contenido

Plano de: Diseño hidráulico integral de vaso de regulación.

Plano de: Secciones del cauce. Plano 1 de 3.

Plano de: Secciones del cauce. Plano 2 de 3.

Plano de: Secciones del cauce. Plano 3 de 3.

Plano de: Muro gavión.

Plano de: Paso superior vehicular.

Plano de: Lavadero.

Plano de: Obra de descarga.

Plano de: Topografía

Plano de: Perfil del cauce.

TABLA 1. PENDIENTE MEDIA
CRITERIO DE TAYLOR - SCHWARZ

SAN VICENTE Area de cuenca (Km²): 1.07 Longitud del cauce (Km): 1.91

Tramos	Longitud del tramo	Longitud acumulada	Cota inicio	Cota llegada	Pendiente	1/(S ^{1/2})
1	356.63	356.63	2,380.00	2,360.00	0.06	4.22
2	395.83	752.46	2,360.00	2,340.00	0.05	4.45
3	352.86	1,105.32	2,340.00	2,320.00	0.06	4.20
4	404.90	1,510.22	2,320.00	2,300.00	0.05	4.50
5	398.57	1,908.79	2,300.00	2,280.00	0.05	4.46
					S =	21.84

Desnivel (m) = 100.00

Longitud del cauce (m) = 1,908.79

Número de Tramos = 5.00

Pendiente media = 0.0524

TABLA 2. INFORMACIÓN CLIMATOLÓGICA

Estación		Estado	Parámetros		
Clave	Nombre		Evaporación (mm)	Precipitación (mm)	Lluvia máxima 24 Hrs. (mm)
15 - 017	Coatepec	Edo. Mex.	1,485.8	644.3	65.5
15 - 023	Chimalhuacán	Edo. Mex.		560.0	68.0
15 - 167	El Tejocote	Edo. Mex.	1,567.1	565.7	68.0

TABLA 3. INTENSIDADES MÁXIMAS
MÉTODO ESTADÍSTICO DE GUMBEL

Número de Orden	Periodo de retorno Tr (años) para 5 y 10 minutos	Periodo de retorno Tr (años)	Duración, minutos									
			5	10	15	20	30	45	60	80	100	120
1	33.00	34.00	204.0	126.0	108.0	94.5	74.8	54.0	49.0	38.0	30.0	25.0
2	16.50	17.00	156.0	123.0	84.0	78.0	66.6	53.6	41.6	32.0	26.1	22.0
3	11.00	11.33	153.6	112.0	84.0	77.0	65.0	48.0	40.0	32.0	26.0	21.0
4	8.25	8.50	150.0	100.0	84.0	76.1	61.0	47.0	36.7	28.2	23.2	20.4
5	6.60	6.80	144.0	99.0	83.6	69.5	56.0	44.0	35.0	27.0	21.0	20.0
6	5.50	5.67	128.0	96.0	83.0	67.0	53.0	41.0	34.0	26.0	21.0	18.0
7	4.71	4.86	127.0	94.0	80.0	65.0	52.5	37.0	33.0	26.0	21.0	17.5
8	4.13	4.25	126.0	93.6	79.2	62.0	48.0	37.0	30.0	24.0	20.0	17.0
9	3.67	3.78	123.6	93.0	78.0	62.0	48.0	36.8	28.3	22.0	19.0	16.0
10	3.30	3.40	120.0	85.0	74.0	61.0	48.0	34.0	27.0	22.0	19.0	15.0
11	3.00	3.09	115.0	85.0	72.0	60.0	46.0	34.0	27.0	22.0	17.1	15.0
12	2.75	2.83	112.0	83.4	70.0	58.0	44.0	33.0	26.4	21.5	17.0	15.0
13	2.54	2.62	110.0	80.0	65.0	55.0	44.0	32.0	25.0	21.4	17.0	14.3
14	2.36	2.43	109.0	77.0	65.0	55.0	42.0	32.0	25.0	19.0	16.0	14.0
15	2.20	2.27	108.0	76.0	63.0	54.8	41.0	31.8	25.0	18.9	15.8	14.0
16	2.06	2.13	105.0	76.0	63.0	53.0	40.0	31.2	25.0	18.2	15.2	14.0
17	1.94	2.00	105.0	75.0	60.0	51.0	40.0	30.0	24.0	18.0	15.0	14.0
18	1.83	1.89	102.0	75.0	60.0	51.0	39.5	30.0	24.0	17.0	15.0	13.2
19	1.74	1.79	100.0	74.0	57.2	51.0	39.0	29.0	23.0	17.0	14.8	13.0
20	1.65	1.70	100.0	73.0	57.0	49.0	37.0	27.0	22.0	17.0	14.0	12.8
21	1.57	1.62	100.0	69.6	57.0	47.1	35.0	27.0	22.0	17.0	14.0	12.0
22	1.50	1.55	98.0	68.0	56.0	46.0	35.0	26.5	20.4	17.0	13.0	11.0
23	1.43	1.48	98.0	68.0	55.0	46.0	35.0	26.0	20.3	17.0	13.0	11.0
24	1.38	1.42	96.0	62.0	53.0	46.0	35.0	26.0	20.0	16.4	13.0	10.3
25	1.32	1.36	90.0	58.0	49.2	42.0	33.0	25.6	20.0	15.3	13.0	10.2
26	1.27	1.31	87.0	57.7	47.0	41.0	32.0	25.0	18.5	14.4	12.2	10.0
27	1.22	1.26	85.2	56.0	44.0	36.9	30.0	24.7	18.0	14.0	11.0	9.0
28	1.18	1.21	85.0	50.4	43.5	35.0	28.6	24.0	17.0	13.0	10.0	9.0
29	1.14	1.17	74.4	50.0	37.0	34.0	27.0	22.0	16.0	13.0	10.0	9.0
30	1.10	1.13	61.2	49.5	36.0	32.0	26.6	19.0	16.0	12.0	10.0	8.0
31	1.06	1.10	52.8	39.6	34.4	30.9	25.0	18.9	14.8	11.2	9.0	7.5
32	1.03	1.06	36.0	35.4	33.0	25.0	19.0	13.0	10.0	7.0	6.0	6.0
33		1.03			32.4	24.4	16.3	10.9	8.3	6.8	5.4	4.6

INTENSIDADES DE LLUVIA PARA DIFERENTES DURACIONES Y PERIODOS DE RETORNO

TABLA 4. RESULTADO DEL METODO ESTADÍSTICO DE GUMBEL

Duración en minutos										
Periodo de retorno (años)	5	10	15	20	30	45	60	80	100	120
5	149.70	94.22	71.86	59.30	45.23	34.50	28.47	23.49	20.24	17.92
10	191.46	120.50	91.91	75.84	57.85	44.12	36.41	30.04	25.88	22.91
20	244.88	154.12	117.55	97.00	73.99	56.43	46.57	38.42	33.10	29.31
50	339.02	213.37	162.74	134.29	102.43	78.12	64.47	53.19	45.83	40.57
100	433.60	272.90	208.15	171.76	131.00	99.92	82.45	68.04	58.61	51.89
500	767.75	483.21	368.56	304.12	231.96	176.92	145.99	120.47	103.78	91.88
1000	981.95	618.02	471.38	388.97	296.68	226.28	186.72	154.08	132.74	117.52

TABLA 5. COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO**MÉTODO RACIONAL**

Tipo de cobertura por drenar	Rango del coeficiente de escurrimiento
<i>PRADERAS</i>	
Suelos arenosos planos (pendiente 0.02)	0.05 - 0.10
Suelos arenosos con pendientes medias (0.02 - 0.07)	0.10 - 0.15
Suelos arenosos escarpados (0.07 ó más)	0.15 - 0.20
Suelos arcillosos planos (0.02 o menos)	0.13 - 0.17
Suelos arcillosos con pendientes medias (0.02 - 0.07)	0.18 - 0.22
Suelos arcillosos escarpados (0.07 ó más)	0.25 - 0.35
<i>ZONAS RURALES</i>	
Campos cultivados	0.20 - 0.40
Zonas forestadas	0.10 - 0.30
<i>ZONAS RESIDENCIALES</i>	
Unifamiliares	0.30 - 0.50
Multifamiliares separadas	0.40 - 0.60
Semiurbanas	0.25 - 0.40
Casa habitación	0.50 - 0.70

TABLA 6. ÁREA HIDRÁULICA

FÓRMULA DE TALBOT

Cuenca	Area (Ha)	Coefficiente de escurrimiento	Área hidráulica (m ²)
SAN VICENTE	107.09	0.30	1.83

TABLA 7. CARACTERISTICAS DE LA CUENCA

Cuenca	Área (Km ²)	Longitud de la corriente (Km)	Longitud de la corriente (m)	Pendiente media	Desnivel (m)
--------	----------------------------	-------------------------------------	------------------------------------	-----------------	-----------------

1	SAN VICENTE	1.1	1.9	1,908.8	0.0524	100.00
---	-------------	-----	-----	---------	--------	--------

Cuenca	Método de Rowe (min)	Método del SCS (min)	Método de Chow (min)	Método de Kirpich (min)	Promedio (min)
--------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	----------------------------	-------------------

1	SAN VICENTE	20.4	20.0	22.2	24.0	21.66
---	-------------	------	------	------	------	-------

TABLA 8. GASTO MÁXIMO
MÉTODO RACIONAL

Cuenca	Área (Km ²)	Tiempo de concentración de la subcuenca (Hr)	Tiempo de concentración (min)	Intensidad (mm/hr)	Coefficiente de escurrimiento	Gasto máximo (m ³ /seg)	Volumen (m ³)
--------	-------------------------	--	-------------------------------	--------------------	-------------------------------	------------------------------------	---------------------------

SAN VICENTE *	1.07	0.36	21.7	25.00	0.50	3.72	4836.48
---------------	------	------	------	-------	------	------	----------------

Cuenca	Área (Km ²)	Periodo de retorno (años)	Tiempo de concentración (min)	Intensidad (mm/hr)	Coefficiente de escurrimiento	Gasto máximo (m ³ /seg)	Volumen (m ³)
SAN VICENTE	1.07	5	21.66	59.00	0.15	2.63	3424.23
SAN VICENTE	1.07	100	21.66	171.76	0.15	7.67	9968.36

El Tc se cálculo por diversos métodos

* La intensidad de lluvia asignada se tomo de la envolvente de intensidades máximas historicas

La intensidad de lluvia asignada para cada periodo de retorno se cálculo con el método estadístico de regresión lineal multiple de Gumbel

TABLA 9. SECCIÓN DE MÁXIMA EFICIENCIA (Revestida)

Opción	Caudal de proyecto (m ³ /seg)	Pendiente	Tirante (m)	Superficie libre del agua (m)	X (m)	S (m)
1	2.63	0.0524	1.50	3.46	0.87	1.73
2	7.67	0.0524	1.50	3.46	0.87	1.73

Opción	Base (m)	Área (m ²)	Perímetro (m)	Rh	n	Rh ^{2/3}
1	1.73	3.90	5.20	0.750	0.017	0.825
2	1.73	3.90	5.20	0.750	0.017	0.825

Opción	s ^{1/2}	V (m/seg)	Caudal de diseño (m ³ /seg)	Dimensiones del canal (m)		
				Altura	Ancho superior	Base
1	0.229	11.12	43.33	1.85	3.87	1.73
2	0.229	11.12	43.33	1.85	3.87	1.73

TABLA 10. SECCIÓN DE MÁXIMA EFICIENCIA (Sin revestir)

Opción	Caudal de proyecto (m ³ /seg)	Pendiente	Tirante (m)	Superficie libre del agua (m)	X (m)	S (m)
1	2.63	0.05	2.05	4.73	1.18	2.37
2	7.67	0.05	1.80	4.16	1.04	2.08

Opción	Base (m)	Área (m ²)	Perímetro (m)	Rh	n	Rh ^{2/3}
1	2.37	7.28	7.10	1.025	0.015	1.017
2	2.08	5.61	6.24	0.900	0.015	0.932

Opción	s ^{1/2}	V (m/seg)	Caudal de diseño (m ³ /seg)	Dimensiones del canal (m)		
				Altura	Ancho superior	Base
1	0.229	15.52	112.96	2.85	5.66	2.37
2	0.229	14.23	79.86	2.60	5.08	2.08

TABLA 11. DISEÑO DE DRENES**SECCIÓN RECTANGULAR (Revestida)**

Opción	Coefficiente de Manning	Pendiente	Base (m)	Altura (m)	Área hidráulica (m ²)	Perímetro mojado (m)
1	0.017	0.0524	4.00	1.50	6.00	7.00
2	0.017	0.0524	4.00	1.50	6.00	7.00

Opción	Radio hidráulico (m)	Velocidad (m/seg)	Caudal (m ³ /seg)	Base (m)	Alto (m)	Área de la sección (m ²)
1	0.86	12.15	72.93	4.00	1.85	7.40
2	0.86	12.15	72.93	4.00	1.85	7.40

TABLA 12. DISEÑO DE DRENES**SECCIÓN RECTANGULAR (Sin revestir)**

Opción	Coefficiente de Manning	Pendiente	Base (m)	Altura (m)	Área hidráulica (m ²)	Perímetro mojado (m)
1	0.015	0.0524	4.00	1.50	6.00	7.00
2	0.015	0.0524	4.00	1.50	6.00	7.00

Opción	Radio hidráulico (m)	Velocidad (m/seg)	Caudal (m ³ /seg)	Base (m)	Alto (m)	Área de la sección (m ²)
1	0.86	13.77	82.65	4.00	2.30	9.20
2	0.86	13.77	82.65	4.00	2.30	9.20

TABLA 13. DIMENSIONAMIENTO ESTRUCTURAL DE LOSA EN OBRA DE DESCARGA.

Determinación de carga muerta en losa

Concepto	yMaterial (Kg/m ³)	t (m)	w (Kg/m ²)
Losa Maciza	2400	0.140	336
Agua	1000	0.5	500
RCDF			40
			0
			0
Impermeabilizante			10
Total			886

Tablero	Tipo de tablero	m=a1/a2
1	Aislado	0.77

Tablero 1 En dirección "X"

Tipo de Tablero	Momento	Claro	m	Caso1	10-4wa1 ²	Momento	Q	w	p cal.	As cal.	p min.	As min.	S cal 3/8"	S 3/8"
Aislado	Neg. en bordes discontinuos	corto	0.77	450	2.215	996.75	0.0616	0.07	0.00227	2.61	0.003	3.45	27.24	20.58
		largo	0.77	330	2.215	730.95	0.0452	0.045	0.00146	1.68	0.003	3.45	42.37	20.58
	positivo	corto	0.77	680	2.215	1506.20	0.0930	0.100	0.00324	3.72	0.003	3.45	19.07	20.58
		largo	0.77	500	2.215	1107.50	0.0684	0.078	0.00253	2.90	0.003	3.45	24.44	20.58

Tablero 1 En dirección "Y"

Tipo de Tablero	Momento	Claro	m	Caso1	10-4wa1 ²	Momento	Q	w	p	As cal.	p min.	As min.	S cal 3/8"	S 3/8"
Aislado	Neg. en bordes discontinuos	corto	0.77	450	2.215	996.75	0.0616	0.07	0.00227	2.61	0.003	3.45	27.24	20.58
		largo	0.77	330	2.215	730.95	0.0452	0.045	0.00146	1.68	0.003	3.45	42.61	20.58
	positivo	corto	0.77	680	2.215	1506.20	0.0930	0.100	0.00324	3.72	0.003	3.45	19.07	20.58
		largo	0.77	500	2.215	1107.50	0.0684	0.078	0.00253	2.90	0.003	3.45	24.44	20.58

Cálculo del peralte de la losa (Monolítica con sus apoyos)

Corto		Largo		d1 (cms)	d2 (cms)
Lado Discontinuo (cms)	Lado Discontinuo (cms)	d1 (cms)	d2 (cms)		
500	650	11.5	11.45	Peralte Míimo	
500	650				

Factor de corrección peralte mínimo

f y (Kg/cm ²)	w (Kg/m ²)	Factor Corrección
4200	886	1.49

TABLA 14. ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE LA OBRA DE DESCARGA.

Párametros iniciales a considerar en una Ménsula

L/h<1			a/d<1		
L	h	L/h	a	d	a/d
(cms)	(cms)		(cms)	(cms)	
33	35	0.94	33	95	0.35

Determinación de la carga actuante en la Ménsula

Por conceptos de hidrostática

γ Agua (Kg/m ³)	h (m)	b Muro (m)	long. Muro (m)	carga (Kg)
1000	1	1	6.5	6500

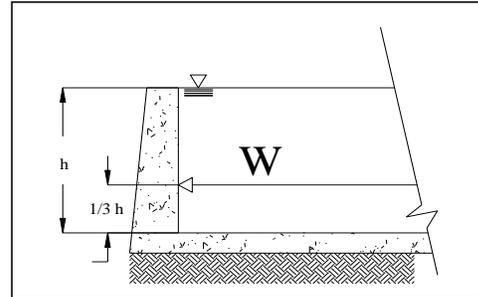


Tabla de coeficientes de fricción

Material	Factor	Simbología
Concreto colado monolíticamente	1.4	AvF CMon
Concreto colado contra concreto endurecido	1	AvF CcCe
Entre concreto y acero laminado	0.7	AvF CA

Cálculo del acero de refuerzo por cortante

Acero Comparativo		Acero Comparativo		Acero Comparativo	
AvF CMon (cms ²)	AvF (cms ²)	AvF CcCe (cms ²)	AvF (cms ²)	AvF CA (cms ²)	AvF (cms ²)
1.93	-11.20	2.71	-11.20	3.87	-11.20

As min. (cms ²)	VR (Kg)	V Actuante (Kg)
6.67	112000.00	9100

Cálculo del acero de refuerzo por Flexión

a	h	a/h
(cms)	(cms)	
33.00	35.00	0.94

0.5<a/h<1. a/h<0.5

z1 (cms)	z2 (cms)	AvF z1 (cms ²)	AvF z2 (cms ²)
27.20	396.00	2.92	0.20

TABLA 15. CÁLCULO DEL MOVIMIENTO DE TIERRA POR SECCIONES.

Sección 1

Área (m ²)	h(m)	Vol (m ³)	Vt (m ³)
375	3.9	1462.5	
14	39.2	548.8	2011.3

Nota: Parte del material producto de la excavación (tepetate) es aprovechado para construcción del respaldo del dique.

Sección 2

Área (m ²)	h(m)	Vol (m ³)	Vt (m ³)
830	2.5	2075	
10.9	41	446.9	2521.9

Nota: El material producto de la excavación a utilizarse será el extraído apartir de los 2 a 4 m, debido a que el material en esa zona esta mejor conservado y tiene propiedades idoneas para el uso propuesto.

Sección 3

Área (m ²)	h(m)	Vol (m ³)	Vt (m ³)
930	1.7	1581	
10.9	46	501.4	2082.4

Sección 4

Área (m ²)	h(m)	Vol (m ³)	Vt (m ³)
860	0.6	516	
10.9	43	468.7	984.7

Sección 5

Área (m ²)	h(m)	Vol (m ³)	Vt (m ³)
570	0.1	57	
			57
VOLUMEN			7657.3
F.A.			0.3
Vexc total			9954.49

Material de respaldo

Base mayor (m)	Base menor (m)	Altura (m)	A (m ²)	Aresp - Aci	Perimetro (m)	Volumen resp (m ³)	F.A.	Vexc (m ³) - Vresp(m ³)
3.2	0.8	4	8	3.875	272.178	1054.68975	1371.09668	8583.39325

VOLUMEN TOTAL A RETIRAR DEL SITIO 8583.4 m³

Tabla 16. Cálculo del volumen de la obra de contencion

Corazón impermeable

Base mayor (m)	Base menor (m)	Altura (m)	A m ²	Aresp - Aci	Perímetro (m)	Volumen
1.8	0.4	3.75	4.125	0	272.178	1122.73425

Material de respaldo

Base mayor (m)	Base menor (m)	Altura (m)	A m ²	Aresp - Aci	Perímetro (m)	Volumen
3.2	0.8	4	8	3.875	272.178	1054.68975

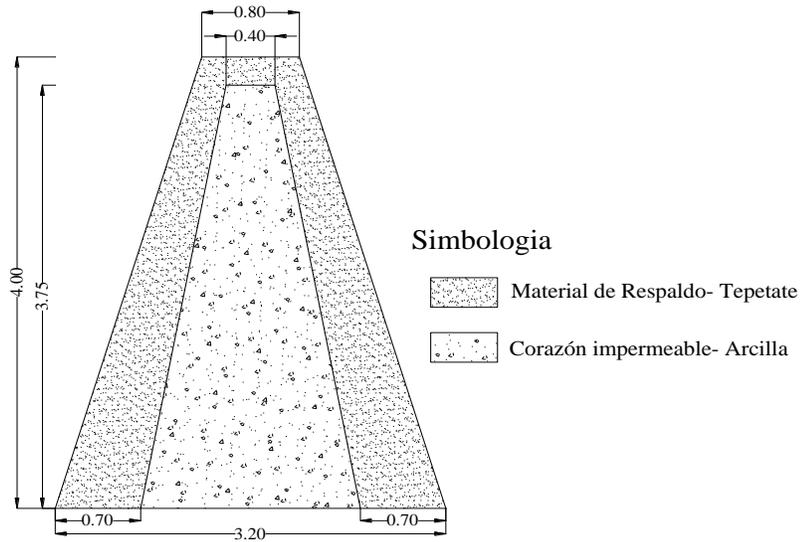


TABLA 17. ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD.

Corazon impermeable

Base mayor (m)	Base menor (m)	Altura (m)	A m ²	Aresp - Aci	Peso especifico (t/m3)	W (t/m ³)
1.8	0.4	3.75	4.125		1.3	5.3625

Wt (t/m ³)
11.5625

Material de respaldo

Base mayor (m)	Base menor (m)	Altura (m)	A m ²	Aresp - Aci	Peso especifico (t/m3)	W (t/m ³)
3.2	0.8	4	8	3.875	1.6	6.2

Empuje pasivo del agua

Peso especifico (t/m ³)	h (m)	Punto de aplicación (m)	W (t/m ³)
1	3.75	1.16	6.125

EL EMPUJE VERTICAL ES MAYOR AL EMPUJE PASIVO DEL AGUA POR LO QUE QUEDA EXENTO DE PELIGRO POR VOLTEO O DESLIZAMIENTO

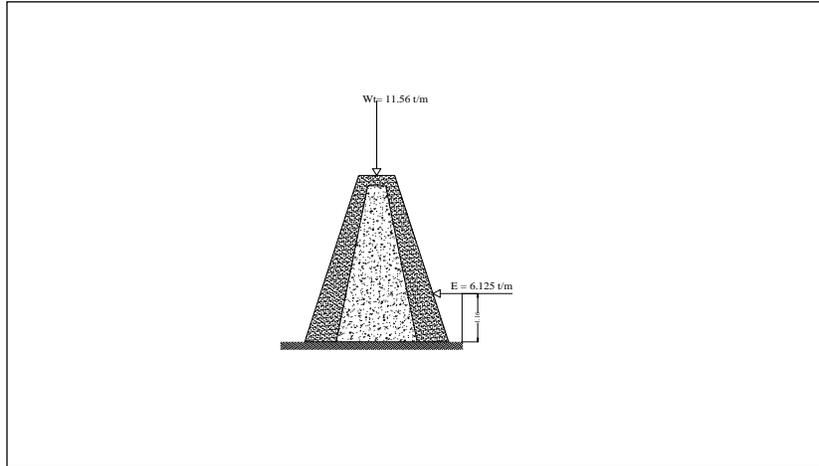
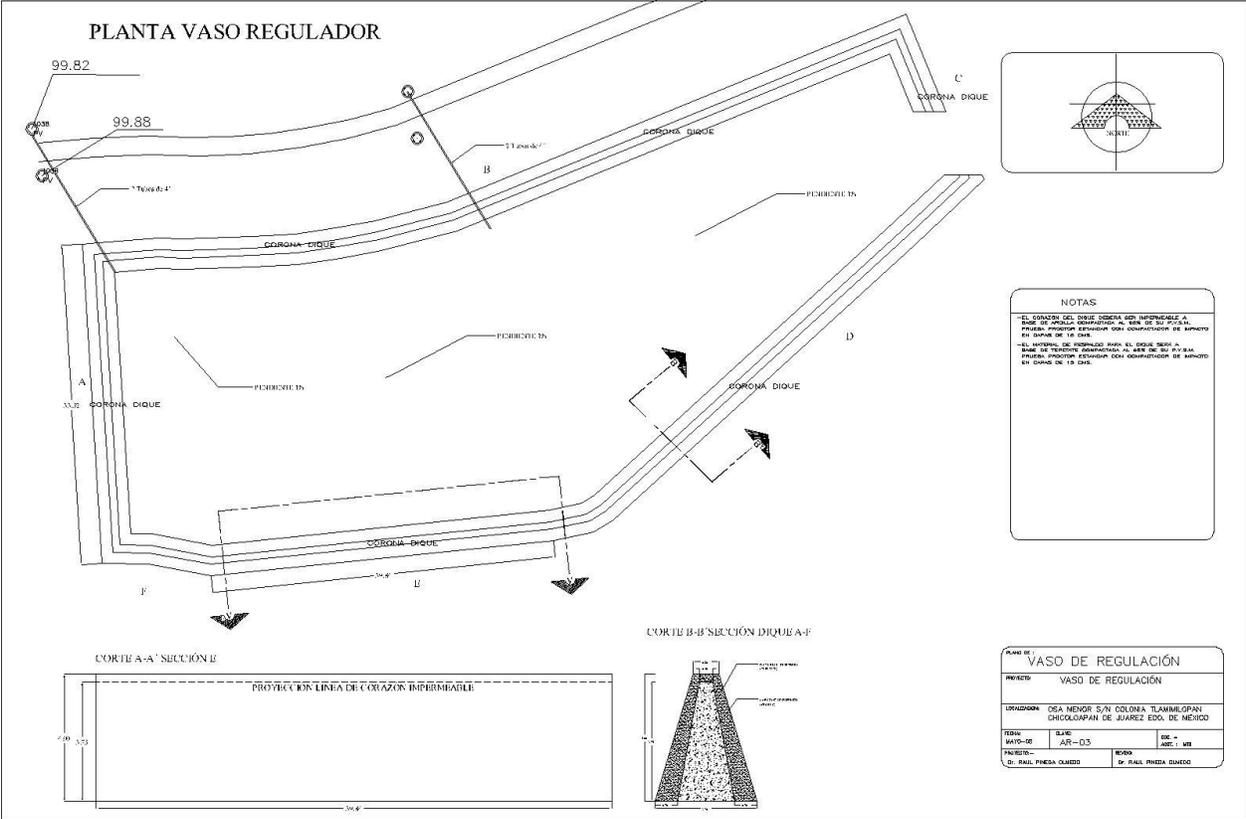
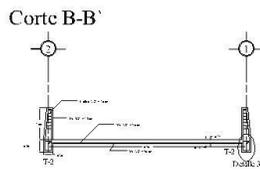
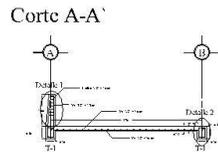
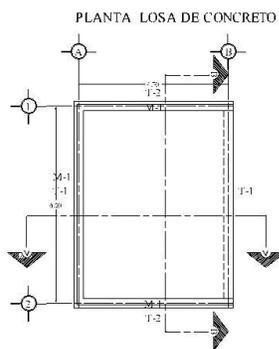


TABLA I8. Presupuesto general de la obra para geomembrana reforzada a costo directo.							DOCUMENTO 1	
PARA:							PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VASO DE REGULACIÓN EN CIUDAD GALAXIA, SAN VICENTE CHICOLOAPAN, ESTADO DE MEXICO	
CATALOGO DE CONCEPTOS, UNIDADES DE MEDICION, CANTIDADES DE TRABAJO, PRECIOS UNITARIOS PROPUESTOS E IMPORTES PARCIALES Y EL TOTAL DE LA PROPOSICION								
No. EN ORDEN PROGRESIVO	CANTIDAD	UNIDAD	CONCEPTOS DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO		IMPORTE EN PESOS
						CON NUMERO	CON LETRA	
VASO REGULADOR								
1 PRELIMINARES								
A003B	3.01.02.011		Despalse de materia seco clase II, por medios mecanicos, con una profundidad de 15 cm para retiro de capa vegetal, incluye : acreos a 10 mts. Maquinaria , equipo necesario en toda la zona	763.04	m³	\$9.18	(Nueve pesos 18/100 M.N.)	\$7,004.71
J000F	3.01.02.033		carga mecanica y acreo en camion, de material fino o granular, al primer kilometro, volumen medido en banco	991.95	m³	\$55.74	(Cincuenta y cinco pesos 74/100 M.N.)	\$55,291.40
J004G	3.01.02.033		Acarreo en camion, de material fino o granular, kilometros subsecuentes, zona urbana	991.95	m³/km	\$10.05	(Diez pesos 05/100 M.N.)	\$9,969.10
S/C			trazo y nivelacion para desplante de obras hidraulicas, con equipo de topografia, incluye: materiales para señalamiento	3815.22	m²	\$5.54	(cinco pesos 54/100 M.N.)	\$21,136.32
2 EXCAVACION								
A120	3.01.02.014		Excavación con maquina para desplante de estructuras, en material tipo "B", zona "II", en seco, de 0.0 a 2.0 mts de profundidad .	3052.18	m³	\$43.81	(cuarenta y tres pesos 81/100 M.N.)	\$133,716.01
A121	3.01.02.015		Excavación con maquina para desplante de estructuras, en material tipo "B", zona "II", en seco, de 2.0 a 4.0 mts de profundidad .	4578.26	m³	\$69.91	(sesentay nueve pesos 91/100 M.N.)	\$320,066.16
J000C	3.01.02.033		Acarreo en camion, de material fino o granular, kilometros subsecuentes, zona urbana	9919.57	m³	\$51.44	(Cincuenta y un pesos 44/100 M.N.)	\$510,262.78
J004C	3.01.02.033		Acarreo en camion, de material fino o granular, kilometros subsecuentes, zona urbana	9919.57	m³/km	\$6.25	(Seis pesos 25/100 M.N.)	\$61,997.33
3 TERRAPLEN								
A132C	3.01.02.024 y 3.03.04.116		Relleno de excavaciones para desplante de estructuras, con tepetate puesto en obra, compactado al 95% proctor con medios mecanicos en capa de 20 cm.	740.00	m³	\$242.00	(Doscientos cuarenta y dos pesos 00/100 M.N.)	\$179,080.00
A142C	3.01.02.024 y 3.03.04.117		Construccion de dique con tepetate compactado al 95% de su P.V.	1054.69	m³	\$1,054.69	(Un mil cincuenta y cuatro pesos 69/100 M.N.)	\$1,112,370.47
A143C	3.01.02.024 y 3.03.04.118		Construccion de corazon impermeable con arcilla compactada al 95%	1122.73	m³	\$1,122.73	(Un mil ciento veintidos pesos 73/100 M.N.)	\$1,260,532.20
4 ALBAÑILERIA								
S/C	3.01.02.024 y 3.03.04.116		Suministro, habilitado y colocacion de acero de refuerzo del # 3 en	550.87	kg	\$18.50	(Doscientos cuarenta y dos pesos 00/100 M.N.)	\$10,191.10
D030A	3.02.01.042		Suministro y colocacion de concreto f'c 200kg/cm², incluye desperdicio	138.31	m³	\$1,359.84	(Un mil trescientos cincuenta y nueve pesos 89/100 M.N.)	\$188,079.47
S/C	3.02.01.042 y 3.05.02.231		Construccion de lavadero para llegada a la obra de descarga, incluye	108.04	m²	\$417.60	(Cuatrocientos diecisiete pesos 60/100 M.N.)	\$45,117.92
S/C	3.02.01.042, 3.02.01.043 y 3.02.01.044		Construccion de gavion	4.00	pieza	\$29,835.00	(Veintinueve mil ochocientos treinta y cinco pesos 0/100 M.N.)	\$119,340.00
S/C	3.02.01.042, 3.02.01.043 y 3.02.01.044		Dragado de azolve y/o rectificacion de cauce, no incluye acarreo de	1667.73	m³	\$73.20	(Seteta y tres pesos 0/100 M.N.)	\$122,077.84
D140B	3.05.01.220		Acarreo en camión volteo, de material producto de dragado de azolve	833.87	m³	\$86.40	(Ochenta y seis pesos 0/100 M.N.)	\$72,045.94
S/C	3.02.01.042, 3.02.01.043 y 3.02.01.044		Acarreo en camión volteo, de material producto de dragado de azolve	833.87	m³	\$238.70	(Doscientos treinta y ocho pesos 70/100 M.N.)	\$199,043.58
S/C	3.02.01.050		Construccion de paso vehicular superior con enrocamiento	2.00	pieza	\$36,425.00	(Treinta y seis mil cuatrocientos veinticinco pesos 0/100 M.N.)	\$72,850.00
5 INSTALACIONES ESPECIALES								
			Geomembrana Reforzada HR de polietileno de alta densidad de 2.5 mm de espesor HDPE40, incluye mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecucion.	5468.07	m²	\$145.00	(Ciento cuarenta y cinco pesos 0/100 M.N.)	\$792,869.57
						Total	(Cinco millones doscientos noventa y trea mil cuarenta y un pesos 87/100 M.N.)	\$5,293,041.87

TABLA I9. Presupuesto general de la obra para concreto lanzado a costo directo.							PARA:		PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VASO DE REGULACIÓN EN CIUDAD GALAXIA, SAN VICENTE CHICOLOAPAN, ESTADO DE MEXICO		DOCUMENTO 1
CATALOGO DE CONCEPTOS, UNIDADES DE MEDICION, CANTIDADES DE TRABAJO, PRECIOS UNITARIOS PROPUESTOS E IMPORTES PARCIALES Y EL TOTAL DE LA PROPOSICION											
No. de obra programada	Código	Especificación	CONCEPTOS DE OBRA		CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO		IMPORTE EN PESOS		
			DESCRIPCION				CON NUMERO	CON LETRA			
VASO REGULADOR											
1 PRELIMINARES											
	A003B	3.01.02.011	Despalme de materia seco clase II, por medios mecanicos, con una profundidad de 15 cm para retiro de capa vegetal, incluye : acreos a 10 mts. Maquinaria , equipo necesario en toda la zona		763.04	m³	\$9.18				
	J000F	3.01.02.033	carga mecanica y acreo en camion, de material fino o granular, al primer kilometro, volumen medido en banco		991.95	m³	\$55.74		(Nueve pesos 18/100 M.N.)		\$7,004.71
	J004G	3.01.02.033	Acarreo en camion, de material fino o granular, kilometros subsecuentes, zona urbana		991.95	m³/km	\$10.05		(Cincuenta y cinco pesos 74/100 M.N.)		\$55,291.40
	S/C		trazo y nivelacion para desplante de obras hidraulicas, con equipo de topografia, incluye: materiales para señalamiento		3815.22	m²	\$5.54		(Diez pesos 05/100 M.N.)		\$9,969.10
									(cinco pesos 54/100 M.N.)		\$21,136.32
2 EXCAVACION											
	A120	3.01.02.014	Excavación con maquina para desplante de estructuras, en material tipo "B", zona "II", en seco, de 0.0 a 2.0 mts de profundidad .		3052.18	m³	\$43.81		(cuarenta y tres pesos 81/100 M.N.)		\$133,716.01
	A121	3.01.02.015	Excavación con maquina para desplante de estructuras, en material tipo "B", zona "II", en seco, de 2.0 a 4.0 mts de profundidad.		4578.26	m³	\$69.91		(sesentay nueve pesos 91/100 M.N.)		\$320,066.16
	J000C	3.01.02.033	Acarreo en camion, de material fino o granular, kilometros subsecuentes, zona urbana		9919.57	m³	\$51.44		(Cincuenta y un pesos 44/100 M.N.)		\$510,262.78
	J004C	3.01.02.033	Acarreo en camion, de material fino o granular, kilometros subsecuentes, zona urbana		9919.57	m³/km	\$6.25		(Seis pesos 25/100 M.N.)		\$61,997.33
3 TERRAPLEN											
	A132C	3.01.02.024 y 3.03.04.116	Relleno de excavaciones para desplante de estructuras, con tepetate puesto en obra, compactado al 95% proctor con medios mecanicos en capa de 20 cm.		740.00	m³	\$242.00		(Doscientos cuarenta y dos pesos 00/100 M.N.)		\$179,080.00
	A142C	3.01.02.024 y 3.03.04.117	Construccion de dique con tepetate compactado al 95% de su P.V.S.M., prueba proctor estándar con compactador de impacto, en capas de 15 cms., incluye: materiales, mano de obra, equipo, herramienta, acarreos e incorporación del agua necesaria. Medido comp		1054.69	m³	\$1,054.69		(Un mil cincuenta y cuatro pesos 69/100 M.N.)		\$1,112,370.47
	A143C	3.01.02.024 y 3.03.04.118	Construccion de corazon impermeable con arcilla compactada al 95% de su P.V.S.M., prueba proctor estándar con compactador de impacto, en capas de 15 cms., incluye: materiales, mano de obra, equipo, herramienta, acarreos e incorporación del agua necesaria		1122.73	m³	\$1,122.73		(Un mil ciento veintidos pesos 73/100 M.N.)		\$1,260,532.20
4 ALBAÑILERIA											
	S/C	3.01.02.024 y 3.03.04.116	Suministro, habilitado y colocación de acero de refuerzo del # 3 en estructura, para losas y traves incluye desperdicios, traslapes, silletas, alambre, fletes y acarreos.		550.87	kg	\$18.50		(Doscientos cuarenta y dos pesos 00/100 M.N.)		\$10,191.10
	D030A	3.02.01.042	Suministro y colocacion de concreto f'c 200kg/cm², incluye desperdicios, fletes, acarreos y cimbra.		138.31	m³	\$1,359.84		(Un mil trescientos cincuenta y nueve pesos 89/100 M.N.)		\$188,079.47
	S/C	3.02.01.042 y 3.05.02.231	Construccion de lavadero para llegada a la obra de descarga, incluye mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecucion.		108.04	m²	\$417.60		(Cuatrocientos diecisiete pesos 60/100 M.N.)		\$45,117.92
	S/C	3.02.01.042 y 3.02.01.043	Construccion de gavion		4.00	pieza	\$29,835.00		(Veintinueve mil ochocientos treinta y cinco pesos 0/100 M.N.)		\$119,340.00
	S/C	3.02.01.042 y 3.02.01.044	Dragado de azolve y/o rectificacion de cauce, no incluye acarreo del material producto del dragado		1667.73	m³	\$73.20		(Seteta y tres pesos 0/100 M.N.)		\$122,077.84
	D140B	3.05.01.220	Acarreo en camión volteo, de material producto de dragado de azolve y/o rectificacion de cauce, en 1 er kilometro, medido en banco.		833.87	m³	\$86.40		(Ochenta y seis pesos 0/100 M.N.)		\$72,045.94
	S/C	3.02.01.042 y 3.02.01.043	Acarreo en camión volteo, de material producto de dragado de azolve y/o rectificacion de cauce, en kilometros subsecuentes (5 kms.), medido en banco.		833.87	m³	\$238.70		(Doscientos treinta y ocho pesos 70/100 M.N.)		\$199,043.58
	S/C	3.02.01.050	Contruccion de paso vehicular superior con enrocamiento		2.00	pieza	\$36,425.00		(Treinta y seis mil cuatrocientos veinticinco pesos 0/100 M.N.)		\$72,850.00
5 INSTALACIONES ESPECIALES											
			Colocacion y estabilizacion de talud mediante concreto lanzado f'c=250 kg/cm², con malla electrosoldada 6x6/10-10 con espesores de 10 a 15 cm, en talud de 0.5:1.00 a cielo abierto.incluye mano de obra, aditivos, herramienta, equipo y todo lo necesario par		1150.00	m²	\$468.00		(Cuatrocientos sesenta y ocho pesos 0/100 M.N.)		\$538,200.00
			Suministro y colocacion de concreto f'c 250kg/cm², con malla electrosoldada 6x6/10-10 con espesor de 10 a 15 cm, en loza de piso del vaso a cielo abierto incluye desperdicios, fletes, acarreos y cimbra.		3700.00	m³	\$422.00		(Cuatrocientos veintidos pesos 0/100 M.N.)		\$1,561,400.00
							Total	(Seis millones quinientos noventa y nueve mil setecientos setenta y dos pesos 30/100 M.N.)			\$6,599,772.30



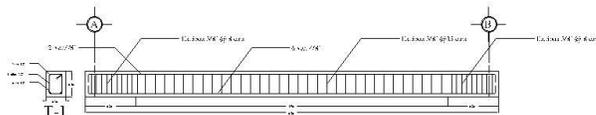


Detalle 1



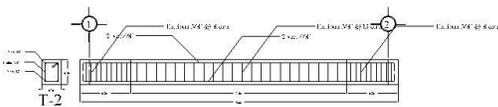
Armado de Ménsula M-1

Detalle 2

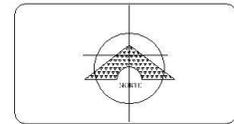


Armado de Trabe T-1

Detalle 3



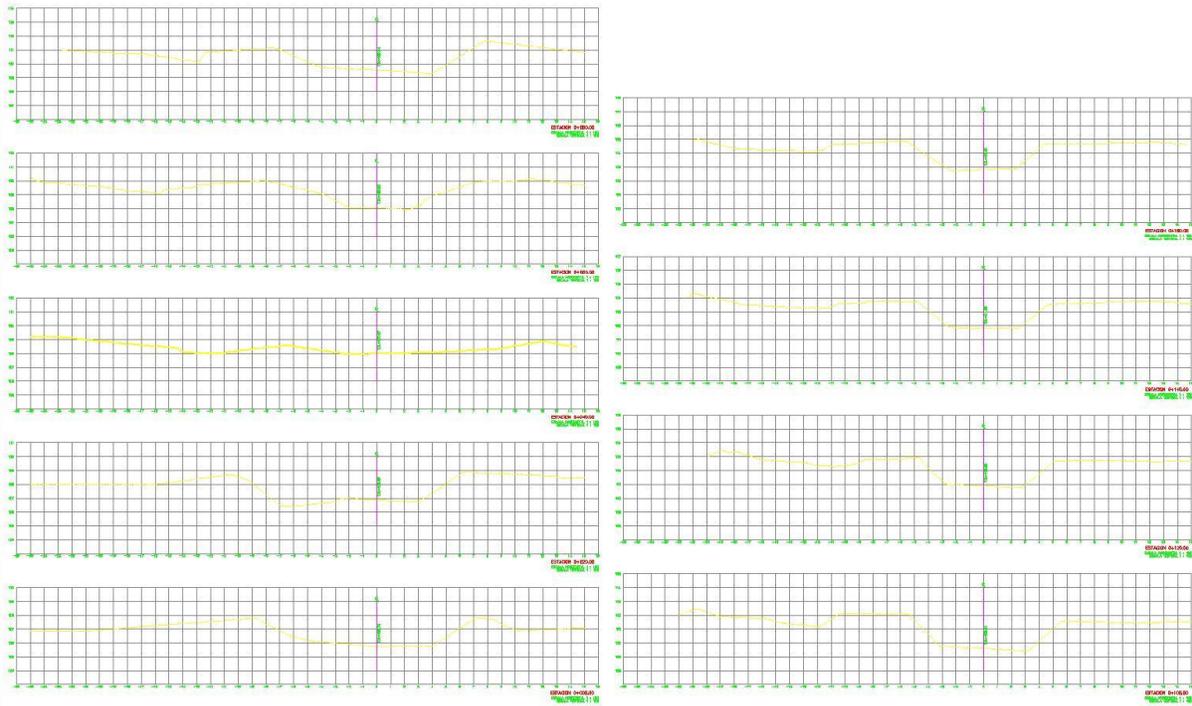
Armado de Trabe T-2



NOTAS

- SE RECOMIENDA QUE EL ESQUEJO DE LA VIGUETA SEA REALIZADO CON SIG-BETON
- EL REFORZAMIENTO DE LAS BOCANAS DE LAS VIGUETAS DEBE SER DE 3 CIERRES ARMADO A 100MM
- LOS CIERRES DEL REFORZO LONGITUDINAL DEBE DE 12 VIGUETAS AL CENTRO DE LA VIGUETA DE REFORZO COMO MÍNIMO
- EN EL CASO DE LAS BOCANAS DE LAS ENTREGAS, ESTOS DEBEN SER CERRADOS CON BARRAS DE REFORZO CON UN DIAM. DE 10MM Y UN ESPACIO DE 100MM
- SE RECOMIENDA UTILIZAR UN CONCRETO CON $f_{cu} = 300 \text{ kg/cm}^2$

LIBRO DE OBRAS DE LLEGADA			
PROYECTO: VASO DE REGULACIÓN			
LOCALIZACIÓN: OSA MEXER S/DE COLONIA ISLAMULOPANI, CHICOLEOPANI, DE JALISCO, D.F. DE MEXICO			
FECHA: MAYO-08	SUITE: ES-01	NO. =	REV. =
PROYECTADO: DR. RAUL PINEDA OLVEDO	PROYECTO: DR. RAUL PINEDA OLVEDO		

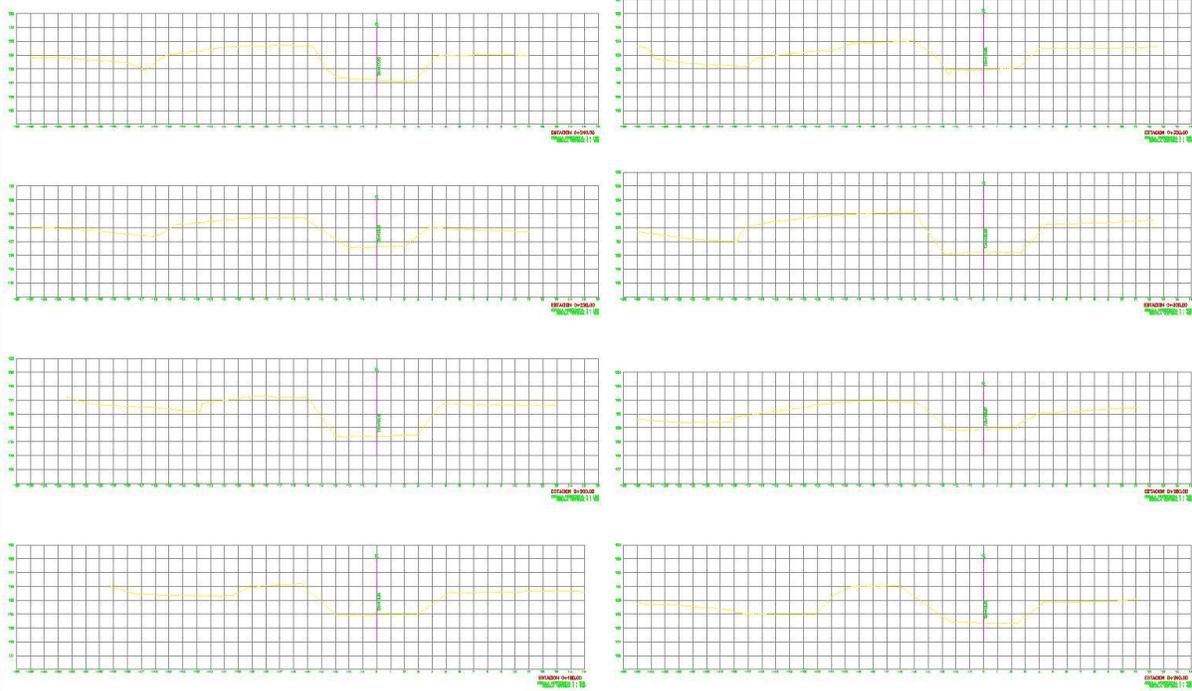


CODIGO:
PSE-01

PLANO DE SECCIONES
CANAL SIN NOMBRE

ESCALA:
ESC. HOR: 1 : 100
ESC. VER: 1 : 100

NO. DE PLANO
PLANO 1/3

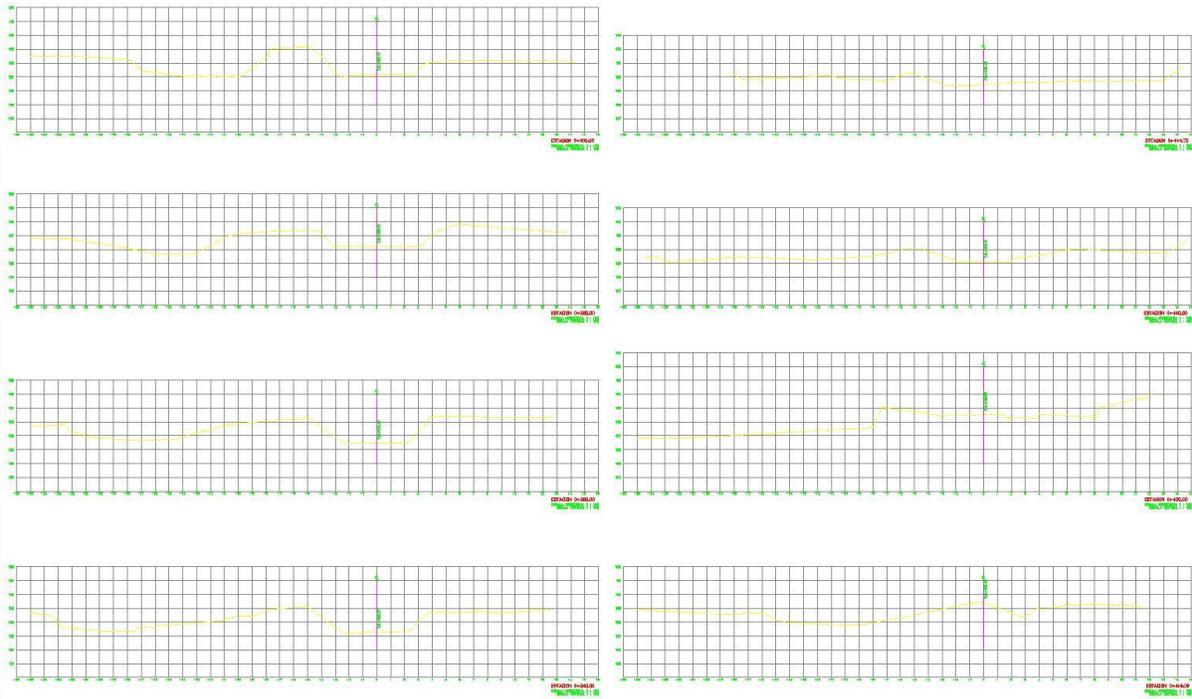


CODIGO:
PSE-01

PLANO DE SECCIONES
CANAL SIN NOMBRE

ESCALA:
ESC. HOR: 1 : 100
ESC. VER: 1 : 100

NO. DE PLANO
PLANO 2/3



CODIGO:
PSE-01

PLANO DE SECCIONES
CANAL SIN NOMBRE

ESCALA:
ESC. HOR: 1 : 100
ESC. VER: 1 : 100

No. DE PLANO
PLANO 3/3

