



PROCURADURÍA AMBIENTAL  
Y DEL ORDENAMIENTO  
TERRITORIAL DEL D.F.

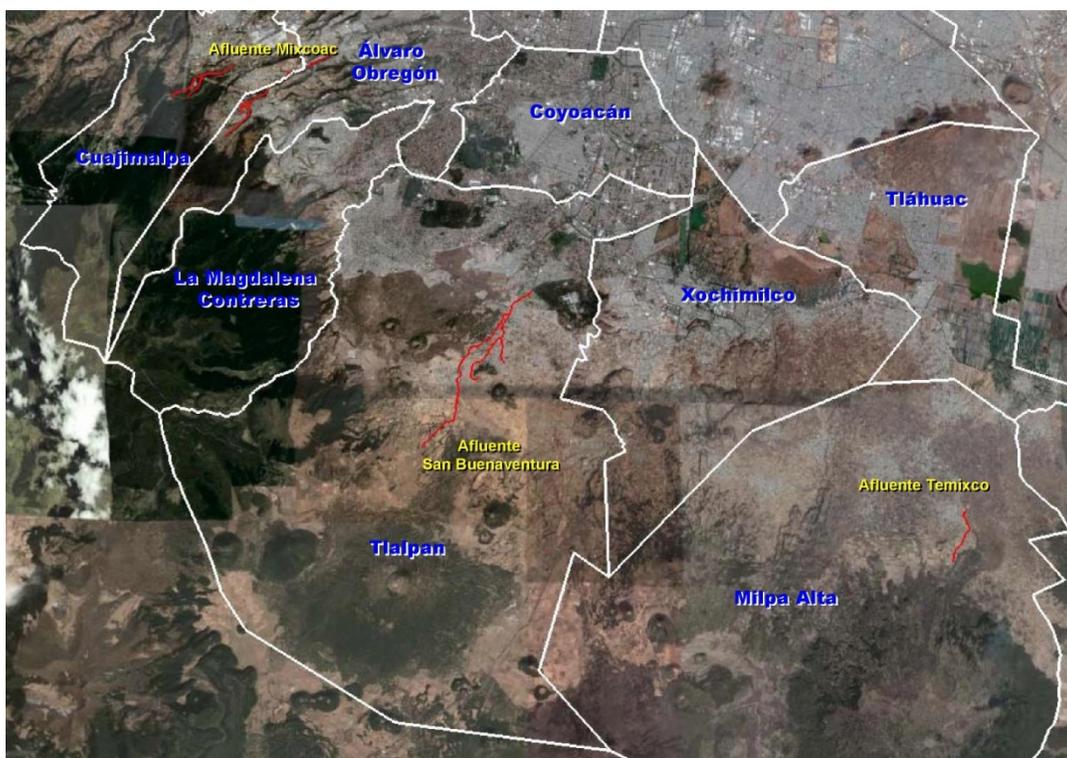


## PROCURADURÍA AMBIENTAL Y DEL ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL DISTRITO FEDERAL

“ELABORACIÓN DE DOCUMENTACIÓN TÉCNICA PARA DETERMINAR  
EL DESLINDE DEL CAUCE FEDERAL DE TRES BARRANCAS”

CONTRATO NO. **PAOT-PDIA-004-CT-2009**

INFORME FINAL



DICIEMBRE DE 2009

## CONTENIDO

I	Datos Generales del Estudio de “Elaboración de Documentación Técnica para Determinar el Deslinde del Cauce Federal de Tres Barrancas. ....	5
I.1	Datos Generales del Proyecto.....	5
I.1.1	Nombre del proyecto.....	5
I.1.2	Ubicación del proyecto.....	5
I.2	Datos Generales del Responsable del Estudio de “Elaboración de Documentación Técnica para Determinar el Deslinde del Cauce Federal de Tres Barrancas”. ....	6
I.2.1	Nombre o razón social de la empresa y del técnico responsable de la elaboración del estudio. ....	6
I.2.2	RFC de la empresa y del técnico responsable de la elaboración del estudio.....	6
I.2.3	Curp y número de cedula profesional del responsable técnico del estudio.....	6
I.2.4	Dirección de la empresa responsable de la elaboración del estudio, para recibir u oír notificaciones.....	6
II	Introducción.....	8
II.1	Antecedentes. ....	9
II.1.1	Naturaleza del estudio. ....	9
II.1.2	Justificación y objetivos. ....	11
II.1.3	Ubicación y delimitación geográfica del área de trabajo para las tres barrancas motivo del estudio (incluir mapas). ....	11
II.1.4	Descripción general y caracterización física de la condición actual de cada depresión orográfica (estado de conservación presente). ....	12
II.1.5	Principales problemas que afronta cada una de las zonas federales de barranca que serán delimitadas. ....	28
II.1.6	Vías de acceso a las zonas de estudio.....	28
III	Instrumentos Técnicos y Metodológicos Empleados para Realizar y Determinar el Deslinde de la Zona Federal de las Barrancas en Estudio.....	33
III.1	Metodología de Trabajo de Gabinete. ....	33
III.1.1	Cartografía.....	33
III.1.2	Ortofotos.....	33
III.1.3	Fotografía aérea. ....	33
III.1.4	Imágenes de satélite.....	33
III.1.5	Imágenes Landsat. ....	33
III.1.6	Programación de recorridos previos de campo. ....	33
III.2	Metodología de Trabajo de Campo (Topografía). ....	34
III.2.1	Poligonal de apoyo y levantamiento planimétrico. ....	34
III.2.2	Nivelación diferencial referida a bancos de nivel de la CONAGUA. ....	35
III.2.3	Levantamiento de secciones transversales. ....	35
III.3	Formatos de Presentación, Planos o Mapas de Localización. ....	37

---

III.3.1	Georreferenciación del levantamiento de cada cauce (registros de campo y resumen de actividades).....	37
III.3.2	Configuración de cada una de las vertientes de estudio.....	39
III.3.3	Perfil longitudinal de las tres depresiones orográficas.....	39
IV	Análisis Hidrológico para Determinar la Zona Federal de las Barrancas en Estudio.....	40
IV.1	Análisis de Información Meteorológica.....	40
IV.1.1	Determinación de la región y cuenca hidrológica.....	40
IV.1.2	Determinación del nivel de aguas máximas ordinarias para cada cauce. 42	
IV.1.2.1	Determinación de la intensidad de lluvia.....	42
V	Programa de Ejecución para la Monumentación de Poligonales Definidas como Zonas Federales de Barranca.....	53
VI	Conclusiones y Recomendaciones.....	54
VI.1	Anexos.....	55

---

## CONTENIDO DE TABLAS

TABLA II.1. LONGITUD DE TRABAJO DEFINIDA PARA LAS ZONAS FEDERALES DE BARRANCA EN ESTUDIO.....	9
---	---

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II.1. UBICACIÓN DE LOS AFLUENTES MIXCOAC, TEMIXCO Y SAN BUENAVENTURA. ..	10
FIGURA II.2. NOMBRE DE LOS SEGMENTOS QUE INTEGRAN A LA BARRANCA MIXCOAC. ....	12
FIGURA II.3. TIPOS DE SUELO A LO LARGO DEL RECORRIDO DEL CAUCE DE LA BARRANCA MIXCOAC. ....	13
FIGURA II.4. UBICACIÓN DEL AFLUENTE SAN BUENAVENTURA EN LA DELEGACIÓN TLALPAN, D.F. ....	14
FIGURA II.5. TIPOS DE VEGETACIÓN QUE CRUZA LA BARRANCA SAN BUENAVENTURA. ....	15
FIGURA II.6. TIPOS DE SUELO A LO LARGO DEL RECORRIDO DEL CAUCE DE LA BARRANCA MIXCOAC. ....	15
FIGURA II.7. RECORRIDO DEL AFLUENTE TEMIXCO EN LA DELEGACIÓN MILPA ALTA, D.F ...	17
Figura II.8. PARTE ALTA DE LA BARRANCA ATZOYAPÁN.....	29

## CAPÍTULO I

### I DATOS GENERALES DEL ESTUDIO DE “ELABORACIÓN DE DOCUMENTACIÓN TÉCNICA PARA DETERMINAR EL DESLINDE DEL CAUCE FEDERAL DE TRES BARRANCAS.

#### I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO.

##### I.1.1 NOMBRE DEL PROYECTO.

“Elaboración de Documentación Técnica para Determinar el Deslinde del Cauce Federal de Tres Barrancas”.

##### I.1.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO.

El Proyecto se localiza en los siguientes cuadrantes de coordenadas, situadas en las demarcaciones territoriales de las Delegaciones Tlalpan y Milpa Alta, así como en los límites Político-Administrativos de Cuajimalpa y Álvaro Obregón, Zona 14 / WGS 84 (Figura I.1):

Afluente Mixcoac => En cuadrante con proyección de coordenadas UTM; X= 465,589.19 + Y= 2'142,152.290 X= 476,1441.40 + Y= 2'142,152.29; X= 476,061.16 + Y=2'133,164.86 y X=465,629.32 + Y=2'133,044.49.

Afluente San Buenaventura => En cuadrante con proyección de coordenadas UTM; X= 475,780.30 + Y= 2'131,600.08; X= 485,329.45 + Y= 2'131,720.45; X= 485,369.57 + Y=2'121,810.20 y X=475,579.69 + Y=2'121,850.32.

Afluente Temixco => En el cuadrante con proyección de coordenadas UTM; X= 498,168.64 + Y= 2'121,729.95; X= 503,183.95 + Y= 2'121,770.07; X=503,183.95 + Y=2'116,714.64 y X=498,168.64 + Y=2'1166,679.52.

El proyecto consiste en la realización de trabajos de campo inherentes al levantamiento topográfico de los cauces de las barrancas enunciadas anteriormente. La Tabla I.1 presenta las coordenadas extremas de ubicación correspondientes a los tres cauces que forman parte del estudio.

## I.2 DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE "ELABORACIÓN DE DOCUMENTACIÓN TÉCNICA PARA DETERMINAR EL DESLINDE DEL CAUCE FEDERAL DE TRES BARRANCAS".

I.2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL DE LA EMPRESA Y DEL TÉCNICO RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO.

MARASOL S.A. DE C.V.

Biól. María del Rayo A. Sosa Luna.

I.2.2 RFC DE LA EMPRESA Y DEL TÉCNICO RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO.

RFC Empresa responsable: MAR980921JG4

Registro CNEC: 5229

I.2.3 CURP Y NÚMERO DE CEDULA PROFESIONAL DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO.

CURP: SOLR550126MVZSNY09

Cedula Profesional: 802054 BIOLOGA.

I.2.4 DIRECCIÓN DE LA EMPRESA RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO, PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES.

Calle y número: Retoño 910.

Colonia y Código postal: El Retoño / C.P. 09440.

Entidad federativa: México, Distrito Federal.

Municipio o delegación: Iztapalapa.

Teléfono(s): 5634-4469.

Fax: 5633-5935.

Correo electrónico: marasol@prodigy.net.mx

marasol\_1998@yahoo.com.mx



## CAPÍTULO II

### II INTRODUCCIÓN.

En la Ciudad de México las barrancas han sido afectadas en sus condiciones naturales por la actividad humana que poco a poco ha perturbado el ecosistema de estos sitios, afectando el adecuado flujo natural del agua. En la actualidad, la mayoría de las barrancas urbanas presentan fuertes problemas de contaminación debido a la presencia de abundante basura, descargas domiciliarias a cielo abierto y zonas de alto riesgo sin cubierta vegetal lo que genera daños en su infraestructura hidráulica, lo que atentan contra la salud pública, además de que en ocasiones son utilizadas como refugio y lugar para cometer delitos, ya que no cuentan con la vigilancia adecuada.

Las barrancas, que son drenes naturales por donde circula el agua proveniente de las zonas de montaña hacia los valles, están compuesta de una área de captación y un cauce, conformando unidades con características particulares siendo cada una única y diferente, por lo que son consideradas microecosistemas en sí mismas, y que por su orografía accidentada y la acción del agua, provoca que en periodos muy cortos de tiempo puedan cambiar sus características fisiográficas y biológicas, por lo que son consideradas como ecosistemas frágiles.

Cuando una zona de montaña, pierde su cubierta vegetal, la erosión de los suelos empieza a incrementarse, en especial en las barrancas inician los procesos de deslaves y derrumbes originando que las grietas crezcan, lo que refleja francos procesos de expansión a partir del desgajamiento del sus taludes y laderas, el incremento en la velocidad de agua que escurre por su cauce, el aumento de la erosión del suelo provoca que en las partes bajas se puedan presentar serios problemas de inundaciones, azolves y daño a terrenos productivos y en su caso a la infraestructura y equipamiento urbano.

*“En las barrancas del Distrito Federal, la problemática derivada de la pérdida de la cobertura vegetal se incrementa por la presencia del pavimento que evita la permeabilidad del suelo, aumentando la cantidad de agua y la velocidad con que ésta escurre. Además las barrancas inmersas o colindantes al medio urbano, sirven de depósito de basura y descarga de aguas negras domiciliarias, agroindustriales e industriales, convirtiendo a éstas, en zonas altamente contaminadas y por consiguiente, focos de infección, por lo que su atención es un tema prioritario de salud pública.*

*Cuando las barrancas, tanto en sus laderas como en su cauce son habitadas, se incrementan los riesgos a desastres naturales, ya que las edificaciones sirven de barreras en donde se acumula humedad y se restringe el libre flujo del agua. Cuando se presenta alguna fuerte precipitación, la acción del agua, en su afán por encontrar salidas, es capaz de destruir cualquier tipo de construcción y acabar con vidas humanas.”<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> <http://www.sma.df.gob.mx/barrancas>

## II.1 ANTECEDENTES.

La gran mayoría de los alrededores del Valle de México tienen en su conformación hidrográfica arroyos y barrancas en los cuales anualmente en temporada de lluvias y debido a avenidas o bajadas pluviales, se presentan desbordamientos que provocan situaciones de riesgo en las zonas aledañas a las márgenes y perímetros de dichas corrientes y cuerpos de agua, dando como resultado pérdidas considerables de bienes materiales, ocasionando la suspensión de servicios y obstrucción de vías de transporte y comunicación, e inclusive poniendo en peligro vidas humanas.

Esto más que a la magnitud de los fenómenos hidroclimatológicos que se suscitan, se debe en gran medida, a que a causa del desconocimiento generalizado de los niveles ordinarios y extraordinarios que alcanzan las corrientes y cuerpos de aguas en épocas de avenidas, los habitantes ocupan de forma irregular las riberas o zonas federales e inclusive los cauces y embalses de los citados bienes de propiedad nacional, con construcciones que son utilizadas como casas habitación, comercios, zonas de esparcimiento y vialidades, así como depósitos de todo tipo de materiales incluyendo basura, lo que ocasiona estrechamientos, estrangulamientos y cambios de dirección de las corrientes alterando en forma considerable su capacidad de conducción y almacenamiento.

### II.1.1 NATURALEZA DEL ESTUDIO.

Dado lo anterior y a efecto de mantener libres los cauces y zonas federales así como lograr que los citados asentamientos se eliminen, se regularicen y no se incrementen en número, siendo la Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial receptora de múltiples solicitudes y demandas ciudadanas relacionadas, se tienen detectados diversos tramos de corrientes localizados en varias Delegaciones del Distrito Federal, donde se requiere contar con los estudios y proyectos de delimitación de Zona Federal. La PAOT, con fundamento en la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, decidió realizar los Estudios y el Proyecto de la Delimitación de los cauces y zonas federales, de 4 tramos de corrientes de Propiedad Nacional, conforme a la siguiente relación entregada en los Términos de referencia por la PAOT.

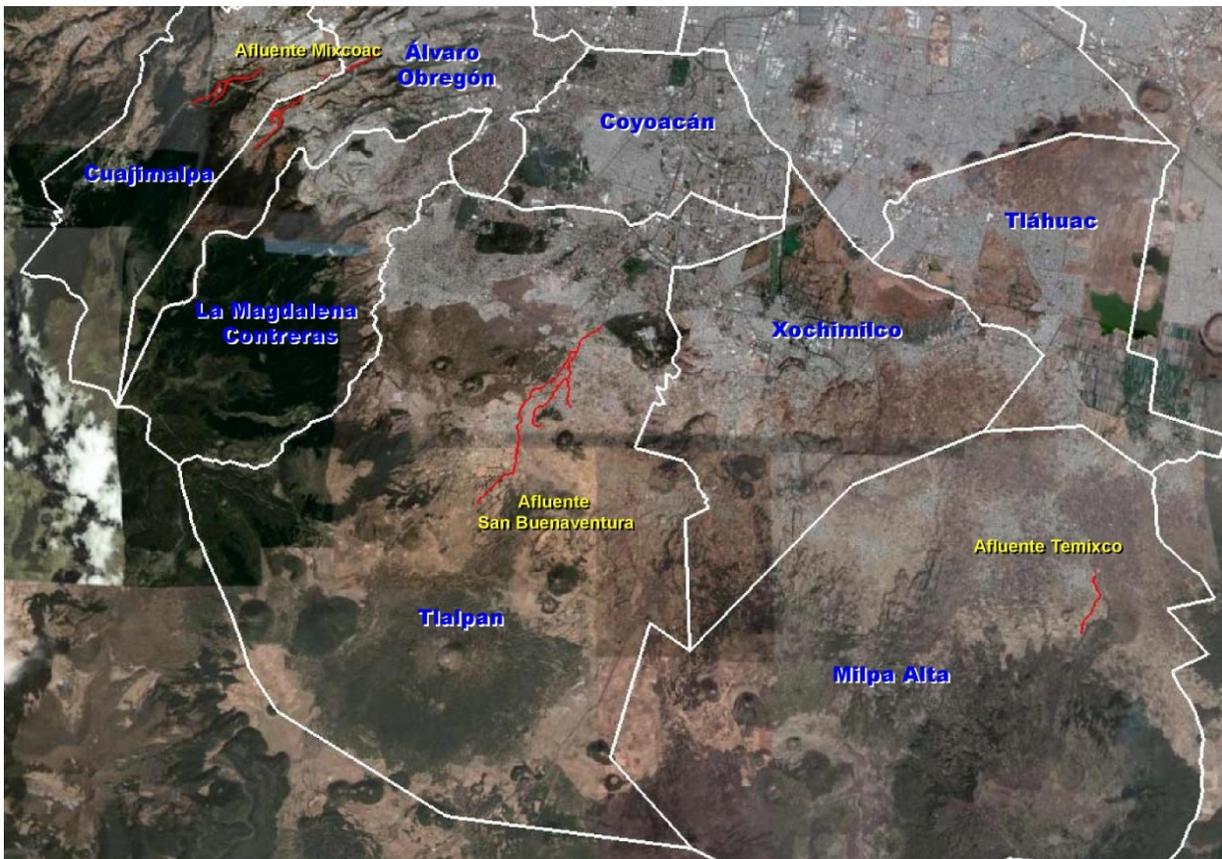
**TABLA II.1. LONGITUD DE TRABAJO DEFINIDA PARA LAS ZONAS FEDERALES DE BARRANCA EN ESTUDIO.**

CORRIENTE O AFLUENTE	NOMBRE COLOQUIAL POR TRAMOS	DELEGACIÓN	LONGITUD APROXIMADA
Temixco	Temixco	Milpa Alta	2.62 Km
Mixcoac	La Escondida – Juárez	Álvaro Obregón	8.65 Km
	Hípico la Sierra - Pachuquilla	Cuajimalpa	4.22 Km
San Buenaventura	San Buenaventura	Tlalpan	<u>14.58 Km</u>
		Total	30.07 Km

Debido a que las barrancas tienen varios nombres coloquiales que varían por tramos, lo cual dificulta su localización, en el presente documento se describen, como las barrancas seleccionadas o por el nombre del afluente que les corresponde de acuerdo a la CONAGUA.

El presente informe incluye la descripción de cada uno de los cauces en los tramos señalados, la metodología desarrollada así como las observaciones de campo realizadas durante los recorridos de reconocimiento realizados y los levantamientos topográficos realizados. La Figura II.1 muestra la ubicación de cada uno de los afluentes motivo de los trabajos de delimitación de la zona federal de barranca.

**Figura II.1. UBICACIÓN DE LOS AFLUENTES MIXCOAC, TEMIXCO Y SAN BUENAVENTURA.**



## II.1.2 JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS.

### Objetivo General:

- Realizar los Estudios y el Proyecto de la Delimitación de los cauces y zonas federales, de 4 tramos de corrientes de Propiedad Nacional, localizados en las Delegaciones de Milpa Alta, Álvaro Obregón, Cuajimalpa y Tlalpan. Que comprenden una longitud total aproximada de 30.07 Km.

### Objetivos Específicos:

- Realizar los Estudios y el Proyecto de la Delimitación del cauce y zona federal del cauce Temixco en el tramo del mismo nombre con una longitud aproximada de 2.62 Km, localizado en la Delegación de Milpa Alta.
- Realizar los Estudios y el Proyecto de la Delimitación del cauce y zona federal del cauce Mixcoac en los tramos La Escondida-Juárez con una longitud aproximada de 8.65 Km y Hípico La Sierra-Pachuquilla con una longitud aproximada de 4.22 Km; localizados en la Delegación de Álvaro Obregón.
- Realizar los Estudios y el Proyecto de la Delimitación del cauce y zona federal del cauce San Buenaventura en el tramo del mismo nombre con una longitud aproximada de 14.58 Km, localizado en la Delegación de Tlalpan

## II.1.3 UBICACIÓN Y DELIMITACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA DE TRABAJO PARA LAS TRES BARRANCAS MOTIVO DEL ESTUDIO (INCLUIR MAPAS).

El afluente de Mixcoac se ubica geográficamente en la Zona 14 / WGS 84, en el cuadrante con proyección de coordenadas UTM; X= 465589.1900 + Y= 2142152.2900; X= 4761441.4000 + Y= 2142152.29; X= 476061.16 + Y= 2133164.8600 y X= 465629.3200 + Y= 2133044.4900.

El afluente de San Buenaventura se ubica geográficamente en la Zona 14 / WGS 84, en el cuadrante con proyección de coordenadas UTM; X= 475780.3000 + Y= 2131600.0800; X= 485329.4500 + Y= 2131720.4500; X= 48536900.5700 + Y= 2121810.2000 y X= 475579.6900 + Y= 2121850.3200

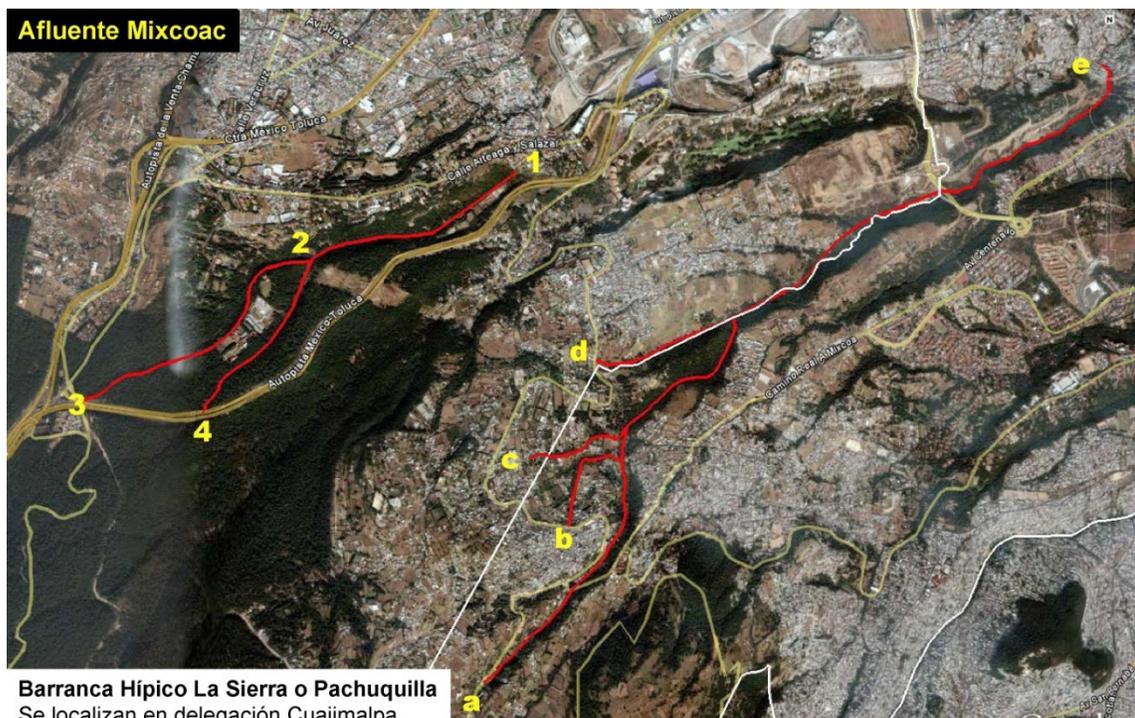
El afluente Temixco se ubica geográficamente en la Zona 14 / WGS 84, en el cuadrante con proyección de coordenadas UTM; X= 498168.6400 + Y= 2121729.9500; X= 503183.9500 + Y= 2121770.07; X= 503183.9500 + Y= 2116714.6400 y X= 498168.6400 + Y= 21166679.5200.

## II.1.4 DESCRIPCIÓN GENERAL Y CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE LA CONDICIÓN ACTUAL DE CADA DEPRESIÓN OROGRÁFICA (ESTADO DE CONSERVACIÓN PRESENTE).

### AFLUENTE MIXCOAC:

Está conformado por La Barranca la Escondida, Juárez y Atzoyapan (Figura II.2), que se ubican dentro de la delegación Álvaro Obregón al Oeste del Distrito Federal y la Barranca Hípico Sierra Pachuquilla que también forma parte de este Afluente se ubica dentro de la delegación Cuajimalpa que colinda al oriente con la delegación Álvaro Obregón. La orografía donde se ubica el Afluente es básicamente montañosa, respecto a la hidrología cabe aclarar que existen tres ríos dentro de la delegación estos son el Rio Borracho, Rio Tacubaya, y el Rio Santo Desierto que desde su salida del Parque del Valle de las Monjas, es seriamente contaminado por descargas irregulares de aguas hervidas, de zonas populares y de lujo, hasta llegar al sistema de drenaje profundo en la Presa Mixcoac. El clima de la zona de donde se ubica el afluente Mixcoac tiene un clima de montaña "C(E)(w2) y C(m)", es un clima semifrío con una temperatura promedio de 17° C, con extremos en verano de 35° C y de -3° C en invierno, con lluvias todo el año, pero concentradas en verano.

**FIGURA II.2. NOMBRE DE LOS SEGMENTOS QUE INTEGRAN A LA BARRANCA MIXCOAC.**



#### **Barranca Hípico La Sierra o Pachuquilla**

Se localizan en delegación Cuajimalpa.

Sus coordenadas extremas son:

- 1: X: 469977 – Y: 2139426
- 2: X: 468701 – Y: 2138851
- 3: X: 467454 – Y: 2137976
- 4: X: 468109 – Y: 2137907

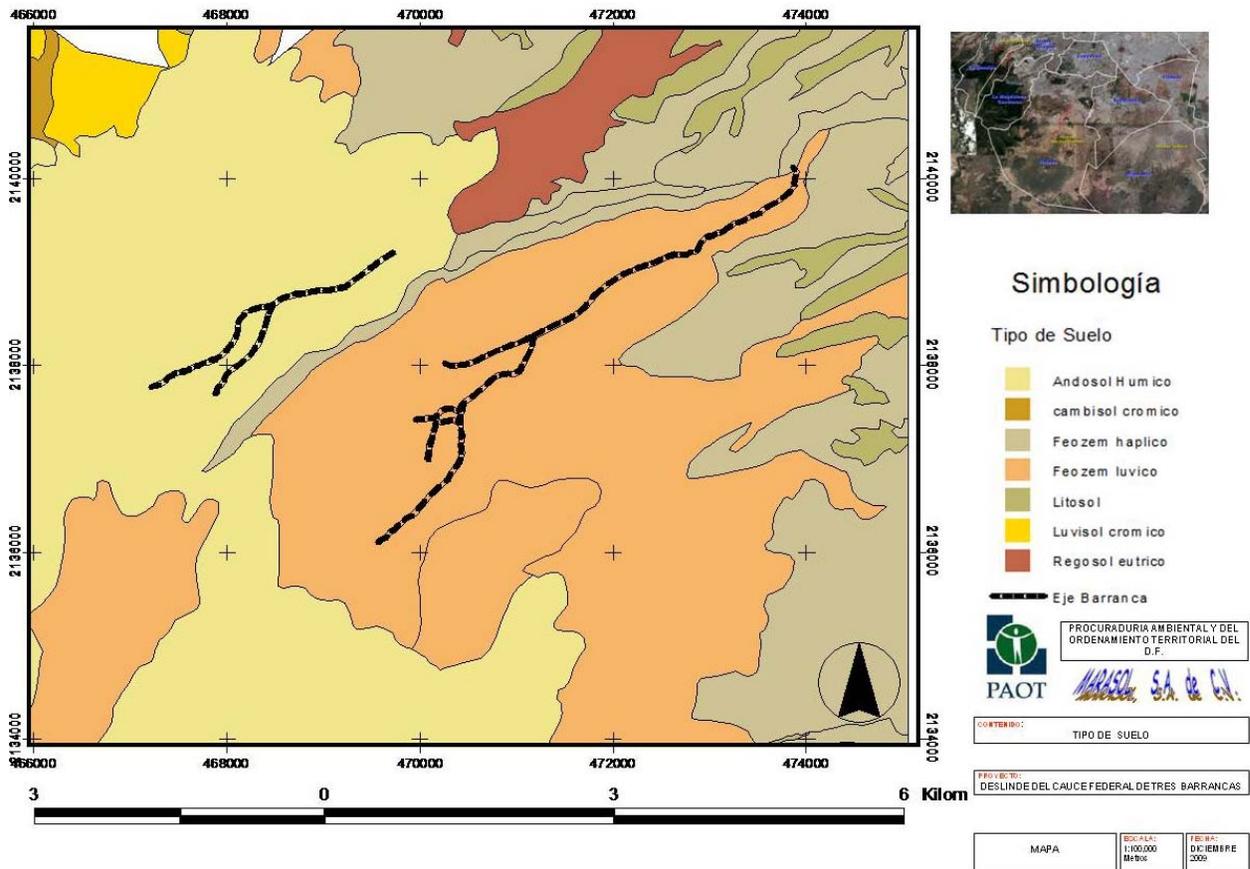
#### **La Escondida, Juárez y Atzoyapan**

Se localiza en delegación Álvaro Obregón.

- Sus coordenadas extremas son: a: X: 469854.02 - Y: 2136292.31
- b: X: 470306.36 - Y: 2137197.85
- c: X: 469962.45 - Y: 2137568.2
- d: X: 470485.28 - Y: 2138221.55
- e: X: 474073.44 - Y: 2140330.18

El tipo de suelo en donde se ubica el afluente en la parte de la delegación de Cuajimalpa es andosol que se caracteriza por que el material original lo constituyen, fundamentalmente, cenizas volcánicas, pero también pueden aparecer sobre tobas, pumitas, lapillas y otros productos de eyección volcánica y sus perfiles son de tipo AC o ABC. La rápida alteración de los materiales volcánicos porosos, provoca una acumulación de complejos órgano metálicos estables con una elevada relación catión/anión. Los minerales formados están limitados a alófana, imogolita y ferrihidrita, principalmente, mientras que para la parte de la delegación de Álvaro Obregón el tipo de suelo que se encuentra dentro de la Barranca es feozem que se caracterizan por la igual o mayor fertilidad que los vertisoles, ricos en materia orgánica, textura media, buen drenaje y ventilación, en general son poco profundos, casi siempre pedregosos y muy inestables, restringiendo por ello su uso en la agricultura permanente, pudiéndose utilizar en el cultivo de pastos, aunque se recomienda mantenerlos con vegetación permanente. La Figura II.3 Presenta la distribución de los suelos a lo largo de la zona de trabajo.

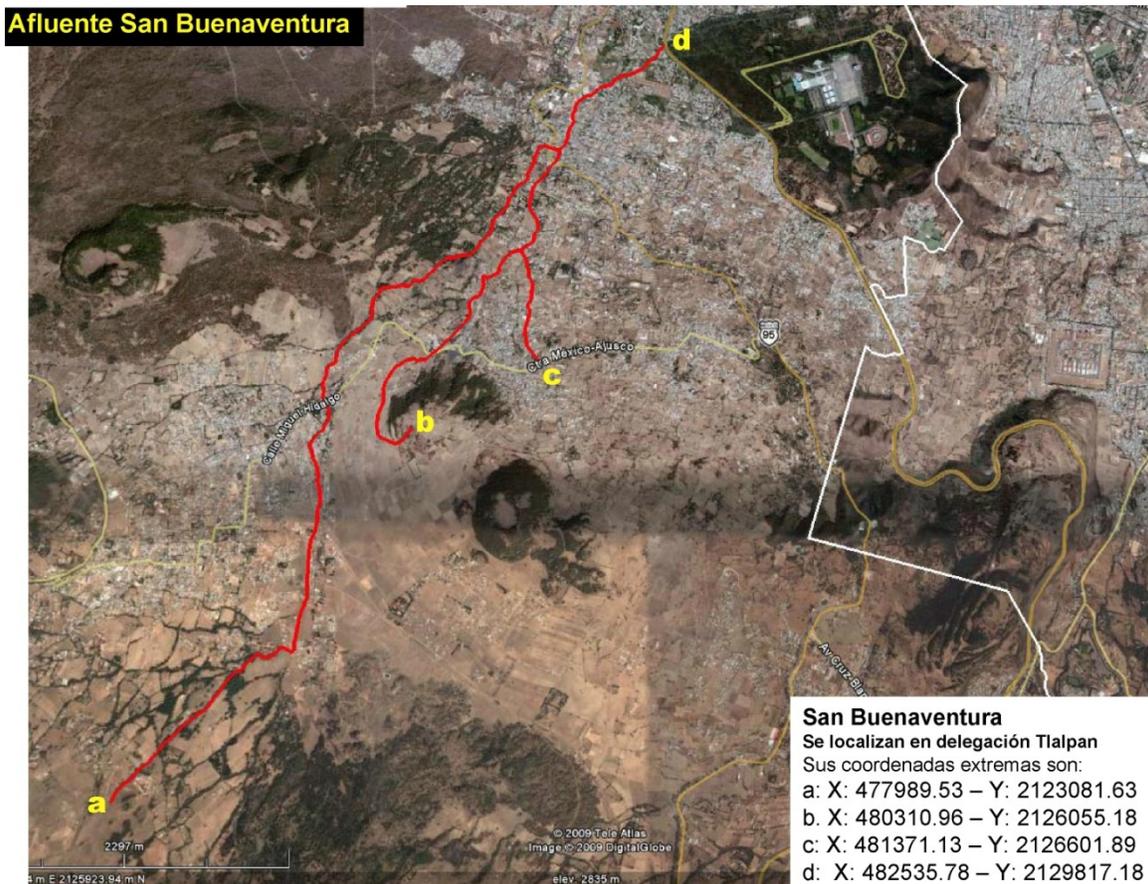
**FIGURA II.3. TIPOS DE SUELO A LO LARGO DEL RECORRIDO DEL CAUCE DE LA BARRANCA MIXCOAC.**



**AFLUENTE DE SAN BUENAVENTURA:**

Se encuentra dentro de la delegación Tlalpan al suroeste del Distrito Federal (Figura II.4), el territorio de la delegación tiene un relieve predominantemente montañoso y de origen volcánico (Cerro La Cruz del Marqués, Cerro Pico del Águila, Volcán Cerro Pelado, Volcán Acopiaco, Volcán Tesoyo y el Volcán Xictle). Es una zona boscosa, generadora de oxígeno y de recarga acuífera; actualmente presenta grave deterioro, sobre todo en la parte que colinda con el Suelo Urbano, motivados por la tala inmoderada de árboles, agricultura de subsistencia e invasiones, particularmente el afluente de San Buenaventura actualmente el área presenta una gran pérdida de vegetación por los asentamiento urbanos.

**FIGURA II.4. UBICACIÓN DEL AFLUENTE SAN BUENAVENTURA EN LA DELEGACIÓN TLALPAN, D.F.**



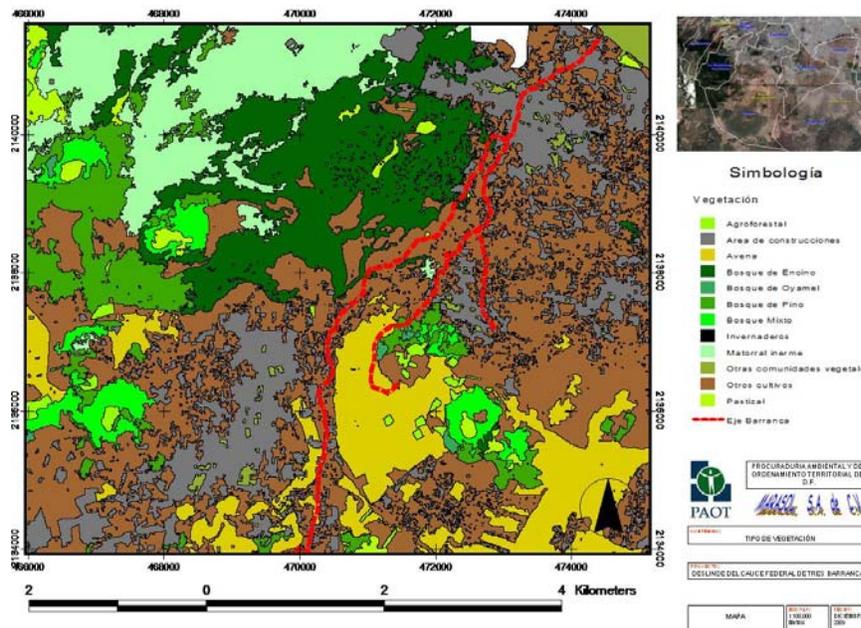
Dicho afluente forma parte de la red hidrográfica de la delegación en la temporada de lluvias por las corrientes de agua que bajan de los cerros y fertilizan los llanos de Tlalpan que corre de oeste a este del cerro y este se junta con el lago de Xochimilco.

En cuanto a la vegetación de la Región Montañosa la constituye el bosque de coníferas y diversas especies de cedros. La vegetación arbórea, la constituye el madroño, cuchara y ahuejote. Solamente en las cimas de los cerros y junto a pinos y oyameles, crecen algunos helechos y musgos. En la superficie del suelo de las

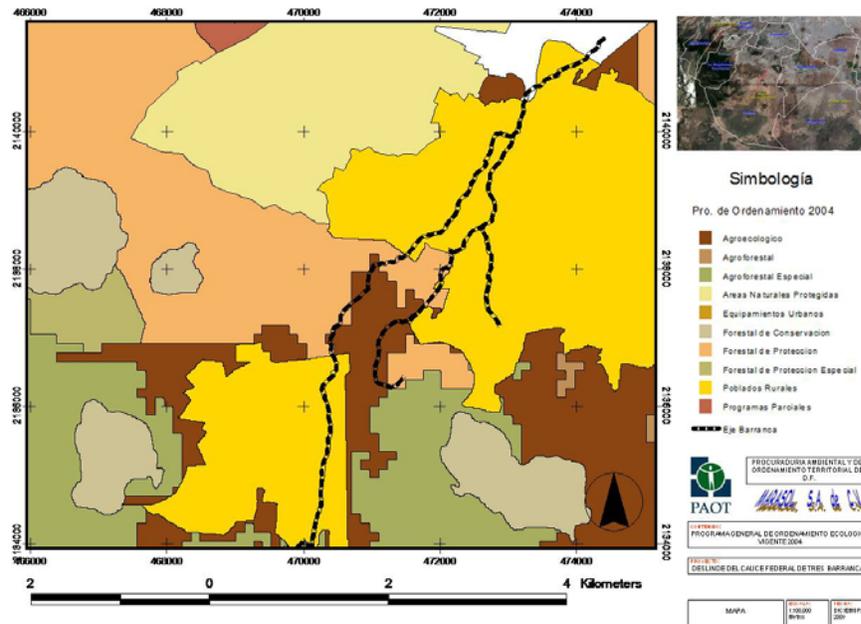
regiones donde crece el pino, se forma una cubierta herbácea nutrida que defiende al suelo contra la erosión. Crece abundantemente el zacate grueso, zacatón de cola de ratón, zacayumaque, zacate blanco, pasto de escoba y pasto amarillo. La Figura II.5 presenta los tipos de vegetación que cruza el trayecto seguido por la Barranca San Buenaventura.

El tipo de suelo que se encuentra en la zona de estudio es de tipo feozem que se caracteriza por que el material original lo constituye un amplio rango de materiales no consolidados; este tipo de suelo se asocian a regiones con un clima suficientemente húmedo, para que exista lavado pero con una estación seca; el clima puede ir de cálido a frío y van de la zona templada a las tierras altas tropicales. El relieve es llano o suavemente ondulado y la vegetación de matorral tipo estepa o de bosque, los Feozems vírgenes soportan una vegetación de matorral o bosque, si bien son muy pocos. Son suelos fértiles y soportan una gran variedad de cultivos de secano y regadío así como pastizales. Sus principales limitaciones son las inundaciones y la erosión. La Figura II.6 muestra los tipos de suelo a lo largo del recorrido del cauce del San Buenaventura.

**FIGURA II.5. TIPOS DE VEGETACIÓN QUE CRUZA LA BARRANCA SAN BUENAVENTURA.**



**FIGURA II.6. TIPOS DE SUELO A LO LARGO DEL RECORRIDO DEL CAUCE DE LA BARRANCA MIXCOAC.**



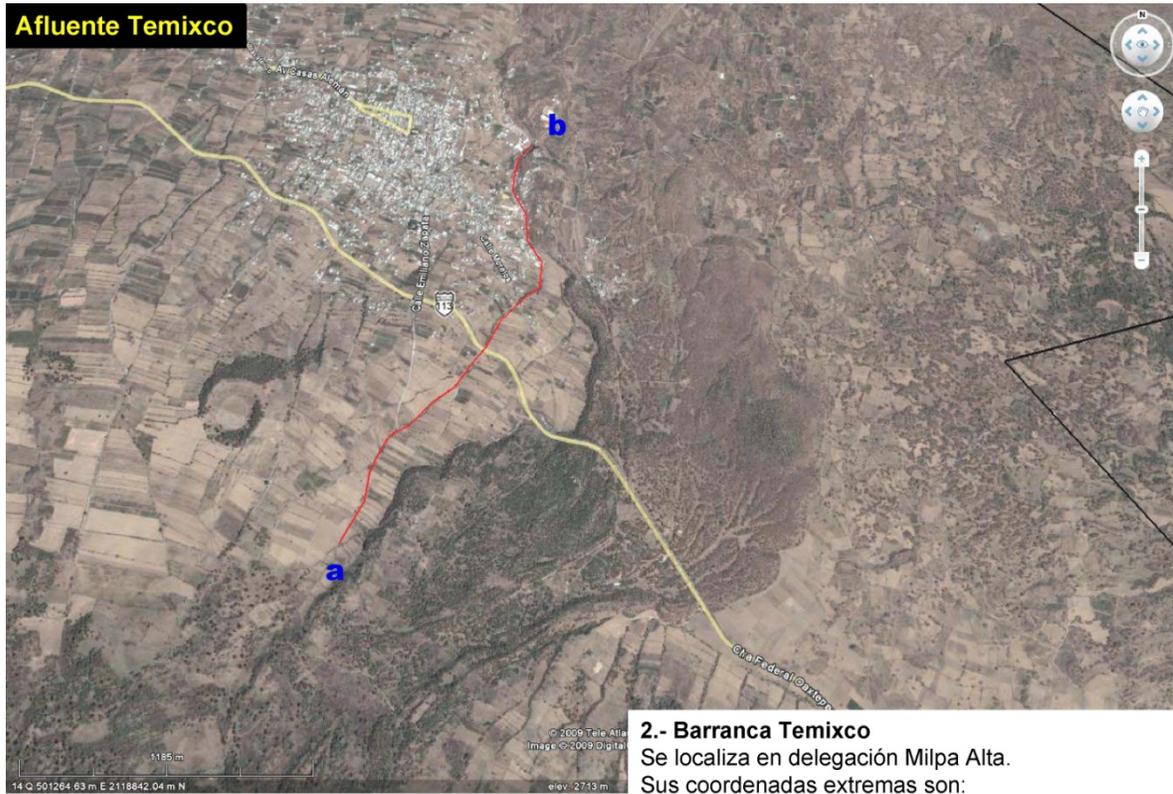
#### AFLUENTE TEMIXCO:

Se ubica dentro de la delegación Milpa Alta (Figura II.7), que se encuentra al sureste del Distrito Federal, geológicamente el área donde se ubica este afluente geológicamente es sometida a procesos tectónicos y volcánicos, enclavada en la Sierra.

El suelo está formado básicamente por depósitos del cuaternario y en menor proporción cuenta con otro tipo de depósitos como lavas escoráceas, aglomerados y piroclásticos gruesos y finos que presentan alta permeabilidad, conformando una de las principales zonas de recarga del acuífero de la cuenca, adicionalmente existen arenas y limos arcillosos en capas angostas al pie de las elevaciones, por ejemplo en Tecómitl.

El usos de suelo que actualmente se encuentra en la zona es de cultivo agrícola, exceptuando el nopal, sin embargo la cobertura vegetal natural que existía en esta zona se caracterizaba por bosques de cedros, oyameles, madroños, ocotes y encinos.

FIGURA II.7. RECORRIDO DEL AFLUENTE TEMIXCO EN LA DELEGACIÓN MILPA ALTA, D.F



**2.- Barranca Temixco**  
Se localiza en delegación Milpa Alta.  
Sus coordenadas extremas son:  
a: X: 500058.53 - Y: 2118154.98  
b: X: 500932.38 - Y: 2120252.72

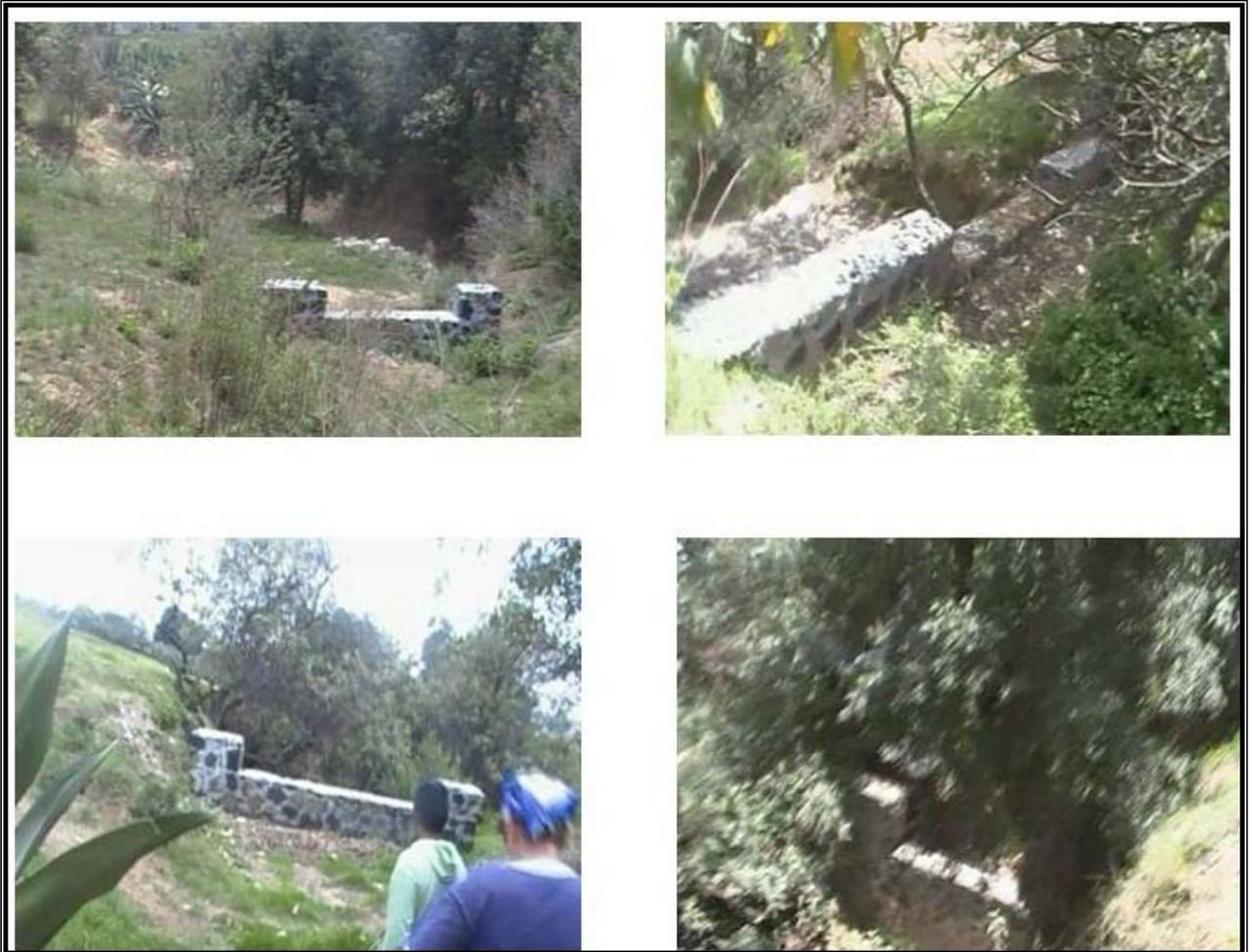
**DESCRIPCIÓN DE LA ZONA.**

**Barranca Temixco delegación Milpa Alta**



**Foto 1. Cause Artificial del río.**

En esta imagen se observa la construcción de encausamiento artificial elaborado de rocas de la región, sembrado de Maguey y remanentes de vegetación.



**Foto 2. Represas de cauce.**

En esta imagen se observa represas del cauce y remanentes de vegetación con vegetación secundaria y cambio de uso de suelo.



**Foto 3. Relleno y sembrado.**

En esta imagen se puede observar el relleno del cauce, así como la zona sembrada por nopales y maíz y remanentes de vegetación.



**Foto 4. Cauce Natural**

En esta imagen se muestra el cauce natural del río, con vegetación ripiara, también se observa suelo desprovisto de vegetación.



**Foto 5. Cauce rellenado y sembrado de maíz**

En esta imagen se observa el cauce rellenado y sembrado de maíz.



**Foto 6. Borde de zona urbana**

Cruce con la carretera a Oaxtepec, se observa el cauce natural de la barranca compuesto por vegetación ripiara y el borde de zona urbana, compuesta por vereda, construcciones de carácter permanente y remanente de vegetación



**Foto 7. Calle en la barranca**

En esta imagen se observa la orilla de la barranca compuesta por construcciones de carácter permanente erosionadas, basura y remanentes de vegetación, el camino de asfalto, construcciones de carácter permanente y remanentes de vegetación.

**Barranca Hípico La sierra o Pachuquilla**



**Foto 8. Inicio brazo barranca.**

Esta imagen nos muestra el inicio de la barranca en donde se observa el afluente natural del río y vegetación primaria.



**Foto 9. Entrada a la Barranca.**

Esta imagen nos muestra la entrada al inicio de la barranca el cual se compone por un camino empedrado, parte de una carretera federal y vegetación secundaria.



**Foto 10. Hombro de barranca.**

En esta imagen podemos observar la parte de la barranca denominada hombro, el cual se compone de una vereda, instalaciones antropogénicas y remanentes de vegetación, cauce de la barranca y una ladera de la barranca.



**Foto 11. Margen derecho de la barranca.**

En la margen derecha de la barranca, la cual en la parte superior presenta construcciones de carácter permanente y remanentes de vegetación.

### Barranca Juárez



**Foto 12. Zona Urbana**

Esta imagen nos muestra el inicio de la barranca que se compone de vegetación secundaria, zona urbana y el cauce artificial del río.



**Foto 13. Cauce de Río**

Esta imagen muestra el cauce natural del río, el cual se encuentra afectado por las descargas de aguas residuales, compuesta por vegetación ripiara y cantos rodados

### Barranca Juárez-Santa María



**Foto 14. Barranca Juárez-Santa María.**

Se observa una sección de la barranca Juárez-Santa María la cual se compone de vegetación secundaria y asentamientos humanos y residuos sólidos.



**Foto 15. La escondida (entubado).**

Se muestra la ubicación de la tubería del río La Escondida, la zona se compone de zona urbana y remanentes de vegetación

## II.1.5 PRINCIPALES PROBLEMAS QUE AFRONTA CADA UNA DE LAS ZONAS FEDERALES DE BARRANCA QUE SERÁN DELIMITADAS.

Se puede observar que en la barrancas de Álvaro Obregón, existe una gran cantidad de descargas a cielo abierto, estas descargas provienen de las casas que han sido construidas en la orilla y a lo largo de la barranca, en algunos puntos, se puede apreciar que se han realizado obras de entubamiento con el fin de sanear el sitio pero que no se encuentran en funcionamiento, y en otros puntos se observó que las obras de drenaje que colectan el agua residual de las colonias, descargan directamente al cauce de las barranca.

Existen diversos puntos que son utilizados como basurero en donde se puede encontrar cascajo, muebles abandonados y hasta automóviles chatarra, así como ropa y desperdicio claramente atribuible a la población vecina.

Se pudo constatar, que existen invasiones a la zona federal y que las personas que se han asentado en estos puntos, han tratado de evitar la acción de las crecientes del cauce por medio de obras de contención como lo es colocar costales llenos de tierra a manera de barreras y acumulando cascajo a modo de relleno, cabe mencionar que estas obras no son muy efectivas ya que algunas se encuentran en muy mal estado.

Durante los recorridos a la barranca de Temixco, localizada en Milpa Alta, se pudo observar que en algunos tramos, el cauce de la barranca se convierte en calle con casas habitación en las laderas y que en otros tramos ha sido rellena por los dueños de los terrenos para ampliar la zona de cultivo, esto no representa ningún problema en la mayor parte del año ya que la barranca está seca pero es importante decir, que en donde termina dicha barranca se encuentra una preparatoria del D.F. que ha sufrido estragos cuando el cauce de la barranca crece en la temporada de lluvias y el cauce arrastra tierra y rocas.

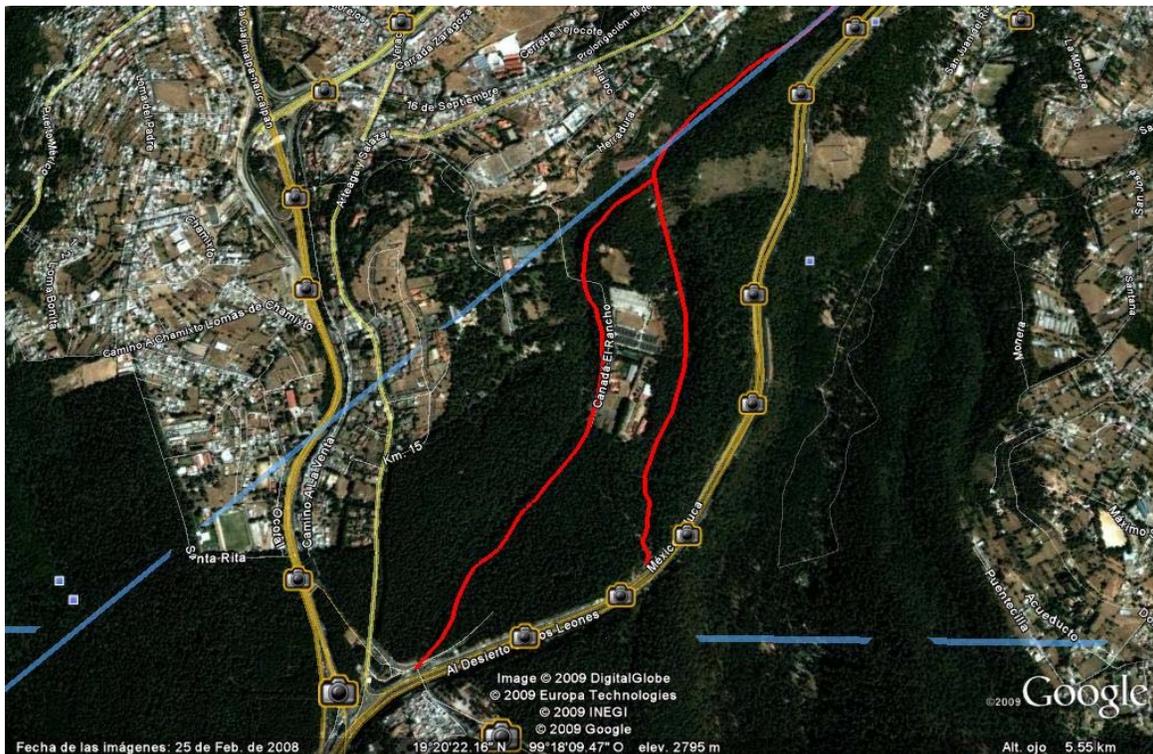
## II.1.6 VÍAS DE ACCESO A LAS ZONAS DE ESTUDIO.

### MIXCOAC.

El acceso al afluente de Mixcoac, en específico a las barrancas Juárez, Atzoyapan y La Escondida de la Delegación Álvaro Obregón, se realiza por el Camino al Desierto de los Leones, al cual se puede arribar por Avenida de las Águilas continuando por Avenida Centenario hasta llegar al poblado de San Mateo, para después tomar el Camino al Desierto de los Leones, o desde Santa Fe llegando por el camino San Mateo-Santa Rosa. La Figura

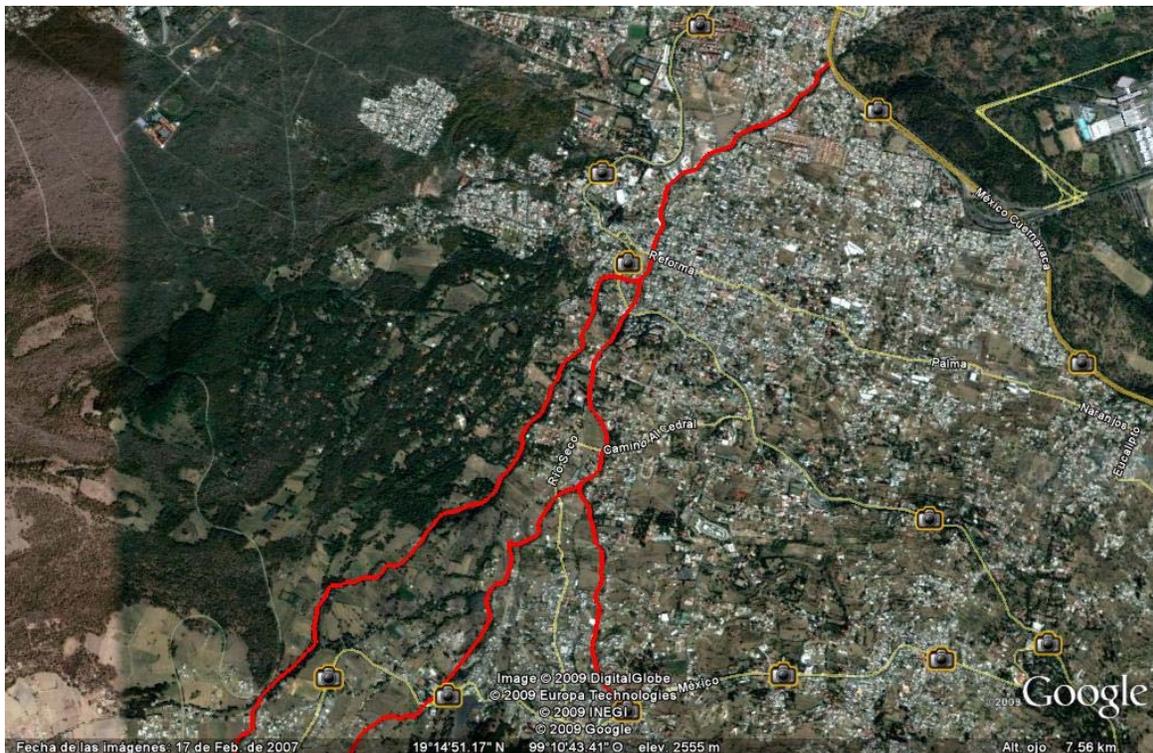


Para el Acceso a la barranca del Hípico La Sierra o Pachuquilla en la Delegación Cuajimalpa, el acceso es por Avenida Tamaulipas hasta cruzar la Carretera Libre México Toluca para poder tomar la Avenida Arteaga y Salazar hasta volver a la Carretera Libre México Toluca, ó directamente Por la carretera antes mencionada hasta la entrada al Desierto de los Leones.



## San Buenaventura

Para entrar a la barranca San Buenaventura en la Delegación Tlalpan, puede hacerse desde la Carretera México-Cuernavaca a la altura de la colonia San Pedro Mártir antes del Heroico Colegio Militar, o por la Carretera Federal México-Cuernavaca continuando a lo largo de la Carretera México Ajusco.



Temixco.

Para llegar al afluente de Temixco en la Delegación Milpa Alta se puede tomar la carretera México-Oaxtepec hasta llegar al poblado de San Marcos ingresando por Xochimilco



## CAPÍTULO III

### III INSTRUMENTOS TÉCNICOS Y METODOLÓGICOS EMPLEADOS PARA REALIZAR Y DETERMINAR EL DESLINDE DE LA ZONA FEDERAL DE LAS BARRANCAS EN ESTUDIO.

#### III.1 METODOLOGÍA DE TRABAJO DE GABINETE.

Se recopiló la información existente, en la PAOT y otras Dependencias Federales (INEGI), Gobierno del Distrito Federal (CORENA y SMA), en las Delegaciones de Milpa Alta, Álvaro Obregón, Cuajimalpa y Tlalpan. Así como diversos sitios de internet (Páginas del GDF y Delegaciones; Google Earth).

##### III.1.1 CARTOGRAFÍA.

##### III.1.2 ORTOFOTOS.

##### III.1.3 FOTOGRAFÍA AÉREA.

##### III.1.4 IMÁGENES DE SATÉLITE.

##### III.1.5 IMÁGENES LANDSAT.

##### III.1.6 PROGRAMACIÓN DE RECORRIDOS PREVIOS DE CAMPO.

Se efectuaron las visitas a las zonas del estudio con el apoyo de personal asignado por cada delegación política a la que pertenecen las barrancas y se realizaron reuniones conjuntamente con personal técnico designado por la contratante para la Supervisión, con objeto de tener conocimiento detallado de los sitios en estudio.

Se realizó el registró de las condiciones actuales a través de la videograbación y la toma de fotografías de los sitios importantes durante el recorrido, así como los lugares de mayor acceso, posicionándose con un GPS Garmin III.

Se realizaron entrevistas abiertas con el personal de las Delegaciones y oficinas que se visitaron.

Se dieron a conocer a la Supervisión los comentarios y observaciones respectivas; así mismo, se tomó nota de las características físicas a lo largo del trazo del encauzamiento; las cuales han sido tomadas en cuenta para la alineación y programación de los levantamientos topográficos a realizar.

En base a los acuerdos realizados, los datos relevantes y las decisiones tomadas en campo, se elaboró tanto el informe de las visitas efectuadas, como un anexo fotográfico de la zona en estudio.

### **III.2 METODOLOGÍA DE TRABAJO DE CAMPO (TOPOGRAFÍA).**

#### **III.2.1 POLIGONAL DE APOYO Y LEVANTAMIENTO PLANIMÉTRICO.**

Se trazaron los ejes de las poligonales sobre los bordos de las barrancas o sobre el eje de los arroyos estas poligonales de apoyo se cerraron con el fin de asegurar la precisión de estos levantamientos, partiendo por una margen con retorno por la margen opuesta, en los casos que las condiciones lo permitieron, los lados de la poligonal tienen longitudes no mayores de 500 m. y lados son lo más paralelos posible a tramos sensiblemente rectos de la corriente, tomando en cuenta que el último punto o vértice de la poligonal anterior es el primero de la siguiente, se levantaron mediante el método de deflexiones o ángulos horizontales; utilizando estación total y distanciómetro. Se colocaron estacas a cada 20 m, indicando en cada uno la estación de que se trata, los cuales sirvieron de apoyo para realizar posteriormente la nivelación del perfil y las secciones transversales, El cálculo de la poligonal de apoyo se hizo por coordenadas rectangulares con compensación de proyecciones, las cuales no sobrepasaron la precisión lineal de 1:2000 y la angular de  $T = a(N)^{1/2}$ , en donde N es el número de vértices y  $a = 10''$  cuando la aproximación del aparato sea de  $1''$ , debiendo consignar en su cálculo los valores de X, Y y Z de cada vértice.

Apoyados en los puntos de inflexión (PI.) o puntos sobre la tangente (PST.) de la poligonal, se obtuvieron por ángulo y distancia desde el aparato, las referencias de construcciones aledañas a la corriente, como son: bardas postes, pozos de visita de drenaje, descargas de aguas pluviales y residuales, así como sus dimensiones, etc.; así como de los predios contiguos al cauce comprendidos dentro de la longitud de desarrollo de las secciones. En el Anexo 1 se incluyen los planos correspondientes.

### III.2.2 NIVELACIÓN DIFERENCIAL REFERIDA A BANCOS DE NIVEL DE LA CONAGUA.

Se realizó la nivelación de la poligonal del trazo, determinando las cotas de los puntos establecidos en el mismo. Para obtener las cotas anteriormente citadas se partió de puntos físicos, notables e invariables denominados monumentos que fueron georeferenciados con un GPS submétrico LEICA 1200 ligado a la Red de INEGI. (Anexo 2)

Para llevar un mejor control en la nivelación del trazo y tener puntos de referencia, se establecieron bancos de nivel a cada 500 m. aproximadamente puntos fijos notables e inamovibles, como troncos y raíces de árboles o rocas.

La nivelación está referida a bancos de nivel obtenidos por el GPS mencionado. Los puntos de inflexión y puntos sobre tangentes de la poligonal de apoyo se acotaron por medio de la nivelación diferencial al milímetro de lectura, comprobándose de igual forma en el cierre. Se ejecutaron con nivel fijo y estatal por el método de nivelación diferencial, comprobándose la exactitud de dicha nivelación con doble recorrido o doble posición de aparato, o sea de ida y vuelta, con una tolerancia en centímetros de  $T=0.015(K)^{1/2}$ , en donde K es el desarrollo de la poligonal en Km. Todas las nivelaciones fueron cerradas, verificadas y compensadas, en su caso.

Todos estos trabajos se registraron en libretas de campo y electrónicas. Se anexan plano y libretas.

### III.2.3 LEVANTAMIENTO DE SECCIONES TRANSVERSALES.

Se obtuvieron las secciones transversales al eje del cauce, o sea, los perfiles del terreno natural normales al citado eje, obtenidos cada 20 m. Para obtener las secciones transversales, se tomó como referencia a los datos establecidos en el trazo y nivelación del eje en cuestión.

Para ejecutar los trabajos se usaron estaciones totales, haciendo lecturas con aproximación de 1 (un) centímetro. Las secciones transversales se levantaron con una longitud total que abarcó el cauce, bordos, y el terreno natural hasta 15m. a partir del hombro de los taludes del cauce hacia ambas márgenes excepto en los casos donde no se tuvo acceso.

Los datos de las secciones transversales se registraron en diskettes y en libretas de campo y se dibujaron con plotter a tinta negra a escala 1:100 vertical y horizontal, indicando siempre la estación y cota de apoyo respectivas.

Una vez concluidos los trabajos objeto del presente se hizo entrega de los diskettes, libretas de campo y dibujos con el perfil de las secciones transversales al cauce.

Las secciones se nivelaron tomando lecturas en los principales accidentes del terreno y a partir de la parte más baja del lecho del cauce, identificándose con el kilometraje correspondiente.

Se realizó la configuración el cauce con base en los datos obtenidos en el levantamiento de las secciones transversales considerando todas las secciones obtenidas para de ahí hacer la interpolación correspondiente.

Las curvas de nivel están a cada 0.50 m, o a cada metro dependiendo de las condiciones del sitio y las curvas maestras a cada metro o dos metros, dependiendo del caso.

Se calcularon las coordenadas UTM y Geográficas, en tres puntos del levantamiento topográfico por medio de un geoposicionador con WGS84, como el referido LEICA 1200, cuya precisión es superior de 1/50,000 como se pide en las referencias del contrato localizándolos en sitios en donde se consideró que no desaparecerían en el futuro, ligándolos a la poligonal de apoyo.

Se obtuvieron los perfiles longitudinales del cauce de las barrancas, dibujándose el perfil a escala horizontal de 1:1000 y vertical de 1:100, mismos que sirvieron para integrar los planos generales y de detalle. Dichos perfiles consignan el fondo del cauce, así como ambas márgenes, estructuras existentes y/o en proyecto, confluencias, descargas etc.

Una vez concluidos los trabajos se elaboró y entregó el presente informe, que contiene las actividades realizadas, resultados, conclusiones y planos generados y adquiridos y que una vez revisado y aprobado por la PAOT formará parte del informe final. Se anexan planos y libretas (Anexo 3)

### III.3 FORMATOS DE PRESENTACIÓN, PLANOS O MAPAS DE LOCALIZACIÓN.

#### III.3.1 GEORREFERENCIACIÓN DEL LEVANTAMIENTO DE CADA CAUCE (REGISTROS DE CAMPO Y RESUMEN DE ACTIVIDADES).

Se realizaron las georeferenciaciones de los puntos extremos de cada barranca y algunos intermedios, colocándose mojeneras con los datos de estos mismos, el equipo usado para esto fue un GPS de doble banda con preparación para la tercera, marca LEICA modelo 1200 de los que los componentes se describen dentro de los parámetros siguientes que fueron las bases de esos trabajos:

#### -Información del proyecto

Nombre del proyecto: BARRANCAS ALVARO OBREGON

Fecha de creación: 10/18/2009 14:06:21

Huso horario: -5h 00'

Sistema de coordenadas: UTMZONA14

Programa de aplicación: LEICA Geo Office 7.0

Kernel de procesamiento: PSI-Pro 2.0

	Referencia: TOL2	Móvil: V-2
Tipo de receptor / N/S: Tipo de antena / N/S:	TRIMBLE5700 / 0220294753 Zephyr Geodetic / 3241 0.0947	GX1230GG/47243 6 AX1202GGTripod/-
Altura de antena:	m	1.2100 m
Coordenadas iniciales: X local: Y local: Alt ortom.:	432393.2094 m 2133399.1577 m	470198.8649 m 2137622.5777 m
Intervalo de observación: Duración:	10/18/2009 10:28:15 - 10/18/2009 13:09:15 2h41'00"	

<b>Parámetros</b>	<b>Selección</b>	<b>Usado Comentario</b>
Ángulo de elevación:	10°	10°
Tipo de efemérides (GPS):	Transmitidas	Transmitidas
Tipo de efemérides	Transmitidas	Transmitidas
Tipo de solución:	Automático	Fase: todo fijo
Tipo GNSS:	Automático	GPS
Frecuencia:	Automático	Automático
Fijar ambigüedades hasta:	80 km	80 km
Duración mínima para solución (estático):	5' 00"	5' 00"
Intervalo de muestreo:	Usar todas	15
Modelo troposférico:	Hopfield	Hopfield



---

**Modelo 1:**

Origen del desarrollo:	Latitud:	19° 17'35.64431"		
	Longitud:	N 99° 38'		
	Hora	36.49337" W		
	(UT):	10/18/2009		
		14:43:15		
Validez:	De	10/18/2009		
	época: A	09:43:15		
	época:	10/18/2009		
		13:52:45		
Coefficientes:	Grados de	Grados de	Valor	rms
Lat. 0 0 0 1 1		hora	1.09159749	
		0	0.00606097	0.29574950
		1	0.00599440	-0.05521032
		2	0.00325496	-0.12055071
		0	0.00552705	-0.15778624
		1	0.00409043	

III.3.2 CONFIGURACIÓN DE CADA UNA DE LAS VERTIENTES DE ESTUDIO.

III.3.3 PERFIL LONGITUDINAL DE LAS TRES DEPRESIONES OROGRÁFICAS.

## CAPÍTULO IV

### IV ANÁLISIS HIDROLÓGICO PARA DETERMINAR LA ZONA FEDERAL DE LAS BARRANCAS EN ESTUDIO.

#### IV.1 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN METEOROLÓGICA.

##### IV.1.1 DETERMINACIÓN DE LA REGIÓN Y CUENCA HIDROLÓGICA.

### 3. TRABAJOS PRELIMINARES

#### 3.1 Visita de reconocimiento

Durante el recorrido pudo observarse los ríos analizados, los cuales tienen sus inicios en las partes altas de las delegaciones a las cuales pertenecen las diferentes cuenca, a una altura aproximada de 4500 msnm, en su trayectoria, recibe aportes de diversos Arroyos.

Los ríos continúan por medio de su cauce natural, recibiendo aportes de flujo de las calles de la delegación.

#### 3.2 Recopilación de información

Se recopiló toda la información disponible respecto a la zona de estudio donde se ubica la cuenca, visitándose el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), el Servicio Meteorológico Nacional (SMN), la Gerencia de Aguas Superficiales de la Comisión Nacional del Agua (C.N.A), así como la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).

En el INEGI se obtuvieron las cartas topográficas escala 1: 50,000, con las cuales se formaron los planos donde se muestran delimitadas las cuencas analizadas.

En el INEGI también se obtuvieron las cartas hidrológicas de aguas superficiales escala 1:250,000, con las cuales se formó el plano EHI-02 donde se muestran las cuencas analizadas.

Del Sistema de Información de Aguas Superficiales (SIAS), el cual tiene la finalidad de consultar el Banco Nacional de Datos de Aguas Superficiales (BANDAS), se obtuvieron los gastos promedio diarios de las estaciones hidrométricas cercanas a los ríos analizados, así como las áreas de las cuencas de aportación de escurrimiento, hasta las estaciones hidrométricas, e información específica de cada una de estas estaciones. Esta información

se procesó con ayuda del lenguaje de programación Mat-Lab, en el cual se elaboraron los programas correspondientes para obtener los gastos máximos anuales y sus promedios para cada estación hidrométrica. Una vez procesada la información se realizó el análisis regional hidrológico. En el anexo correspondiente se muestran las tablas de estos registros, así como información de las estaciones hidrométricas consultadas.

Del libro de Isoyetas de Intensidad – duración - Periodo de retorno (i-d-Tr) de la SCT, se obtuvieron las intensidades para duraciones de tormenta de 5, 10, 20, 30, 60 120 y 240 minutos con periodos de retorno de 10, 20, 25, 50, 100 años (Ver anexos). También se obtuvieron datos hidrométricos y climatológicos de las estaciones ubicadas dentro la cuenca en estudio.

## **4. ESTUDIO HIDROLÓGICO.**

### **4.1.- Análisis de la información.**

Se consideró que la información recopilada era confiable y suficiente para ser procesada y elegir el criterio más adecuado, en la determinación de las avenidas máximas probables. Además se tomó en cuenta la magnitud de las cuencas.

Tomando en cuenta la importancia de los diferentes ríos en estudio se optó por aplicar el Método Racional, el Método del Hidrograma Unitario Triangular, y el método de la envolvente de Lowry, estos métodos son denominados empíricos, además de realizar un análisis regional hidrológico.

Para los métodos empíricos se requiere conocer ciertos parámetros o características fisiográficas de la cuenca como son, coeficiente de escurrimiento, longitud del cauce principal y su pendiente en por ciento, la intensidad de lluvia para un tiempo de duración igual al tiempo de concentración típico en cuencas pequeñas y medianas.

El análisis regional hidrológico, suministra la forma de inferir eventos para ciertos periodos de retorno en sitios con escasa o nula información, el cual no cuenta con una estación hidrométrica. Como parte del procedimiento de este análisis, es necesario realizar un ajuste de las diferentes distribuciones de probabilidad para el análisis de máximos (Normal, Exponencial, Log-normal, Gamma con 2 parámetros, Pearson tipo III, General de Valores Extremos I (Gumbel 1), (Ver Anexo)

El gasto de diseño para la cuenca de aportación, se obtuvo calculando el promedio de los resultados obtenidos con los diferentes métodos aplicados. En las Tablas No. 1, 3, 4 y 5, se muestran los cálculos realizados.

Para comprobar si las dimensiones de los diferentes cauces analizados, a lo largo de su trayectoria, se aplicó la ecuación de Manning para hacer el tránsito de avenidas.

#### IV.1.2 DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE AGUAS MÁXIMAS ORDINARIAS PARA CADA CAUCE.

##### IV.1.2.1 DETERMINACIÓN DE LA INTENSIDAD DE LLUVIA.

- Cálculo del coeficiente k para diferentes periodos de retorno.
- Cálculo de la intensidad de lluvia.
- Cálculo de la pendiente del cauce.
- Cálculo del tiempo de concentración.
- Coeficiente de escurrimiento (C).
- Área por drenar.
- Gasto (Q).
- Cálculo del nivel de aguas máximas ordinarias (Tirante Hidráulico).
- Cálculo de velocidad media (V).

## 4.2.- Metodología.

### 4.2.1 Estudio de Avenidas.

La presencia de una tormenta o de una sucesión de tormentas en una cuenca de captación, ocasiona escurrimientos que dan lugar a un incremento brusco del gasto de la corriente, que reciben el nombre de avenidas o crecientes.

Por ello se hace necesario estimar la magnitud de las avenidas que puedan presentarse, con objeto de dar seguridad a las obras hidráulicas en proyecto y proteger a las poblaciones ubicadas a lo largo de las corrientes.

### 4.2.2 Determinación de gastos máximos.

#### Intensidad – Duración – Periodo de Retorno

Este método es utilizado para cuencas pequeñas, del libro de Isoyetas de Intensidad – duración - Periodo de retorno (i-d-Tr) de la SCT, se obtuvieron las intensidades para duraciones de tormenta de 5, 10, 20, 30, 60, 120 y 240 minutos con periodo de retorno de 10,

20, 25, 50 Y 100 años, en base a los resultados se construyó la tabla No. 9 y la curva  $i - d - Tr$ . (gráfica No. 1). (Ver anexos). También se formaron los polígonos de Thiessen para obtener las mismas intensidades para periodos de retorno hasta de 1000 años.

Una vez formada la grafica, por interpolación en la curva, se puede obtener el valor deseado de intensidad de tormenta para diferentes duraciones.

#### a) Método Racional Americano.

La fórmula racional es un modelo que toma en cuenta, además del área de la cuenca, la altura o intensidad de precipitación, su expresión es

$$Q = 2.778 C \cdot i \cdot A$$

Donde:

Q = gasto en l.p.s.

C = coeficiente de escurrimiento (ver tabla A, B o C)

i = intensidad de lluvia en mm/hr

A = área de la cuenca en ha.

La intensidad (i) de las isoyetas, se elige con base a la duración crítica de la tormenta correspondiente al tiempo de concentración ( $T_c$ ), que se evalúa como

$$T_c = 0.00505 \left( \frac{L}{\sqrt{S}} \right)^{0.64}$$

donde:

$T_c$  = Tiempo de concentración en horas.

L = Longitud de cauce principal en metros.

S = Pendiente promedio del cauce.

El Coeficiente de escurrimiento (C), es la relación que existe entre el volumen escurrido en la cuenca y el volumen llovido, este toma valores entre 0 y 1, varía dependiendo de las características de la cuenca. Sin embargo, es común tomar valores de C de acuerdo a ciertas características representativas de la cuenca. Los valores se muestran en las siguientes tablas.

TABLA “A”

CLASE DE TERRENO	COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO			
Terrenos cultivados, pastos	De	0.01	a	0.30
Terrenos sin cultivo	De	0.25	a	0.50
Terrenos boscosos	De	0.05	a	0.20

Para las distintas regiones climatológicas de la República Mexicana, los coeficientes de escurrimiento han sido dados en forma general por C Ing. Andrés García Quintero, en su ponencia presentada en la serie de mesas redondas sobre los problemas de las zonas áridas en México, en el mes de enero de 1995. Los valores recomendados se muestran en la siguiente tabla.

TABLA “B”

REGIÓN DE MÉXICO	COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO
Húmeda	35% o mayor
Semihúmeda	15% a 35%
Semiárida	5% a 15%
Árida extrema o desértica	0% a 5%

Tomando en cuenta la magnitud de la superficie de la cuenca, el coeficiente de escurrimiento tiene los valores mostrados en la Tabla “C”, que se muestra a continuación.

TABLA “C”

EXTENSIÓN DE LA CUENCA	COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO
Cuencas chicas hasta 10 km <sup>2</sup>	20%
Medianas de 11 a 100 km <sup>2</sup>	15%

Grandes de 100 a 500 km <sup>2</sup>	10%
Mayores de 500 km <sup>2</sup>	Menor de 10%

Tomando en cuenta que las áreas analizadas, a pesar de tener colindancia entre ellas, se tienen diferentes características fisiográficas. El valor seleccionado para el coeficiente de escurrimiento para cada una de las cuencas analizadas fueron los siguientes

## b) Método del Hidrograma Unitario

### Hidrograma Unitario Triangular.

Aplicar el método del hidrograma unitario triangular tiene la ventaja de permitir predecir la avenida de diseño. El hidrograma triangular se utiliza en cuencas pequeñas, para su aplicación es necesario conocer las características fisiográficas de la cuenca:

- Topografía.
- Isoyetas de Intensidad – duración - Periodo de retorno (*i-d-Tr*).
- Área de la cuenca.

Con estos datos se obtiene el gasto de diseño ( $Q_p$ ) y el gasto efectivo ( $Q_e$ ) requerido para la obra, utilizando las siguientes expresiones:

$$Q_p = \frac{0.208 * A * P}{0.5d} + 0.6T_c \quad ; \quad Q_e = C * Q_p$$

donde:

- $Q_p$  = Gasto pico unitario, en m<sup>3</sup>/s.
- $A$  = Área de la cuenca, en km<sup>2</sup>.
- $P$  = Precipitación, en mm.
- $d$  = duración de la precipitación, en hrs.
- $T_c$  = Tiempo de concentración, en hrs.
- $Q_e$  = Gasto efectivo m<sup>3</sup>/s.
- $C$  = Coeficiente de escurrimiento.

Asimismo, los valores del tiempo de concentración ( $T_c$ ) y del coeficiente de escurrimiento ( $C$ ) se estiman con:

$$T_c = \frac{d^2}{4}$$

$$C = \frac{Pe}{P}$$

donde:

d = duración de la precipitación, en hrs

Pe = precipitación efectiva

P = precipitación total

A su vez la Precipitación efectiva se calcula con la siguiente expresión:

$$Pe = \frac{\left[ P - \frac{508}{N} + 5.08 \right]^2}{P + \frac{2032}{N} - 20.32}$$

Donde N es el número de escurrimiento.

El número de escurrimiento (N) depende del uso, tipo y composición del suelo y del tratamiento, pendiente y estado de humedad del terreno.

En función de esos factores y de la altura de lluvia total (P) se calcula la lluvia efectiva Pe.

En la tabla No. 10 se muestra la clasificación de los suelos y posteriormente en función del uso del suelo, de la condición de la superficie de la cuenca y de la pendiente del terreno se podrá conocer el valor de N con el auxilio de la tabla No. 11 (Valor del número de escurrimiento N, según uso y tipo de suelo, condición de la cuenca y pendiente del terreno). (Ver anexos)

Para diferentes tipos de superficie en la cuenca de estudio, el valor de N se determina como un promedio pesado a partir de la expresión siguiente:

$$N = \frac{N_1 A_1 + N_2 A_2 + \dots + N_n A_n}{A_c}$$

En número de escurrimiento obtenido con la ecuación anterior se debe afectar por un factor de corrección que considere la lluvia antecedente. Es decir, si hubo lluvia cinco días antes se hace una corrección de acuerdo con la cantidad de lluvia que se haya registrado y esto se hace utilizando la tabla 12 (factor de corrección del número de escurrimiento N, según la precipitación antecedente), asimismo, en la tabla aparecen las magnitudes del factor de corrección por el cual se debe afectar el valor de N dependiendo del tipo de corrección A o B. (Ver anexos)

Tomando en cuenta las áreas urbanizadas y las de condición natural de las cuencas de los escurrimiento analizados. En las Tablas de la No 3. a la No. 8, se muestran los cálculos realizados para obtener los gastos con periodo de retorno de 10, 20, 25, 50 100 y 1000 años para cada uno de los ríos. (Ver anexos).

### c) Técnica estadística regional de las estaciones-año.

El análisis regional hidrológico suministra la forma de inferir eventos para ciertos periodos de retorno. Esta técnica se basa en series de máximos anuales.

Este método considera el tratamiento de una sola muestra de datos conformada por un registro estandarizado de eventos, el cual una vez que se construye se ajusta a un conjunto de distribuciones de probabilidad. Esta técnica regional a diferencia de otras no requiere que las muestras tengan una longitud de registro común (Cunnane, 1988). Con referencia al tamaño de muestra aceptable en cada muestra participante en el análisis, se recomienda que al menos sea de 10 años. Esta recomendación no es del todo estricta, ya que si se tiene un sitio con, por ejemplo, 9 años, pero dentro de este están eventos extremos que puedan afectar el comportamiento del fenómeno en la región, entonces se deberán incluir en el estudio.

En la tabla No. 13 se muestran los gastos máximos anuales para cada una de las estaciones hidrométricas analizadas. Estos valores se obtuvieron con ayuda del programa Mat-Lab, a partir de gastos medios diarios, obtenidos del BANDAS. En el anexo correspondiente se muestra la información de las estaciones hidrométricas analizadas, esta información también se obtuvo del BANDAS.

El procedimiento para realizar el análisis regional hidrológico es el siguiente:

Para cada serie  $j$  se genera una muestra modulada de la forma

$$q_i^j = \frac{Q_i^j}{\bar{x}_j}$$

$j = 1, 2, \dots$  número de sitios o estaciones hidrométricas.

$i = 1, 2, 3, \dots$  hasta el tamaño de la muestra  $n_j$ .

Para este análisis se tomaron 7 estaciones hidrométricas, por lo tanto,  $j = 7$ .

En el anexo correspondiente se muestra la información de las estaciones hidrométricas analizadas.

Posteriormente se forma el registro llamado estaciones-año, de tamaño  $n_T = \sum_{j=1}^{ms} n_j$  con todos los eventos modulados  $q_{ji}$ . El valor de  $n_T$  para este análisis es de 201.

El registro se ordena de mayor a menor y se le asigna un periodo de retorno y una probabilidad de no excedencia

$$T = \frac{n_T + 1}{m}$$

$$P(X \leq x) = P = 1 - \frac{1}{T}$$

Donde:

- T periodo de retorno
- $n_T$  tamaño de muestra del registro estaciones = año
- m número de orden del registro, desde  $m = 1, \dots, n_T$
- P probabilidad de no excedencia.

En la Tabla 14 se muestran los registros modulados con periodo de retorno ( $Tr$ ) y Probabilidad de no excedencia  $p(X \leq x)$  (201 registros).

Al registro formado se le ajustan las diferentes distribuciones de probabilidad para el análisis de máximos (Exponencial, Gama con 2 parámetros, Gumbel 1p, Log Normal, Normal, Pearson tipo III, y se selecciona aquel que proporcione el mínimo error estándar de ajuste (Ver Anexo correspondiente).

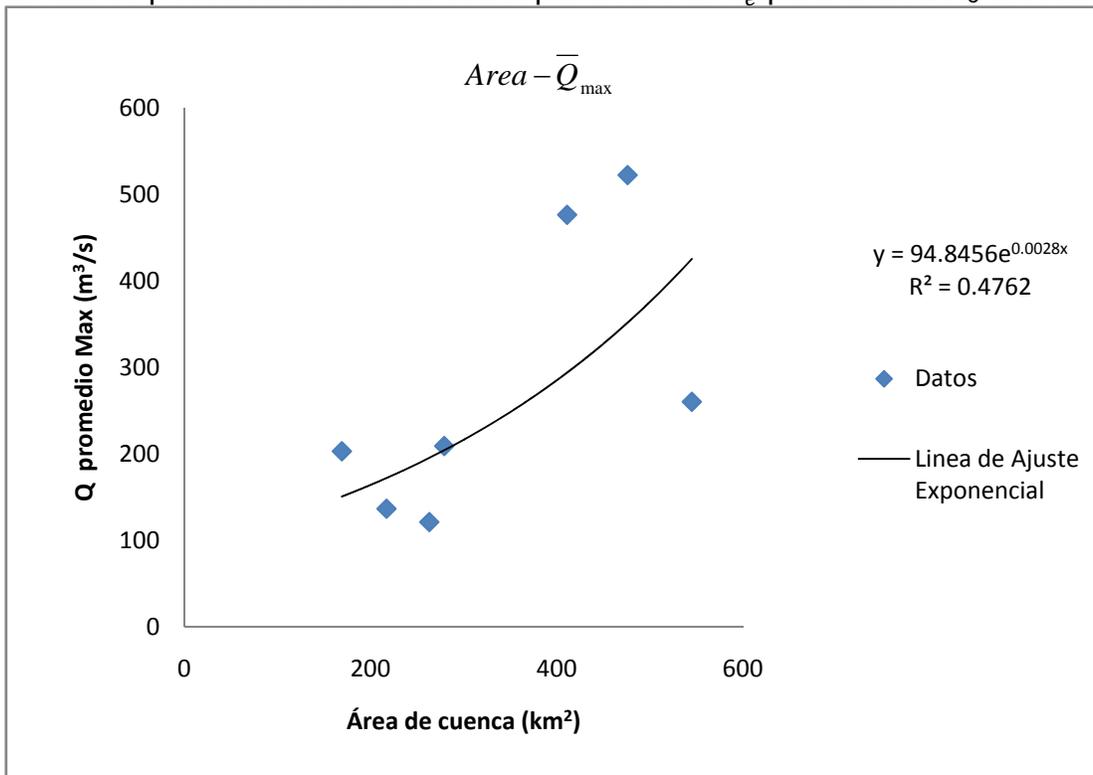
De acuerdo con el análisis de frecuencia, el mejor ajuste se logra con la distribución Log-Normal (ver anexo), por lo que los estimadores regionales  $\hat{q}_T^R$  para los periodos de retorno requeridos se muestran en la siguiente tabla.

<b>Estimadores <math>q_T^R</math> para la región asociada al sitio de los ríos</b>		
<b>Tr (años)</b>	<b>P = 1-1/Tr</b>	<b><math>q_T^R</math></b>
2	0.5000	0.92
5	0.8000	1.30
10	0.9000	1.55
20	0.9500	1.80
25	0.9600	1.87
50	0.9800	2.12
100	0.9900	2.37
500	0.9980	2.96
1000	0.9990	3.22
5000	0.9998	3.86
10000	0.9999	4.15

Una vez obtenida la distribución de mejor ajuste, es posible estimar los eventos regionales  $r$  para diferentes periodos de retorno, los cuales serán válidos para cualquier punto dentro de la zona analizada

$$(q)_T^R = \left( \frac{Q}{\bar{X}} \right)_T^R, \quad T = 2,5,10,20,50,100,500,1,000,5,000 \text{ Y } 10,000 \text{ años}$$

Si se desea un evento  $Q_T^e$  en un sitio no aforado (e) que esté dentro de la región, se debe construir la relación  $\bar{x}_j - A_j$ , donde  $A_j, j = 1, \dots, ms$ , son las áreas drenadas, para que a partir de ella se pueda inferir el valor correspondiente de  $\bar{x}_e$  para el área  $A_e$  del sitio (e).



La expresión para la región analizada es la siguiente:

$$Q_{med} = 94.8456e^{0.0028 * Area}$$

Para obtener el gasto máximo promedio, se usa la siguiente expresión:

$$Q_{med} = 94.8456e^{0.0028 * 32.12} = 103.63 m^3 / s$$

Y finalmente en la siguiente tabla se muestran los gastos máximos probables anuales para diferentes periodos de retorno, estimado en forma regional para los diferentes ríos.

<b>Gastos máximos anuales <math>Q_T^R</math> para la región asociada al sitio</b>			
<b>Tr (Años)</b>	<b><math>P = 1 - 1/Tr</math></b>	<b><math>q_T^R</math></b>	<b><math>Q_T^R</math> (<math>m^3/s</math>)</b>
2	0.5000	0.92	95.34
5	0.8000	1.30	134.71
10	0.9000	1.33	137.82
20	0.9500	1.80	186.53
25	0.9600	1.87	193.78
50	0.9800	2.12	219.69
100	0.9900	2.37	245.59
500	0.9980	2.96	306.73
1000	0.9990	3.22	333.67
5000	0.9998	3.86	399.99
10000	0.9999	4.15	430.05

#### **d) Envoltente de Lowry**

Este método toma en cuenta sólo el área de la cuenca. Aunque no es un método que analice propiamente la relación entre la lluvia y el escurrimiento, se hizo el análisis por ser de enorme utilidad en los casos en que se requieren sólo estimaciones gruesas de los gastos máximos probables, o bien cuando se carezca casi por completo de información.

Con la finalidad de tener un elemento adicional de comparación, y de acotar los valores de gastos máximos probables obtenidos con los análisis estadísticos y métodos empíricos, y como medida de seguridad, se aplicó el método de las envolventes de Lowry, el cual considera valores regionales.

La idea fundamental de este método es relacionar el gasto máximo  $Q$  con área de la cuenca  $A_c$  en la forma:

$$Q = \alpha A_c^\beta$$

Donde  $Q$  es el gasto máximo  $\alpha$  y  $\beta$  son parámetros empíricos, que también pueden ser función de  $A_c$

La fórmula de Lowry es la siguiente:

$$q = \frac{C_L}{(A_c + 259)^{0.85}}$$

Donde:

q es el gasto máximo por unidad de Área ( $m^3/s/km^2$ )

$C_L$  es un coeficiente empírico.

$A_c$  es el área de la cuenca de aporte ( $km^2$ ).

Por lo tanto el gasto máximo calculado con este método es el siguiente:

$$q = \frac{2130}{(32.12 + 259)^{0.85}} = (17.14 m^3 / s / km^2)$$

$$Q = 17.14 * 32.12 = 550.49 m^3/s$$

#### e) Ecuación de Manning.

La ecuación de Manning es un modelo que toma en cuenta, velocidad, pendiente, radio hidráulico y coeficiente de rugosidad, su expresión es:

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

donde:

V = Velocidad.

R = Radio hidráulico.

S = Pendiente.

n = Coeficiente de rugosidad.

Para obtener el coeficiente de rugosidad “n” de Manning, se aplicó el criterio recomendado en el libro “Hidráulica de Canales Abiertos” de Ven – Te - Chow

---

### 4.3 Análisis hidrológico y alternativas de solución.

Con apoyo en los trabajos topográficos realizados y la información procesada, se procedió a realizar los tránsitos de avenidas a lo largo de los cauces analizados. En los planos correspondientes se muestran los valores de las cotas alcanzadas por el NAMO.

El tránsito de avenidas en este arroyo vehicular, se realizó con apoyo de las secciones transversales trazadas en el plano topográfico. Por ser un cauce natural, se determinó el coeficiente de rugosidad  $n = 0.028$ .

## CAPÍTULO V

### **V PROGRAMA DE EJECUCIÓN PARA LA MONUMENTACIÓN DE POLIGONALES DEFINIDAS COMO ZONAS FEDERALES DE BARRANCA.**

Se colocaron mojoneas en los puntos georeferenciados y se anexan los datos de los mismos. Se colocaron dos puntos al inicio y uno al final de cada barranca.

En los sitios adecuados se colocaron las mojoneas que sirven para delimitar la zona federal en el campo colocando una placa de latón con las referencias geodésicas de cada una de ellas.

## CAPÍTULO VI

### VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Durante los recorridos a la barranca de Temixco, localizada en Milpa Alta, se pudo observar que en algunos tramos, el cauce de la barranca se convierte en calle con casas habitación en las laderas y que en otros tramos ha sido rellenada por los dueños de los terrenos para ampliar la zona de cultivo, esto no representa ningún problema en la mayor parte del año ya que la barranca está seca pero es importante decir, que en donde termina dicha barranca se encuentra una preparatoria del D.F. que ha sufrido estragos cuando el cauce de la barranca crece en la temporada de lluvias y el cauce arrastra tierra y rocas.

A partir de la información recabada, las visitas de campo y los levantamientos topográficos realizados, se pueden definir la siguiente problemática en las barrancas de estudio:

- a. Deterioro ambiental en las barrancas debido a la contaminación generada por descargas de drenaje a cielo abierto y acumulación de basura lo que genera focos de infección.
- b. Existe un riesgo permanente de desastre natural debido principalmente a la pérdida de cobertura vegetal y el cambio de uso de suelo por la expansión de la mancha urbana, lo que puede poner en peligro.
- c. Existe una falta de información, por parte de la población, sobre el valor ambiental de las barrancas así como del uso de suelo permitidos en la zona.
- d. Se requiere de una mayor coordinación entre autoridades federales y locales para definir y proteger tanto la zona federal como el área de dominio público y el perteneciente a cada demarcación.
- e. Falta dar certeza jurídica a la tenencia de la tierra y hacer valer, por parte de la fuerza pública, la zona federal protegida.
- f. Es imperante el rescate de las barrancas urbana través de la integración de distintas prácticas de manejo como lo son el detener la erosión, incrementar la superficie con cobertura vegetal, mejorar las condiciones de captación e infiltración de agua pluvial, frenar la contaminación así como disminuir el riesgo a deslaves e inundaciones, y sobre todo, evitar la invasión de zona protegida que pone en riesgo no solo al ecosistema, sino también la vida de la gente que por diversas circunstancias, debe optar por vivir a las márgenes de estas barrancas

## VI.1 ANEXOS

- ANEXO 1 Álbum fotográfico
- ANEXO 2 Informe de GPS
- ANEXO 3 Libretas de Topografía
- ANEXO 4 Cartografía
- ANEXO 5 Tablas de Hidrología
- ANEXO 6 Planos
- ANEXO 7 Videgrabaciones

# ANEXO 1

## Álbum fotográfico



# ANEXO 2 Informe GPS



# **ANEXO 3**

## **Libretas de Topografía**

# ANEXO 4 Cartografía

# ANEXO 5 Tablas de Hidrología



# ANEXO 6

## Planos



# Barrancas en Álvaro Obregón



# Barrancas en Cuajimalpa



PROCURADURÍA AMBIENTAL  
Y DEL ORDENAMIENTO  
TERRITORIAL DEL D.F.



---

## Barrancas en Milpa Alta

---

*Retoño 910, Col. El Retoño  
Del. Iztapalapa, D.F. C.P. 09440  
Tel/Fax. 01 55 5634 4 69*

*Of. En Mazatlán, Sin.*

*Av. Cruz Lizárraga 806 A-204  
Col. Palos Prietos, C.P.82010  
Tel/Fax 669 1184292*

*e-mail [marasol@prodigy.net.mx](mailto:marasol@prodigy.net.mx)  
[marasol\\_1998@yahoo.com.mx](mailto:marasol_1998@yahoo.com.mx)  
RFC MAR-980921-JG4 REG. CNEC. 5229*

---

# **Barrancas en Tlalpan**



PROCURADURÍA AMBIENTAL  
Y DEL ORDENAMIENTO  
TERRITORIAL DEL D.F.

---

---

*Retoño 910, Col. El Retoño  
Del. Iztapalapa, D.F. C.P. 09440  
Tel/Fax. 01 55 5634 4 69*

*Of. En Mazatlán, Sin.*

*Av. Cruz Lizárraga 806 A-204  
Col. Palos Prietos, C.P.82010  
Tel/Fax 669 1184292*

*e-mail [marasol@prodigy.net.mx](mailto:marasol@prodigy.net.mx)  
[marasol\\_1998@yahoo.com.mx](mailto:marasol_1998@yahoo.com.mx)  
RFC MAR-980921-JG4 REG. CNEC. 5229*



**PROCURADURÍA AMBIENTAL  
Y DEL ORDENAMIENTO  
TERRITORIAL DEL D.F.**

---

---

*Retoño 910, Col. El Retoño  
Del. Iztapalapa, D.F. C.P. 09440  
Tel/Fax. 01 55 5634 4 69*

*Of. En Mazatlán, Sin.*

*Av. Cruz Lizárraga 806 A-204  
Col. Palos Prietos, C.P.82010  
Tel/Fax 669 1184292*

*e-mail [marasol@prodigy.net.mx](mailto:marasol@prodigy.net.mx)  
[marasol\\_1998@yahoo.com.mx](mailto:marasol_1998@yahoo.com.mx)  
RFC MAR-980921-JG4 REG. CNEC. 5229*