





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

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLÁN

CRITERIOS DE SELECCIÓN PARA NUEVOS POLOS DE  
DESARROLLO URBANO EN LA ZONA SUR DEL DISTRITO  
FEDERAL

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE :  
INGENIERO CIVIL  
PRESENTA :  
GUTIÉRREZ RUIZ JOAQUÍN

ASESOR :  
JOSÉ PEDRO AGUSTÍN VALERA NEGRETE

NAUCALPAN, ESTADO DE MÉXICO

AGOSTO. 2004

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA**


---

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: Guillermo Ruiz

Joaquín

FECHA: 01.07.2004.

FIRMA: 

## Justificación

El presente trabajo de tesis busca contribuir al correcto crecimiento del Distrito Federal, mediante la valoración de posibles polos de desarrollo ubicados en la zona sur de la Ciudad de México, además expone la necesidad de generar una "Guía de Desarrollo Urbano" que incluya obras civiles y proyectos de infraestructura enfocados a la optimización de las áreas de crecimiento que posee la ciudad, al tiempo que se enuncian las conclusiones y recomendaciones pertinentes.

---

## Antecedentes

El subsuelo de la Ciudad de México, ha tenido, con el paso del tiempo una evolución importante; mediante este proceso evolutivo se ha originado un subsuelo de características únicas, las cuales por su naturaleza y comportamiento llaman la atención, además de originar afectaciones importantes. Por lo anterior, mediante numerosos estudios se ha intentado desarrollar una descripción exacta del mismo con el fin de actualizar el estado del conocimiento, para su uso en aspectos básicos.

Para alcanzar dicha descripción, se han desarrollado una gran cantidad de trabajos, enfocados principalmente a la recopilación y análisis de información geotécnica; dándosele una importancia mayor en las últimas décadas.

En 1945 se inician los primeros estudios formales del subsuelo de la Ciudad. Llevados a cabo por la Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica (CICIC), teniendo como responsable al Dr. Nabor Carrillo. Al mismo tiempo son realizados trabajos por los doctores Raúl J. Marsal y Leonardo Zeevaert en la zona urbanizada de la ciudad.

Con la información recopilada a través de esos años, se genera en 1952 la primera "Zonificación Geotécnica" del Distrito Federal en la cual destacan cuatro regiones principales: Zonas A, B, C y D. Debido al crecimiento desmedido que la ciudad comenzó a presentar, se genera gran cantidad de información geotécnica, encomendándosele su recopilación y análisis al Instituto de Ingeniería U.N.A.M (Universidad Nacional Autónoma de México); dando como origen *una nueva propuesta de zonificación hacia 1959*. Dicha propuesta incluía tres zonas de importancia: zona de lomas, zona de transición y zona de lago; ambas zonificaciones sirven como base para diversas investigaciones y trabajos posteriores.

Al paso de los años y conforme la ciudad fue creciendo, mediante la información generada y analizada se desarrollaba una mejor descripción del subsuelo. En 1985, debido a los sismos ocurridos, se da mayor importancia al estudio del subsuelo, por lo que el Departamento del Distrito Federal inicia el patrocinio a proyectos y trabajos de investigación hacia el estudio del mismo, para la creación de normas y reglamentos de construcción que prevén desastres y ayudan a resolver las afectaciones generadas con el paso del tiempo.

Actualmente, se continúa el estudio del subsuelo, ampliándose éste a los municipios conurbados al Distrito Federal, al tiempo que dicho estudio actualiza la zonificación y desarrolla *nuevas herramientas de gran potencial, aplicadas para la ampliación del conocimiento y la simplificación de procedimientos*.

---

## Introducción

La ocupación humana que da origen a la Ciudad de México es un hecho relativamente nuevo en la historia de la de la Cuenca de México. La cuenca ha sido espacio de vida para grupos humanos durante 25 mil años, desde épocas remotas uno de los problemas más grandes que se ha presentado en el sitio, es la ubicación de los distintos pueblos y ciudades que diversos grupos han habitado, debido a aspectos variados de carácter social, político, económico, religioso, pero principalmente de carácter constructivo (geotécnica, hidráulica e infraestructura).

Al irrumpir los Aztecas en la Cuenca de México, los entonces ocupantes del gran lago les impiden asentarse en sus riberas; sólo se les permite ocupar la zona lacustre pantanosa. Agueridos y tenaces, ahí cimientan su poderío y desarrollan sus métodos constructivos en un entrono hostil. A su llegada, cuatro siglos después, los españoles encuentran un verdadero imperio rico y dominante cuyas construcciones de gran tamaño y complejidad aún nos asombran.

Bajo la dominación española, a partir de 1521, la ciudad crece debido al alojamiento del centro de gobierno y religioso en el mismo sitio central de la ciudad, por ello se hace necesario la ampliación o construcción de edificios con mayores dimensiones en tamaño y peso.

Tanto en el periodo prehispánico como en el subsecuente, en la zona lacustre y aledañas no se dejan de presentar problemas graves como inundaciones en época de lluvias y temblores, estos problemas se agrandan debido a los asentamientos que presentan las edificaciones, al bombeo desproporcionado de los acuíferos del subsuelo para abastecer a su población de agua potable y a las dificultades para drenar las aguas negras y de lluvias de la Ciudad.

En épocas recientes los factores de crecimiento de la ciudad siguen siendo los mismos, aunado a ellos la explosión demográfica generada durante los años de 1940 a 1950 ocasiona una expansión desmedida de la ciudad en sus diversas Delegaciones Políticas, en un primer momento se da una expansión de las delegaciones centrales; posteriormente con mayor vigor lo muestra el resto de las delegaciones y las unidades inscritas en el denominado primer cuadro; recientemente la dinámica de crecimiento más intensa la registran los municipios conurbados del Estado de México; incluso se produce un decremento de población en las entidades centrales y, en general, una disminución en el ritmo de crecimiento del resto de las delegaciones más urbanizadas.

Actualmente uno de los hechos evidentes con relación al crecimiento de la Ciudad de México ya no es su incremento poblacional sino la migración y con ello la expansión de la ciudad de manera incontrolada en las fronteras de las Delegaciones Políticas y los Municipios conurbados del Estado de México.

Durante varios años se ha tratado con el correcto crecimiento de la ciudad analizando diversos factores: económicos, políticos, sociales y ecológicos; pero pocas veces mediante aspectos estudiados durante años como el subsuelo, características hidráulicas e hidrológicas así como de infraestructura.

En esta época, los retos planteados para el desarrollo de la Ciudad de México son enormes, ya que se encuentra en constante crecimiento y evolución es de gran importancia el análisis del crecimiento controlado de la distribución de población mediante la correcta ubicación y generación de nuevas zonas de desarrollo, indicando de manera clara recomendaciones para la construcción de obra civil y proyectos de infraestructura con el fin de aprovechar de una mejor manera la región, resolver los problemas encontrados y dar un nuevo enfoque al desarrollo de la ciudad.

---

## Metodología

Para desarrollar el presente trabajo de tesis, primero se analiza el desarrollo histórico de la superficie ocupada por la Ciudad de México, en sus características geográfica, geotécnicas, hidráulicas y de desarrollo urbano; enfocándose principalmente a la zona sur del valle.

Una vez comprendido el origen y los rasgos característicos del área en estudio: sociales, políticos, económicos y constructivos; se lleva a cabo la recopilación de información hidráulica, hidrológica, zonificación geotécnica y de infraestructura urbana y de servicios correspondientes a la zona sur del valle y de las diversas regiones en estudio.

Realizada la recopilación se lleva a cabo su análisis, señalando y ubicando así las Delegaciones Políticas y zonas específicas que puedan ser consideradas como polos de desarrollo.

Finalmente, se expone la necesidad de generar una "guía de desarrollo urbano" enfocada a la optimización de las áreas de crecimiento que posee la ciudad y se plantean las características que debe poseer, para su uso en las regiones señaladas, además de proporcionar las conclusiones y recomendaciones pertinentes.



---

# CRITERIOS DE SELECCIÓN PARA NUEVOS POLOS DE DESARROLLO URBANO EN LA ZONA SUR DEL DISTRITO FEDERAL.

## Objetivo General

Realizar la valoración de posibles polos de desarrollo ubicados en la zona sur de la Ciudad de México teniendo como base análisis geotécnicos así como de infraestructura urbana.

De manera conjunta se expone la necesidad de generar una "guía de desarrollo urbano" que incluya tanto obras civiles y proyectos de infraestructura enfocados a la optimización de las áreas de crecimiento que posee la ciudad, al tiempo que se enuncian las conclusiones y recomendaciones pertinentes.

## Objetivos particulares

### Capítulo I Origen de la Cuenca de México

Objetivo específico: Describir los principales factores en el contexto geológico y urbano, que dan origen a la "Cuenca de México".

### Capítulo II Zona sur de la Ciudad de México

Objetivo específico: Identificar mediante el análisis de un contexto geológico y de infraestructura urbana las delegaciones políticas que conforman la zona sur del Distrito Federal.

### Capítulo III Determinación de nuevos polos de desarrollo

Objetivo específico: Analizar los requisitos necesarios para la conformación de nuevos polos de desarrollo, identificando las Delegaciones Políticas que cuenten con ellos.

### Capítulo IV Selección de nuevos polos de desarrollo

Objetivo específico: Analizar las características geológicas, hidráulicas y de infraestructura urbana de cada zona identificada en el capítulo III, seleccionando polos de desarrollo viables.

### Capítulo V Guía de Desarrollo Urbano

Objetivo específico: Elaborar una "Guía de Desarrollo Urbano" que establezca los criterios para la optimización de la selección de polos de desarrollo.

---

# Índice

**Justificación**

**Alcances**

**Introducción**

**Antecedentes**

**Metodología**

**Capítulo I Origen de la Cuenca de México**

I.1 Historia geológica, hidráulica y urbana de la "Cuenca de México".

I.1.1	Localización	1
I.1.2	Geografía	1
I.1.3	Geología general	2
I.1.4	Topografía	9
I.1.5	Hidrografía	11
I.1.6	<i>Desarrollo urbano</i>	13

I.2 Construcciones de mayor importancia que influyen en el desarrollo urbano del Distrito Federal.

I.2.1	Servicios	26
I.2.2	Vialidades	32
I.2.3	Transporte	35

**Capítulo II Zona sur de la Ciudad de México**

II.1 Origen del Distrito Federal.

II.1.1	Creación del Distrito Federal	39
II.1.2	Modificaciones territoriales y de estructura del Distrito Federal	40

II.2 Características geotécnicas que presenta la región en relación con su desarrollo urbano.

II.2.1	Zonificación geotécnica	44
II.2.2	Problemas geotécnicos	48
II.2.3	Desarrollo urbano	51



---

II.3	Criterios para la integración por delegaciones de la zona sur del Distrito Federal.	
II.3.1	Geografía	58
II.3.2	Hidrografía	61
II.3.3	Infraestructura	62
<b>Capítulo III Determinación de nuevos polos de desarrollo</b>		
III.1	Requisitos necesarios para la conformación de nuevos polos de desarrollo.	70
III.2	Abastecimiento de agua potable.	74
III.3	Zonificación geotécnica.	85
III.4	Infraestructura urbana.	87
III.5	Identificación de zonas que pueden ser señaladas como posibles polos de desarrollo.	97
<b>Capítulo IV Selección de nuevos polos de desarrollo</b>		
IV.1	Análisis de las zonas que se señalan como posibles polos de desarrollo.	
IV.1.1	Factores de análisis	100
IV.1.2	Metodología	106
IV.2	Selección de los polos de desarrollo.	110
<b>Capítulo V Guía de Desarrollo Urbano</b>		
V.1	Descripción de las características técnicas de la guía.	138
V.2	Configuración de la “Guía de Desarrollo Urbano” bajo criterios geotécnicos y de infraestructura.	139
V.3	Simulación del proyecto: caso práctico.	162
<b>Conclusiones</b>		174
<b>Anexo</b>		177
<b>Glosario</b>		181
<b>Bibliografía</b>		183

---

## Capítulo I.- Origen de la Cuenca de México

Los asentamientos humanos dentro de la Cuenca de México desarrollan gracias a factores de distinta importancia, los cuales se conjuntan en etapas de tiempo distintas condicionado así la ubicación de los lugares o sitios en los que grupos de población logran su desarrollo.

Para comprender de mejor manera la situación urbana del Distrito Federal en este capítulo se muestra una breve historia de factores naturales tales como: localización, geografía, geología, topografía e hidrografía de la Cuenca de México y la manera en que influyen a quienes la habitan, para la selección de los diversos puntos de ubicación de aldeas y pueblos que una vez desarrollados conforman la Ciudad de México; además se presentan los diversos factores de ingeniería en aspectos de servicios, vialidades y transporte que han impulsado el desarrollo de la ciudad y la distribución de quienes la habitan.

### I.1.- Historia geológica, hidráulica y urbana de la “Cuenca de México”

#### I.1.1.- Localización.

En la parte más alta del extremo sur del altiplano mexicano (mesa de Anáhuac o Central) se localiza la cuenca de México, en la provincia fisiográfica del eje Neovolcánico. Se trata de una cuenca cerrada que por costumbre se conoce indistintamente como “Cuenca” o “Valle” de México. En este documento nos referiremos al área que ocupa el Distrito Federal como valle de México, al encontrarse parcialmente dividida por distintos cerros a lo largo de la misma.

Situada entre las latitudes 19° 03' 53" y 20° 11' 09"; así como las longitudes 98° 11' 53" y 99° 30' 24" (INEGI 2002) al oeste de Greenwich, la cuenca abarca un área de 9,600 Km<sup>2</sup> la cual se encuentra repartida entre los estados: de México, Hidalgo, Tlaxcala, Puebla y el Distrito Federal; de los 9,600 km<sup>2</sup>, corresponden a las “Zonas Bajas” 2,050 km<sup>2</sup> y solamente 1,320 km<sup>2</sup> al Distrito Federal lo que representa el 13.75% del área total.

La cuenca, mostrada en la **Fig 1.1**, posee una longitud de 110 km en dirección N-S así como una anchura de 80 km en dirección E-O; su parte más baja tiene una altitud de 2,236 msnm (metros sobre el nivel del mar), su parte más alta alcanza los 2,400 msnm.

#### I.1.2.- Geografía.

La cuenca de México se localiza en la parte central del Cinturón Volcánico Transmexicano, comienza su formación cuando una importante actividad volcánica cierra el paso de una cuenca formada por dos macizos montañosos paralelos; hacia el poniente, corriendo alargadamente de norte a sur, la sierra de las Cruces y hacia el oriente, la sierra Nevada, que incluye a los volcanes Iztaccíhuatl y Popocatépetl. Por el sur, en la parte más baja de la cuenca, surge después la llamada sierra Chichinautzin, que termina uniendo la base de la sierra Nevada con la base de la sierra de las Cruces, lo que lo convierte en un nuevo valle, rodeado con grandes montañas por tres lados y por tierras altas en su lado norte. Desde ese momento, todo el material de los volcanes (deslavado de sus laderas y transportado por los vientos), se acumula en los puntos más bajos de la cuenca.

La cuenca se limita por el norte, de oeste a este, por los cerros de Sincoque, San Sebastián, Xalpan y Hueipoxtla, sierra de Tezontlalpan, cerro de Acayucan y sierra de Pachuca. Por el sur, de este a oeste, por el volcán Popocatépetl, sierra Chichinautzin, sierra del Ajusco y el monte de las Cruces. Por el este, de norte a sur, la sierra de Pachuca, cerro Tecajete, cerro San Gabriel

Xihuínco, cerro Tlalzalan, cerro Tláloc, cerro Telapon, cerro Papayo y los volcanes Iztaccíhuatl y Popocatepetl. Finalmente, por el oeste, de norte a sur, sierra de Tepetzotlán, el monte Bajo, monte Alto y sierra de las Cruces.

Los sitios con mayor elevación dentro de la cuenca, muchos de ellos resultado de los desprendimientos de las formaciones circundantes, constituyen las vertientes internas, siendo de norte a sur: la loma de España, los cerros Cuaqueme, Xoloc, Paula, sierra de Pitos, cerro Gordo de Chiconautla, sierra de Guadalupe, cerros de Chiquihuite, de la Magdalena, de la Estrella, de Chimalhuacán, de la Caldera, de Santa Catarina, del Pino, el Texolotl, el Ajusco y el Teuhtli. Por lo anterior el área que contiene la Ciudad de México, es comúnmente referida como valle de México, al encontrarse parcialmente dividida por distintos cerros a lo largo de la misma.

El valle de México representa el 0.1% de la superficie del país, colinda al norte, este y oeste con el estado de México y al sur con el estado de Morelos. Su parte más alta corresponde al cerro La Cruz del Marqués (Ajusco), con una altitud de 3,930 msnm (metros sobre el nivel del mar), su parte más baja es el cerro de Chapultepec con 2,280 msnm. Su clima predominante es templado subhúmedo con lluvias en verano, manteniendo una temperatura promedio anual de 15°C, la mayor parte de sus 700 milímetros de lluvia anual se concentran en pequeñas tormentas que se presentan entre junio y septiembre.

Dentro de su área se localizan las regiones hidrológicas Lerma-Santiago, Balsas y Pánuco, al tiempo que cuenta con los afluentes, Los Remedios, Tacubaya, Becerra, Santo Desierto, San Buenaventura y La Magdalena. Los ríos Mixcoac, Churubusco, La Piedad, Consulado se encuentran entubados. De su superficie el 13.20% es utilizado para agricultura, cuenta con un 19.01% de bosques y 5.40% de pastizales, el restante 62.39% corresponde al territorio urbano.

### **I.1.3.- Geología general.**

La cuenca de México constituye un gran vaso natural azolvado, depositándose en él los productos de erosión derivados de las dos grandes Sierras laterales y la Sierra de Pachuca, que se eleva en la cola del vaso, así como las cenizas de los numerosos volcanes al sur, activos en los últimos 100,000 años. La enorme cortina natural que represa el vaso fue la Sierra Chichinautzin que se extiende entre la Sierra de Zempoala en el oeste y las bases del Popocatepetl en el este, apoyándose en el centro del macizo Tepozteco. La cuenca, se conforma durante los últimos 50 millones de años, los cuales para su estudio se han dividido en siete fases, que se muestran a continuación, resultado de procesos geológicos, volcánicos y tectónicos que se inician en el Terciario Medio, a mediados del Oligoceno.

#### Cuadro tectónico mayor

De acuerdo a los conocimientos actuales, puede fijarse que el comienzo de la subducción de la Placa de Cocos en el Pacífico, debajo de la masa continental meridional de México da origen a la Fosa de Acapulco, punto principal, desde entonces, de la elevada sismicidad del sur de México y enseguida el levantamiento de la Mesa Central meridional. La placa al hundirse hasta una profundidad de unos 100 km en el manto superior produce una primera franja volcánica representada entre otras por las vulcanitas en el área de Temascaltepec, Taxco, Iguala y probablemente Oaxaca. Posteriormente, posiblemente por un cambio en el ángulo de subducción (ángulo más suave), la disolución de la placa produce los magmas que constituyen a partir del Mioceno Medio el gran conjunto de rocas volcánicas que forman la moderna Faja Volcánica Transmexicana. Es en el centro de dicha franja en que se sitúa la Cuenca de México.

## Las Formaciones

Simplificando, es posible reconocer las siguientes formaciones dentro de la Cuenca de México:

- Calizas marinas del Cretácico, plegadas en el Eoceno inferior.
- Formación el Morro.
- Formación Xochiltepec (con Tepozteco)
- Grupo de las Sierras Menores (Grupo Pachuca)
- Grupo de las Sierras Mayores.
- Grupo Chichinautzin.
- Relleno Cuaternario.

Para describir la geología del suroeste de la cuenca de México, que es precisamente el espacio en que se encuentra la ciudad de México, basta con emplear las cinco últimas formaciones o grupos citados.

### *Mioceno Medio*

El basamento volcánico del Terciario Medio de la Cuenca de México, es representado por la formación Xochiltepec, que esta afectada por dos sistemas de fracturas y fallas.

Uno, el más antiguo, corre del suroeste al noreste; el otro subsecuente, corre del sureste al noroeste. Ambos sistemas crean hundimientos escalonados, así como fosas y pilares. El fracturamiento suroeste-noreste está caracterizado por la falla Apan-Tlaloc que afecta en su prolongación al sur al Tepozteco. El fracturamiento sureste-noroeste esta señalado por el alineamiento Popocatépetl-Cerro de Chimalhuacán y Sierra de Guadalupe.

Ambos fracturamientos, que forman una equis, probablemente son el resultado de esfuerzos producidos en el Terciario por movimientos laterales de la Placa de Cocos e hinchamientos al crearse la Faja Volcánica.

### *Mioceno Superior*

A fines del Mioceno se forman las Sierras de Pachuca, Tepetzotlán, de Guadalupe, del Patlachique y de Tepozán. Consisten en estrato-volcanes menores y medianos de composición andesítica y dacítica así como de domos esencialmente dacíticos. Están ligados a fosas individuales. Así la Sierra de Guadalupe, está relacionada con una fosa dirigida al este - sureste, delimitada al sur por le Cerro de Santa Isabel. La Sierra de Tepetzotlán obedece a un control, tectónico dirigido al norte-noreste y a un segundo dirigido al este - sureste. La Sierra de Pachuca, se sitúa en un graben dirigido al sureste. El conjunto de estas Sierras constituye el Grupo de las Sierras Menores.

### *Plioceno Inferior*

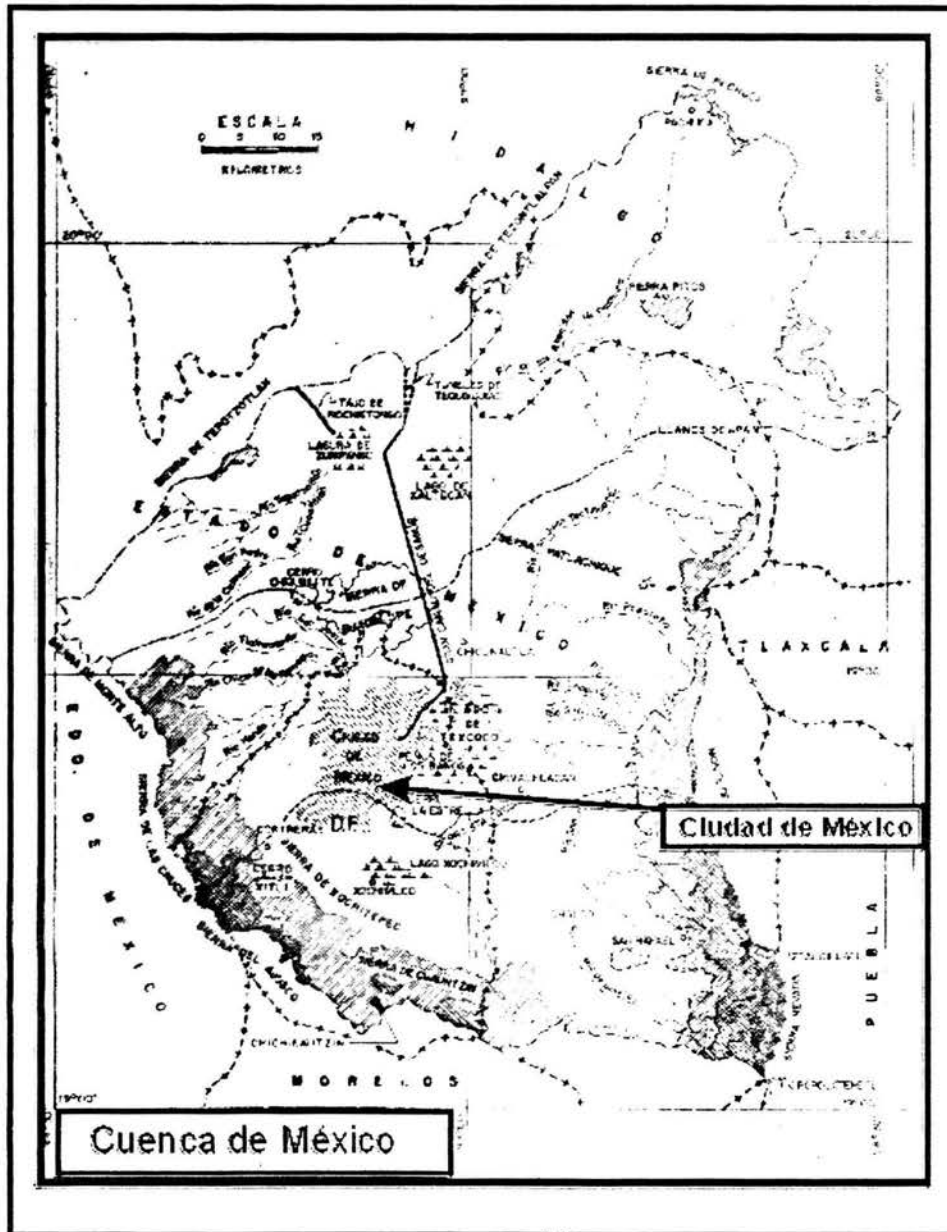
Se crean las elevadas Sierras al este y oeste de la cuenca de México, la de las Cruces y la de la Sierra Nevada. Estas Sierras, esencialmente de lavas porfiroandesíticas, son producto de numerosos estrato-volcanes mayores de prodigiosa eruptividad. La formación Tarango, consistente en piroclastos depositados a los pies de estas Sierras.

Ambas, Sierra de la Cruces y la Sierra Nevada, constituyen alineamientos dirigidos al norte-noroeste. En el caso de la Sierra de las Cruces es posible considerarla una prolongación al sur-sureste de un prominente alineamiento de fallas que provienen del área de Querétaro. En el caso de la Sierra Nevada tal correlación no puede hacerse fácilmente.



El control tectónico de ambas Sierras Mayores es doble, debido a fracturamientos dirigidos al noroeste y al noreste. Ambos formando fosas y pilares también. El fracturamiento dirigido al noroeste afecta claramente la Sierra de Salazar, mientras que subsecuentemente el fracturamiento dirigido al noreste, afecta la Sierra de las Palmas, muy visiblemente en la barranca de Contreras.

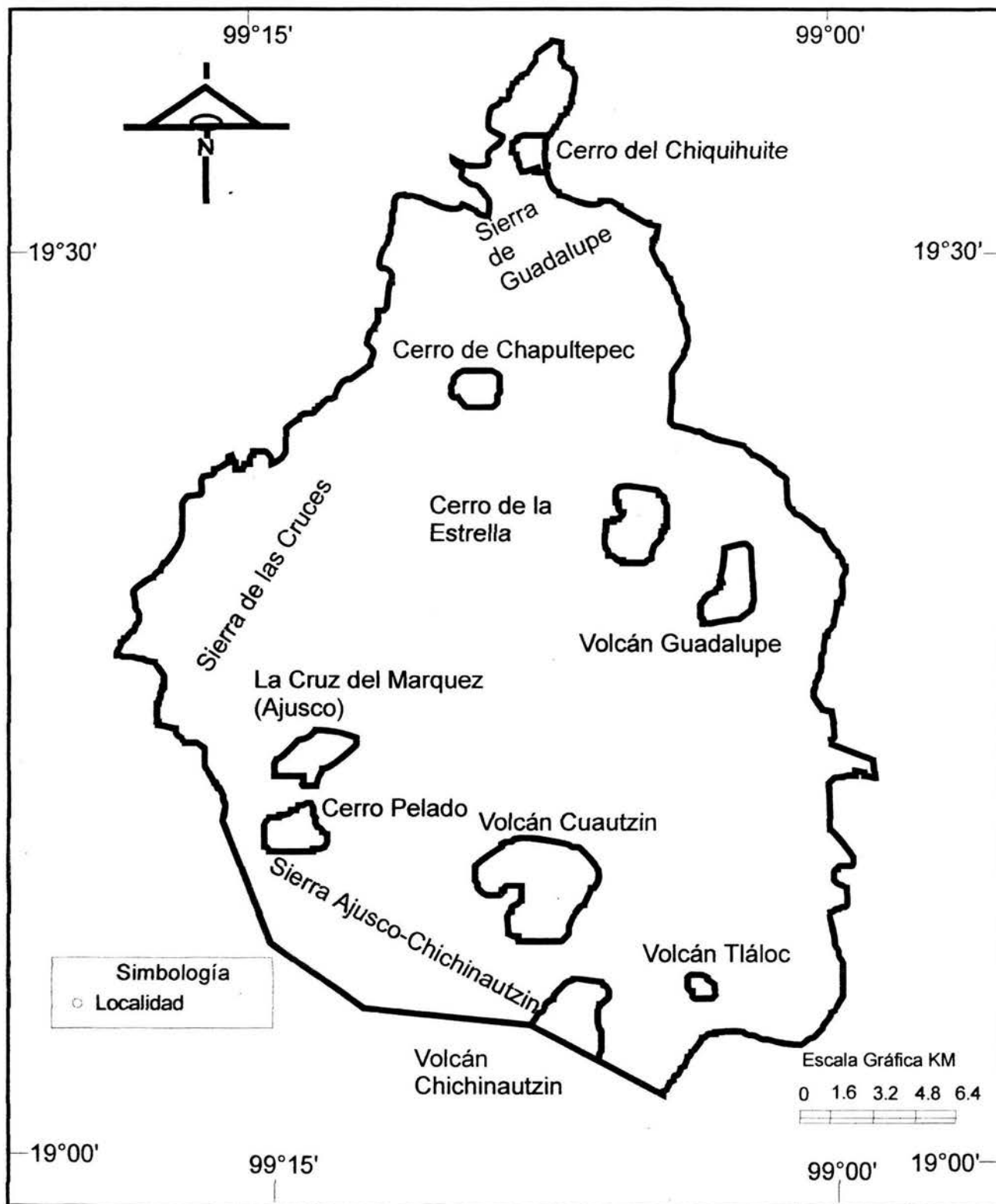
También debe ser contemporánea la prominente falla, visible en las fotografías de satélite, que se extiende desde el Nevado de Toluca hasta el área de Villa del Carbón que afecta la Sierrita de Toluca, con una caída de unos 150 m al sureste.



Fuente: El Subsuelo de la Ciudad de México, Marsal y Mazari.

Fig 1.1 Ubicación de la "Cuenca de México"

# Geografía



Fuente: INEGI, Carta Topográfica, 1 : 50 000.

**Fig 1.2** Mapa geográfico del Distrito Federal

### *Red de Volcanes del Plio-Cuaternario*

Durante este tiempo continúan erupciones en las cumbres de las grandes Sierras, formando a menudo domos andesíticos y dacíticos. Al mismo tiempo se desarrolla la red fluvial que drena hacia el Alto Amacuzac en el espacio entre las dos Sierras elevadas comprendidas hasta Pachuca. Es posible reconstruir dos valles, el mayor drenando al área de Cuernavaca y el menor al área de Cuautla.

En el sureste de la futura cuenca de México, la evidencia morfológica, así como datos derivados de los pozos, permiten reconstruir al pie de las Lomas, entre el cerro de Chapultepec en el oeste y el Peñón de los Baños en el este, un valle importante que corre desde la Sierra de Zempoala y el Tepozteco. Debajo de Xochimilco este valle sepultado acusa una profundidad erosional de unos 700 m. El mencionado valle recibía cuatro importantes afluentes: en el norte el río Hondo, en el centro los ríos Mixcoac, Contreras y en el sur el río Ajusco sepultado hoy por las lavas. Al conjunto se unían en el espacio situado entre el Peñón de los Baños y el Cerro de la Estrella un gran valle proveniente del noreste y que aportaba las aguas de la zona de Pachuca.

### *Plioceno Superior y Cuaternario*

Hacia fines del Plioceno cambia el régimen tectónico. Se forman fracturas dirigidas esencialmente norte - oeste en la zona de la Malinche al norte de Toluca. Sin embargo, en el espacio intermedio de la Cuenca de México esta familia de fracturas sufre una ligera deflexión, manteniendo una dirección oeste-suroeste.

Uno de los primeros productos de este vulcanismo es probablemente el Cerro del Ajusco. Se trata del alineamiento caracterizado por la Sierra de Santa Catarina, aunque repetido en numerosas hileras de conos de Tezontle en la cumbre de la Sierra Chichinautzin.

Este tectonismo da origen primero a andesitas, enseguida a andesitas basálticas y finalmente en el Cuaternario Superior abre paso a las grandes masas de basaltos que constituyen la mencionada Sierra Chichinautzin, con un volumen aproximado de 1000 km<sup>3</sup> de lava. Esta Sierra, caracterizada en la superficie por más de 120 conos cineríticos, cierra la cuenca de México.

### *El Relleno Cuaternario de la Cuenca*

Las erupciones de la Sierra Chichinautzin se producen en los últimos 700,000 años. Una vez cerrado el espacio entre el Popocatepetl y la Sierra de Zempoala en el sur y las cabeceras del sistema hidrográfico por Pachuca en el norte, éste se fue azolvando rápidamente. Cada río que desciende de las Sierras forma hacia las partes profundas de la cuenca un abanico de deyección de clásticos que guarda semejanza con un delta fluvial. Así es posible suponer en el subsuelo del futuro espacio de la Ciudad de México potentes abanicos de gravas y arenas formados por el río Hondo, el río Mixcoac, el río Contreras y el río fósil del Ajusco (por estar sepultado en lavas).

En otras partes de la cuenca, el río de las Avenidas de Pachuca, el río de Cuautitlán, el río de Teotihuacan y el río de la Compañía, para no mencionar más que los mayores, forman también deltas importantes. Las partes centrales de la cuenca alejadas de los bordes, eventualmente se llenan con depósitos limo-arenosos, los cuales se interestratifican con suelos y capas de cenizas y pómez provenientes de las erupciones volcánicas originadas principalmente en el sur. A medida que se rellenan más y más en la cuenca aparecen lagos, principalmente en las partes centrales bajas y en el sur. Finalmente en las épocas glaciares de los últimos 100,000 años, y debido a las lluvias abundantes se forman cuerpos de agua importantes, que a veces se unen en un solo gran lago.

Con relación a los lagos del Pleistoceno y recientes, puede establecerse una división en dos:

- a) Lagos formados en partes bajas, que constituyen vasos de evaporación y por ello son salobres; se trata de los lagos de Xaltocan y Texcoco.
- b) Lagos que se forman al pie de la Sierra Chichinautzin, que son nutridos continuamente por manantiales prolíficos y por ello son de agua dulce.

El antiguo lago de Tenochtitlán representa un caso intermedio, siendo casi siempre de agua dulce debido a los manantiales de Chapultepec y Tlalpan y a las importantes aportaciones de arroyos de las Lomas.

Sin embargo, su límite oriental con el lago de Texcoco es siempre dinámico, avanzando y retrocediendo las aguas salobres del último de acuerdo con el régimen de lluvias.

Dependiendo de las condiciones climáticas, húmedas o secas, glaciales o interglaciales, los lagos crecen o se reducen.

Así los depósitos lacustres dentro de la cuenca, por el área al noroeste de Chimalhuacán, alcanzan un espesor de 70 a 80 m. Tal espesor va disminuyendo al este y al oeste, acusando debajo del zócalo unos 60 m y desapareciendo al pie de las Lomas de Chapultepec.

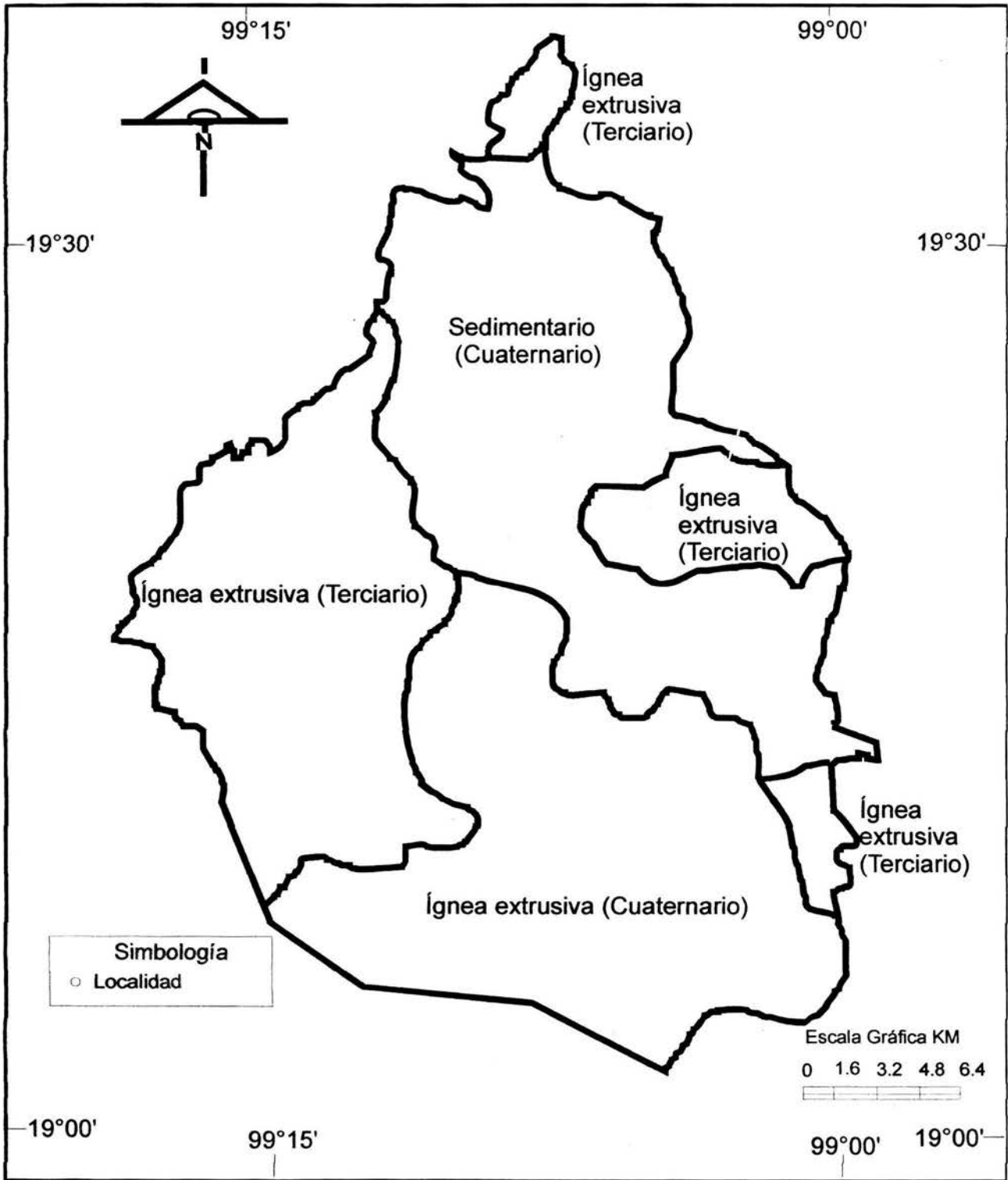
Intercalados en la formación de arcillas lacustres aparece entre 30 y 40 m una capa dura debajo de gran parte de la Ciudad de México, la cual desaparece hacia el centro del vaso de Texcoco. Esta capa es testigo de una época seca en la que se reducen considerablemente los lagos centrales.

Es posible establecer para el relleno Cuaternario de la Cuenca de México, las siguientes seis reglas que rigen su estratigrafía:

- Su sedimentación es de tipo irregular debido a su formación en ambiente continental.
- A partir de los abanicos volcánicos se puede notar en el relleno aluvial una transición de clásticos que varía de gruesos a finos a medida que uno se acerca al centro de la cuenca.
- En el sur de la cuenca, el contacto entre los basaltos y los depósitos aluviales y lacustres es abrupto ya que los basaltos nunca bajaron arroyos que transportaban clásticos. Esto se debe a la gran permeabilidad de las formaciones basálticas que provocan la súbita infiltración de las lluvias.
- En el centro de la cuenca se depositaron arenas finas, limos y arcillas, en vista de que hasta aquí los arroyos solamente podían transportar material muy fino, el canal se mezclaba con los depósitos de tolvaneras originadas en las Sierras.
- Los lagos centrales fueron salobres por formarse en vasos de evaporación. En ellos se depositaron debido a las aportaciones de aguas lodosas, arcillas floculadas ricas en agua.
- Por lo contrario, en los lagos de Chalco y Xochimilco, que se extendían a los pies de la esponja basáltica del Chichinautzin y que eran de agua dulce y limpia, las arcillas depositadas eran más escasas. En estos lagos abundaban las turbas.
- Debido a la gran actividad volcánica originada en el sur de la cuenca, los depósitos en la región de Chalco y Xochimilco cuentan con gruesas capas de cenizas basálticas y estratos de pómez.
- Cenizas basálticas y estratos de pómez escasean en la parte central y norte de la Cuenca.



# Geología



Fuente: CGSNEGI, Carta Geológica, 1 : 250 000.

**Fig 1.3** Mapa geológico del Distrito federal

Actualmente los depósitos de arcillas lacustres superficiales cubren el 23% de las elevaciones menos pronunciadas del valle. Los depósitos aparecen en formaciones divididas, por lo que se conoce como "capa dura". Compuesta principalmente de sedimentos, arena y silicatos.

La capa dura se localiza entre los 10 y 40 metros de profundidad y sólo tiene unos cuantos metros de espesor. A las capas de arcilla lacustres superficiales que alcanzan una profundidad de 100 metros se les denomina acuitardo, y son considerablemente menos permeables que la capa dura o los sedimentos aluviales subyacentes.

Al explotarse el agua del subsuelo, la capa dura da origen a los primeros pozos artesianos. El relleno aluvial se encuentra por debajo de las arcillas lacustres y tiene un espesor de 100 a 500 metros. Este material está interestratificado con depósitos de basalto que juntos abarcan la porción sur del acuífero principal en explotaciones.

Otra unidad inferior del acuífero compuesta por depósitos volcánicos estratificados que tienen de 100 a 600 metros de espesor, alcanza una profundidad que va de los 500 hasta los 1000 metros, aproximadamente. Esta unidad más profunda está limitada por un depósito de arcillas lacustres.

La zona sur del valle se encuentra caracterizada por una gran extensión cubierta por derrames de lavas sobrepuestos con numerosos aparatos volcánicos.

Las principales unidades geomorfológicas de la zona son:

- Remanentes de sistemas volcánicos antiguos que afloran varias localidades aisladas del interior de la cuenca.
- Altas Sierras volcánicas terciarias oriental y occidental.
- Abanicos aluviales plio-pleistocénicos que cubren la base de las Sierras mencionadas, interestratificados con lodo y capas de ceniza.
- El complejo volcánico del Plioceno superior y del Cuaternario, también los aparatos volcánicos juveniles, conos cineríticos y escoriáceos asociados con el complejo o esparcidos en el interior de la cuenca.
- Depósitos lacustres del Cuaternario que cubren grandes extensiones.

Por lo tanto, observamos que la secuencia estratigráfica de la región consiste en rocas volcánicas, depósitos aluviales, fluviales y lacustres del terciario y cuaternario, que sobreyacen a rocas calcáreas del cretácico.

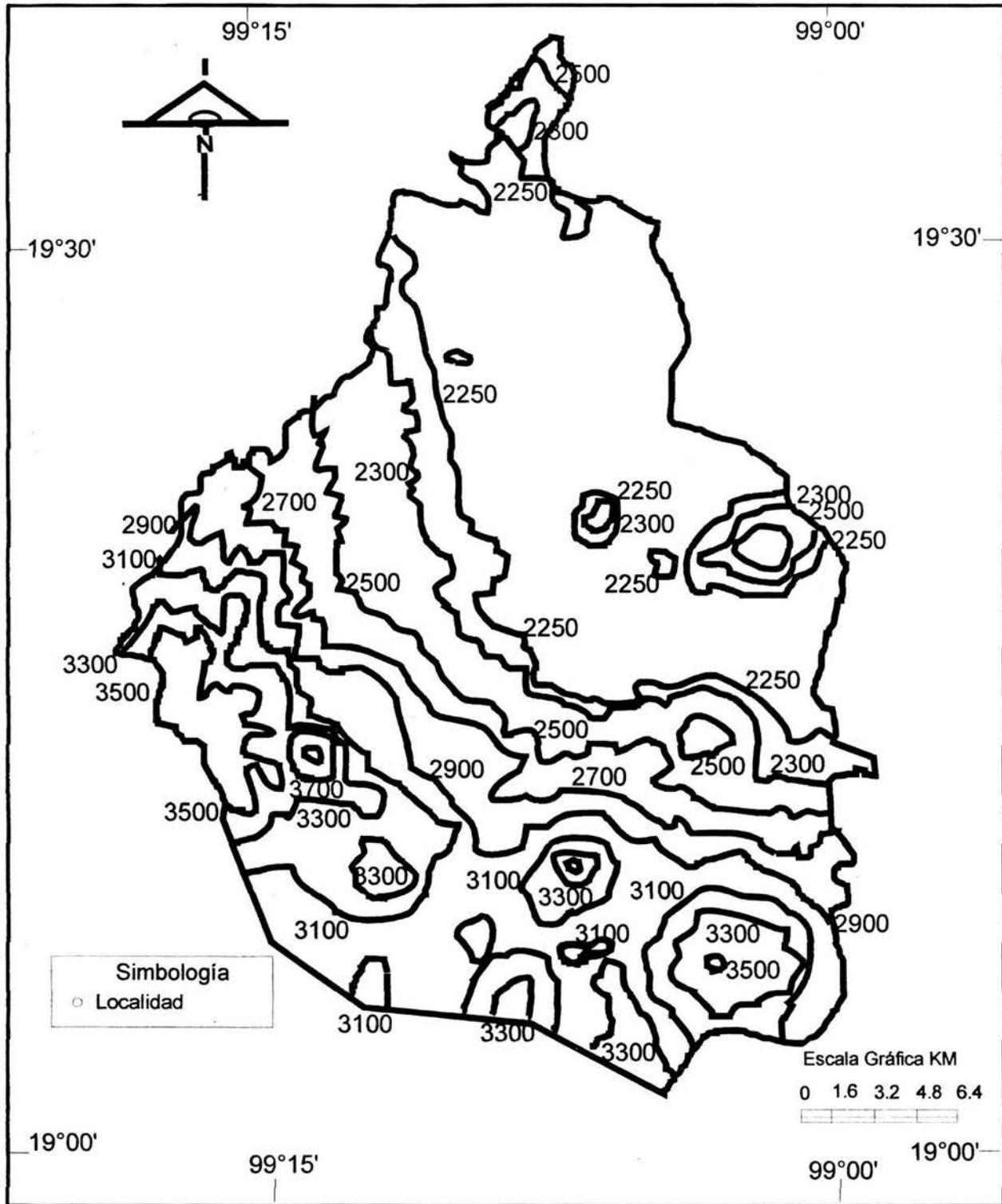
#### **I.1.4.- Topografía.**

La cuenca de México se ha conformado en los últimos 50 millones de años, producto de intensa actividad volcánica asociada a numerosos hundimientos tectónicos. En los últimos 700 mil años, la actividad volcánica se manifiesta en el sur del Valle, con erupciones lávicas de la sierra Chichinautzin.

La erosión de las laderas por arrastre pluvial y fluvial, así como la deposición eólica, se acumula en las barrancas regularizando el abrupto paisaje a través de procesos alternos de hundimiento, erosión y rellenamiento, que sepultaron la compleja topografía existente.

Actualmente el relieve del valle de México se conforma por una mitad norte plana, con una altitud superior a 2,200 msnm interrumpida por pequeñas elevaciones y al sur y oeste el terreno se eleva en la región conocida como "Las Lomas" hasta grandes alturas de más de 3,900 msnm, como la sierra del Ajusco, en la zona meridional, que lo separa del valle de Cuernavaca, y la sierra de las Cruces.

# Topografía



Fuente: INEGI, Carta Topográfica, 1 : 250 000.

**Fig 1.4** Mapa topográfico del Distrito Federal

El área sur del valle, a su vez pertenece a la Altiplanicie Neovolcánica, cuenta hacia el norte y este, con terreno plano con alturas de 2,240 msnm que son terrenos planos con pendientes muy suaves en las cuales anteriormente se asentaron los lagos de Xochimilco y Chalco; los límites al suroeste son las montañas de la sierra de las Cruces y Zempoala y al sur la sierra Chichinautzin, la parte sureste del valle esta limitada por las sierras Nevada y Río Frío por lo que la mayor parte del terreno cuenta con fuertes pendientes.

Los cerros más importantes en la zona, de acuerdo a su altitud, son:

• Xico	2350 msnm
• Tehualqui	2400 msnm
• Xaltepetl	2500 msnm
• De la Caldera	2500 msnm
• Tehuil	2700 msnm
• Del Pino	2750 msnm
• Del Peñón	2800 msnm
• Tenayo	2900 msnm
• Aguacatepec	2950 msnm
• Xitle	3050 msnm
• Dos Cerros	3050 msnm
• Oyameyo	3300 msnm
• Del Guarda	3300 msnm
• Chichinautzin	3500 msnm
• Ocapiaxco	3500 msnm
• Pelado	3600 msnm
• Tilcuayo	3600 msnm
• Tláloc	3650 msnm
• Ajusco	3900 msnm

### I.1.5.- Hidrografía.

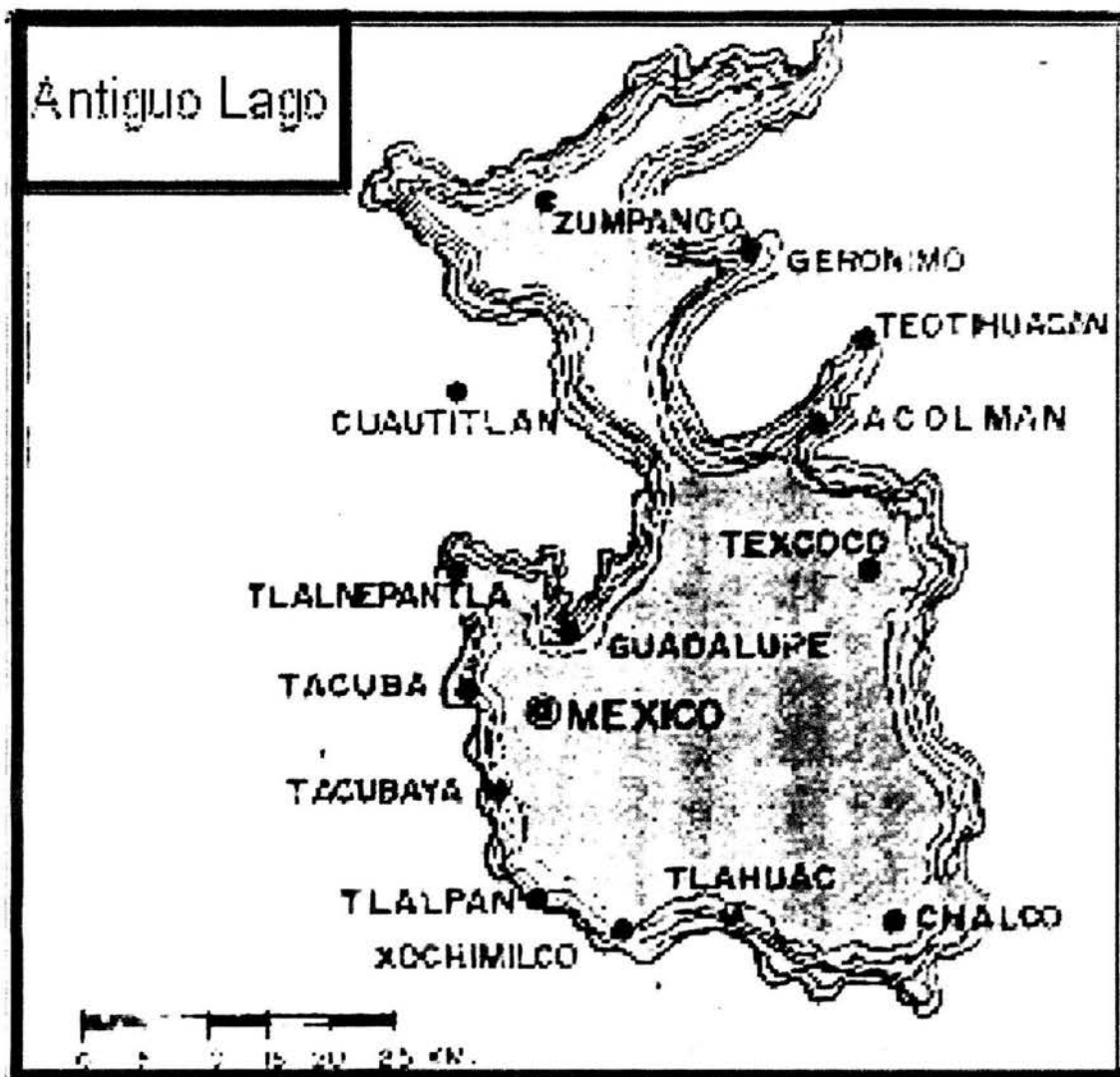
En la época prehispánica, dentro de la Cuenca de México siete lagos con variada altimetría y embalse son conocidos. Tres de ellos al norte, independientes, los restantes Zumpango, Xaltocan, Texcoco y Chalco dependientes entre sí.

En la parte media del sector centro-sur de la cuenca, el lago salobre de Texcoco, el de mayor amplitud; al norte del mismo, Zumpango y Xaltocan, también salobres y al sur Chalco, de agua dulce, cuyos espejos tienen un nivel de 1.5, 2.9 y 2.5 m respectivamente por sobre el de Texcoco, al cual están comunicados y sobre el cual vierten sus excedentes. A la llegada de los españoles, gran parte de la cuenca de México es una región lacustre (**Fig 1.5.1**), la ciudad de Tenochtitlán se halla en la laguna de agua dulce, separada de la salada por un albaradón construido por Netzahualcóyotl en la época de Moctezuma Ilhuicamina. Ambas, ciudad y laguna, se encuentran en un sitio del Lago de Texcoco. Al sur y separado por el dique de Mexicaltzingo, el lago de Xochimilco, a su vez separado del de Chalco por el dique de Cuicláhuac.

El Lago de Texcoco es el lugar, a partir del cual el terreno asciende hacia los cuatro puntos cardinales, por lo que todas las aguas llovedizas o provenientes de ríos y manantiales concurren necesariamente hacia este vaso. Por su parte en el lago de Chalco desaguan los ríos Tenango, Tlalmanalco y arroyo de San José, alimentados por muchos arroyos que descienden de los cerros Tecama y Papayo y de los volcanes Iztaccíhuatl y Popocatépetl.

Los ríos y los arroyos que alimentan el lago de Texcoco nacen en las sierras Tláloc y Telapón; siendo de Coatepec, Santa Mónica, San Bernardino Chapingo, Texcoco, Magdalena, Papalotla, Coxacoaco y Teotihuacán; por el sureste bajan los ríos de San Francisco y San Rafael.

Al norte de las sierras mencionadas existe una sucesión de lomas que se unen con la sierra de Pachuca, donde tiene su origen el río Papalote, de cuyo torrente se forma la laguna de Apan. El Papalote corre por un lomerío hasta llegar al cerro Gordo que divide la vertiente; por el este, el río Teotihuacán desemboca en el lago de Texcoco. El Papalote, al final de su trayecto, se convierte en el río de las Avenidas de Pachuca y desagua en la laguna de Zumpango.



Fuente: El Subsuelo del Valle de México, Marsal y Mazari.

Fig 1.5.1 Antiguo lago de México

La mayor vía hidráulica es el río Cuautitlán que nace en las estribaciones de la serranía del poniente, y tiene como afluentes los ríos Tepetzotlán, Guadalupe y el río Grande. Este río alimentaba parte de la laguna de Zumpango, conocida como Coyotepec, la que a su vez se separa por el dique de la Cruz del Rey, de la del Citlaltepec.



Por el poniente, el lago de Texcoco recibe las aguas del río Guadalupe, que se forman del río los Remedios y del Tlanepantla. En la cordillera del Ajusco nace el río de San Juan de Dios y San Buenaventura que termina en el lago de Xochimilco.

Las fuentes de recarga del agua subterránea de la cuenca se derivan en mayor medida por las precipitaciones infiltradas y de la nieve derretida en las montañas y los cerros que rodean al valle; éste flujo se desplazaba en forma de una corriente subterránea hacia las zonas menos elevadas, la corriente origina numerosos manantiales al pie de las montañas así como pozos en el valle.

Actualmente los cauces que se conservan sin entubar pertenecen a los ríos que se conservan en zonas montañosas; dentro de la zona sur del valle encontramos los causes del río San Buenaventura, río Eslava, río Magdalena el cual cruza la delegación Magdalena Contreras, el río San Ángel Inn que capta algunos manantiales como los de San Bartolo Ameyalco y distintos escurrimientos, el río Puente Colorado y el puerta grande los cuales se juntan en la Presa Tarango dentro de la delegación Álvaro Obregón.

Además encontramos como cauces secundarios los canales de Apatlaco, Chalco, General, Nacional, Cuemanco así como la presa Anzaldo, Canutillo y los canales y porciones de los lagos de Zumpango, Texcoco y Xochimilco.

### **I.1.6.- Desarrollo urbano.**

La presencia humana en la cuenca se remonta a 25 mil años A.C. (aproximadamente) fecha que puede mas o menos determinarse por los hallazgos dejados en localidades como Chimalhuacan, Chicoloapan, Atepehuacan. Los patrones de ocupación de la cuenca se transforman, así a los años 7,000 a 2,000 A.C. se caracterizan por cambios drásticos en la vida de los pueblos, que desde cazadores hasta habitantes de las primeras capitales regionales, marcan su desarrollo en el largo proceso agrícola.

Hacia el año 5,000 A.C. las comunidades humanas asentadas en las riberas de los lagos alcanzan ya una vida totalmente sedentaria. Pescan, cazan aves migratorias y animales de los bosques cercanos, practican una horticultura incipiente, de ese modo hacia el tercer milenio de nuestra era, se dan en la cuenca profundas transformaciones tecnoeconómicas.

Se identifican ya varias plantas cultivadas además del maíz, frijol, calabaza, se inicia la manufactura de cerámica, se intensifica el intercambio con comunidades vecinas, elementos del avance económico y cultural que sientan las bases de la nueva civilización mesoamericana.

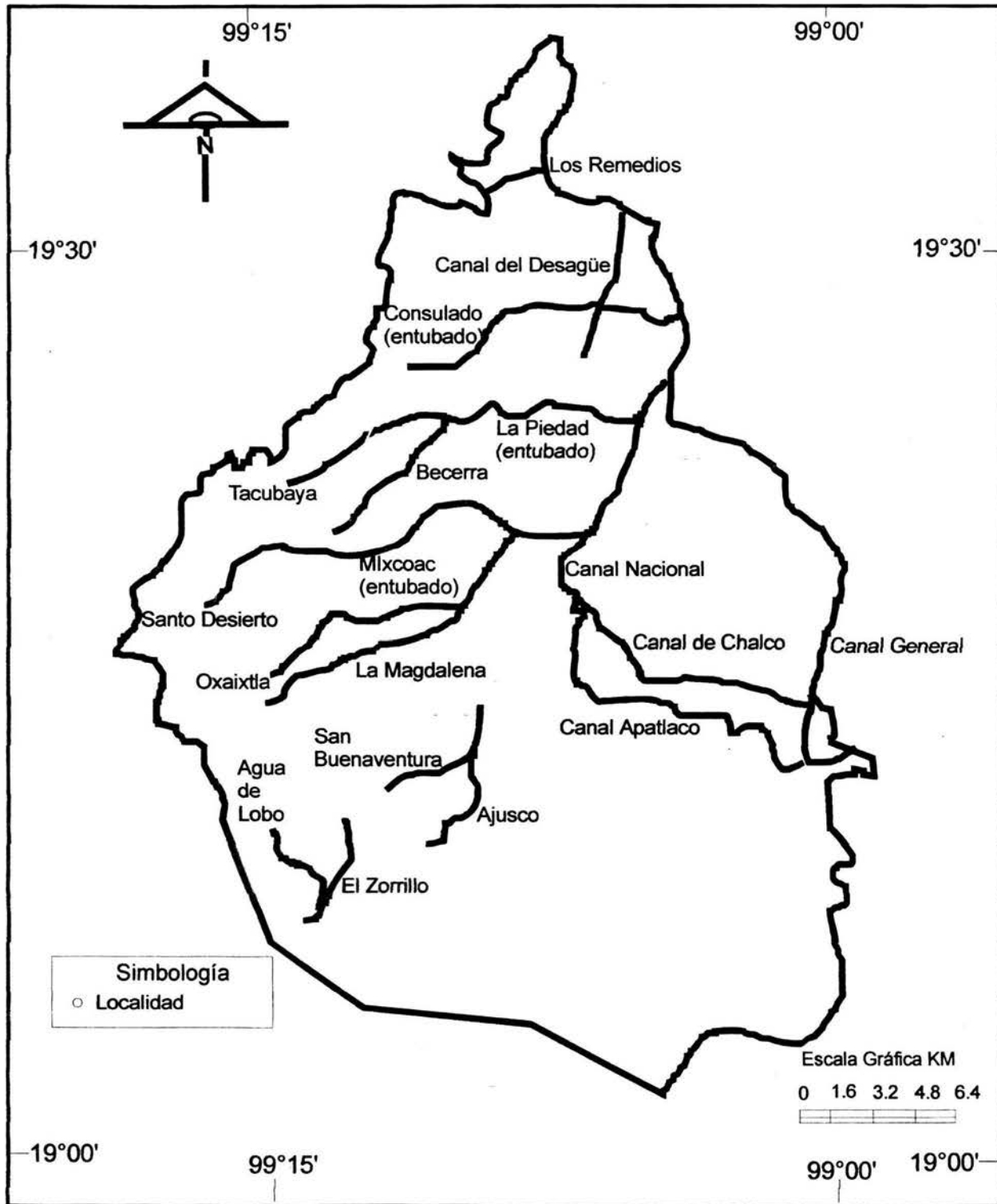
#### *Periodo Formativo Temprano ( 1500 -1150 A.C.)*

La cuenca de México se habita por una población distribuida en 19 sitios, 12 de ellos clasificados como caseríos, tres pequeñas aldeas, dos aldeas grandes y otros tres núcleos de población de tamaño intermedio; Coapexco, Tlapacoya y Tlatilco. (Fig 1.6.1)

En las mesetas aluviales (2600 m) de Coapexco reside casi la mitad de la población, muy cerca del ancho desfiladero de la sierra del Ajusco hacia Morelos, no es aventurado identificar a Coapexco como el lugar donde se inicia la colonización de la cuenca; el hábitat de pocas heladas, buena temperatura y precipitación pluvial, resulta ideal para la producción agrícola, este hecho permite a los habitantes de Morelos adelantarse demográfica y culturalmente, es decir, propició el aumento de población y estimuló la migración hacia zonas más elevadas de la cuenca.

Entre 1300 y 1150 A.C. algunos sitios como Coapexco son abandonados, mientras Tlacopaya continúa siendo una aldea pequeña y Tlatilco crece, al tiempo que Tulyehualco se convierte en una aldea bastante grande.

# Hidrografía



Fuente: INEGI, Carta Hidrológica de Aguas superficiales, 1 : 250 000.

**Fig 1.5.2** Mapa hidrográfico del Distrito Federal

### *Formativo medio ( 1150 – 650 A.C.)*

El periodo se caracteriza por una importante explosión demográfica. No sólo aumenta el número de aldeas sino el tamaño, algunas con aproximadamente mil habitantes y se multiplican también los caseríos hacia el valle de Teotihuacán. La mayoría de los asentamientos se encuentran en la parte suroccidental de la cuenca, mientras que en la región sur, las aldeas se localizan en terrenos aluviales de piedemonte bajo y medio.

La distancia entre una aldea y otra se acorta, principalmente con referencia a las de mayor tamaño e importancia.

La población de la cuenca es tres veces mayor que el periodo anterior, observándose elevaciones piramidales de aproximadamente cinco metros de altura en algunos asentamientos. Se establece una jerarquización por sitios caseríos, aldeas grandes y centros regionales. En este nivel destacan seis sitios, uno de ellos Cuicuilco en la parte suroccidental de la cuenca, habitado probablemente por 5,000 ó 10,000 personas. La explosión demográfica de la cuenca durante este periodo es más rápida y sustancial en el este y sureste; la parte occidental y central no tiene una explosión significativa; y en el norte, es casi nula.

Surgen nuevas ocupaciones en el piedemonte alto y en las tierras altas aluviales, especialmente en el cerro Chiconquiaco al sur-occidente de la cuenca. Asimismo se observan poblaciones recientes al este del lago de Texcoco, en tierras pantanosas.

### *Formativo tardío (650 – 300 A.C.)*

Mientras tanto, la región de Texcoco aumenta considerablemente su población, distribuida en varias aldeas situadas en la parte del piedemonte.

Los mayores cambios se registran en el valle de Teotihuacán, sitio que ha permanecido al margen de la cuenca, con baja densidad de población y comunidades pequeñas. No obstante cobra gran importancia regional que primero consolidó, expandió y después mantuvo por otros 1000 años. Teotihuacán se convierte rápidamente en un centro regional grande de aproximadamente 60 km<sup>2</sup> con una población entre 20,000 y 40,000 habitantes. Pero en otros sitios, al occidente de la cuenca, como en Cucutitlán-Tenayuca, se registran durante esta misma fase cambios trascendentales; por una parte la población se reduce considerablemente y por otra, la mayoría de la población restante, se concentra en un pequeño centro regional erigido en tierra de aluvión, mientras que en algunos lugares como Zumpango, Temazcalpa y Pachuca, al norte de la cuenca, se asientan, por vez primera, núcleos de habitantes. **(Fig 1.6.2)**

### *Formativo terminal (300 – 100 A.C.)*

El número de habitantes se duplica respecto al periodo anterior y se hacen presentes centros regionales muy grandes en Tezoyuca, y en el valle de Teotihuacán.

*Cuicuilco alcanza mayor tamaño con templos de plataformas masivas de hasta 80 m de diámetro y 20 m de altura, ocupando aproximadamente 400 hectáreas y contando con unos 20 mil habitantes o más. Solamente Teotihuacán se le compara.*

### *Formativo Final ( 100 A.C. – 100 D. C.)*

La población de la cuenca experimenta el cambio más drástico de su ocupación, de acuerdo con cálculos la población es, en primera apreciación, de unos 30,000 habitantes, cifra que sube a



45,000 y alcanza finalmente 60,000 en una superficie de 20 km<sup>2</sup> esto solo en Teotihuacán. (Fig 1.6.3) Conforme a los estudios realizados en la región de Temazcalpa, orilla norte del valle, la población rural no excede los 1000 habitantes, repartidos en 30 caseríos, la mayoría de ellos habitados por una sola familia en un área de 150 km<sup>2</sup>. Se señala una población de más de 1,000 habitantes en la región de Texcoco – Iztapalapa en torno a un centro ceremonial de gran tamaño, pero aislado, mientras que en Cuautitlán se nota un importante descenso de población respecto al periodo anterior.

Todos estos datos señalan que la población de la cuenca, fuera de Teotihuacán, no sobrepasa los 15,000 habitantes. La mayor parte de la población (80%-90%) se encuentra en Teotihuacán, que fue definitivamente un foco de atracción de población tanto por su monumentalidad como por su planeación y su estructura urbana.

### *El Clásico (300 – 750 D. C.)*

Teotihuacán se forma por 10 centros provinciales, 17 aldeas grandes, siete pequeñas, 149 recintos ceremoniales pequeños aislados, dos recintos ceremoniales grandes, cuatro sitios indeterminados, una cantera de obsidiana en Otumba y Pachuca, una cantera de grava y muchas otras para extraer diversos materiales utilizados en la construcción, además de varios yacimientos de sal. Los patrones de población durante el clásico en la cuenca registran importantes contrastes como el cambio de ocupación de sur a norte, seguramente por la atracción de Teotihuacán pero también una reducida tasa de incremento poblacional en otros sitios fuera de él.

Por otra parte, hay cuatro zonas de asentamientos durante el clásico, posiblemente cada una de ellas relacionada con diferentes recursos:

Zona 1.- incluye Teotihuacán, conformada por las secciones baja y media del valle de Teotihuacán, la sierra de Patlachique y la mitad norte de la región de Texcoco, en esta zona se sugiere la ubicación de agricultores al servicio de Teotihuacán.

Zona 2.- comprende diversas áreas de la porción central de la cuenca, con asentamientos rurales relativamente importantes y asentamientos individuales grandes, como en la región de Tenayuca, Tacuba, Cuautitlán, Temazcalpa y a la orilla norte y superior del valle de Teotihuacán. La población de las zonas 1 y 2 era aproximadamente de 65,000 habitantes, las zonas 3 y 4 Chalco-Xochimilco e Iztapalapa y región de Texcoco, tienen en cambio una población bastante más baja que el periodo anterior. La cuenca y sus recursos se encuentran directamente controlados por Teotihuacán.

### *Postclásico Temprano – Tolteca Temprano ( 750 – 950 D.C.)*

Teotihuacán ha reducido su tamaño. La parte norte de la cuenca esta habitada por tres grupos bien definidos: Teotihuacán, grupo Cuautitlán y Zumpango. Los tres separados por áreas prácticamente vacías De aproximadamente 10 a 20 km. El grupo del valle de Teotihuacán es el mayor en tamaño y habitantes. Situada en la ribera del lago, alrededor de la sierra de Guadalupe, y al norte de la región de Tacuba, el grupo Guadalupe tiene una mayor continuidad de ocupación con unos 20 mil habitantes, mientras el grupo Zumpango, fuera del valle de México es el agrupamiento más pequeño.

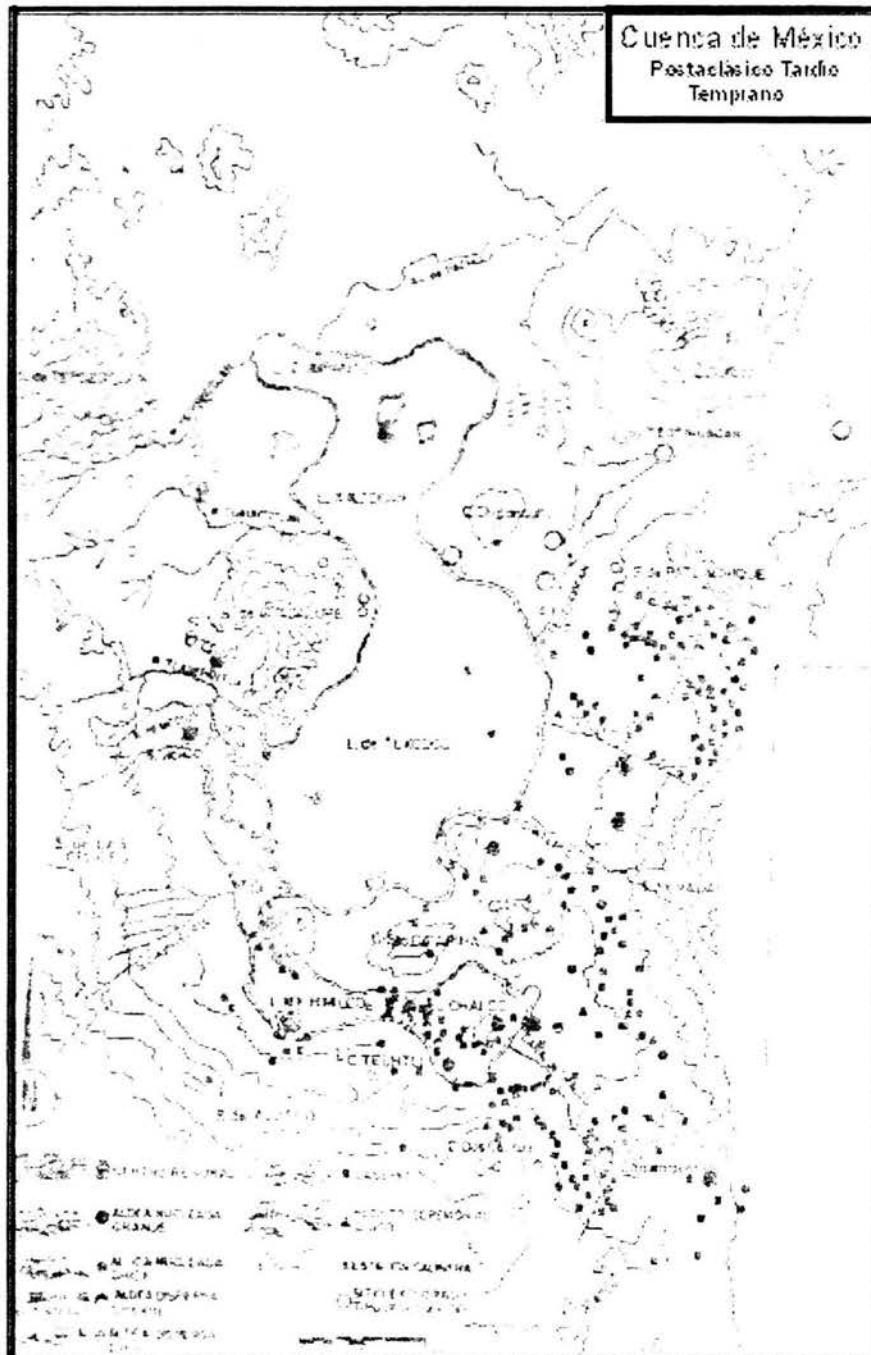






### Postclásico Temprano – Tolteca Tardío ( 950 – 1150 D.C.)

Según la mayoría de los relatos, la gran ciudad tolteca de Tula es la capital sociopolítica del centro de México. Durante esta fase, la parte sur de la cuenca es la menos poblada (15 habitantes por km<sup>2</sup>), mientras que la del norte es mayor, 45 habitantes por km<sup>2</sup>, en sitios como Teotihuacán, Temazcalpa, Zumpango y Cuautitlán – Tenayuca.



Fuente. Mari Carmen Serra Puche

**Fig 1.6.4** Cuenca de México periodo Postclásico Tardío Temprano





### *Postclásico Tardío – Azteca Temprano (1150 – 1350 D.C.)*

La historia legendaria acerca de la caída de Tula y que se escribe durante la conquista española, describe a Tula como uno de los principales centros a mediados del siglo XII. (Fig 1.6.4) Heladas, sequías, cosechas no logradas e invasiones Chichimecas del norte acompañan la caída de aquella ciudad, debido a las rupturas políticas a finales del siglo XIV grandes porciones de la cuenca cayeron bajo el dominio de Azcapotzalco y Texcoco.

Durante este periodo la ocupación de la cuenca cambia de norte a sur, el cual se encuentra más densamente poblado alrededor de los lagos Chalco – Xochimilco, donde sobresalen sitios como Culhuacan, Xochimilco, Cuiclahuac, Mixquic, Chalco, Xico y más hacia el sureste, Amecameca.

Es posible que la población de todos estos sitios, excepto Chalco, sobrepase los 5,000 habitantes, pues probablemente estos lugares funcionan como centros regionales.

Se observa que los asentamientos durante este periodo son discontinuos, solamente Teotihuacán y Xico conservaron asentamientos propios del Postclásico Temprano, y se convierten en importantes comunidades de la época tardía.

Al principio de este periodo se desarrolla una serie de pequeñas comunidades con un centro regional de tamaño modesto: Teotihuacán, Xaltocan, y Cuautitlán en la parte norte de la cuenca; Azcapotzalco-Tenayuca, Cuatlinchán, Xochimilco, Cuiclahuac, Mixquic, Chalco-Xico, Tlalmanalco, Amecameca e Iztapalapa hacia el sur.

Aproximadamente el 20% de la población reside en Tenochtitlan – Tlatelolco con núcleos de población densos, con “suburbios” o periferias más dispersos, se calcula que más de 400 mil personas habitan en un área de 600 km<sup>2</sup> en el piedemonte y zona de aluvión, así como en la región lacustre, desde la sierra de Guadalupe hasta la sierra del Ajusco. (Fig 1.6.5)

### *Postclásico Tardío – Azteca Tardío ( 1350 – 1519 D.C.)*

Esa zona incluía Tenayuca, Azcapotzalco, Tacuba, Coyoacan, Mexicalcingo, Huichilopoxco, Ixtapalapa, Culhuacan y Xochimilco.

Para el pueblo mexica, la fundación de la Ciudad de México Tenochtitlan se remonta a 1324 a.c en un pequeño islote del señorío tepaneca de Azcapotzalco. Los mexicas debieron edificar su ciudad en aquel islote, a pesar de las restricciones políticas y constante sojuzgamiento por parte de Azcapotzalco, así como el permanente problema del agua potable, la falta de tierras cultivables e inundaciones de agua salada del lago de Texcoco en época de lluvias.

### *Época Actual*

Bajo el mando del conquistador Hernán Cortés, la ciudad de Tenochtitlan es destruida y se construye una nueva ciudad sobre las ruinas del antiguo centro prehispánico. La Ciudad de México llega a ser la capital de todas las provincias, configurando el virreinato de la Nueva España, la ciudad adquiere un carácter medieval debido a la necesidad de minerales y protección al comercio español, la ciudad se rodea de barrios que conservan nexos con pueblos ribereños (al poniente, en terreno duro y con acceso a manantiales), todos estos poblados por indígenas.

En 1810 inicia la independencia de México, culminando ésta once años después con la entrada triunfal a la Ciudad de México de Agustín de Iturbide acompañado del virrey Juan O'Donojú. El Distrito Federal es establecido como lugar de residencia de los poderes federales del país por la Constitución de 1824, sufriendo con el paso del tiempo ampliaciones y cambios que lo definirían primeramente en un compuesto por la Ciudad de México y 12 municipalidades

circundantes: Azcapotzalco, Coyoacán, Cuajimalpa, Gustavo A. Madero, Iztacalco, Iztapalapa, Magdalena Contreras, Milpa Alta, Álvaro Obregón, Tláhuac, Tlalpan y Xochimilco.

Durante los años de la revolución de 1910 la ciudad cerrada concluye su ciclo, dando lugar a una incipiente ciudad industrial que en vez de murallas y garitas ya obedece a la división del trabajo industrial y su infraestructura ferrocarrilera, estos dos últimos factores determinan la forma en que la ciudad abandona la retícula y sigue la vía del ferrocarril, con ellos se genera la ciudad abierta la cual convive con el sistema de haciendas formadas sobre los restos de barrios y recursos agrícolas; desaparecen los restos del sistema hidráulico (canales y diques), se construyen ya vasos de almacenamiento en Chalco para dar lugar a la extracción de agua del subsuelo en la misma ciudad.

La ciudad abierta devora primero a los barrios indígenas y después a los pueblos ribereños, no hay ciudad; hay aglomeración. La ciudad crece en su periferia; la estructura de asentamientos humanos existentes hasta entonces se destruye.

Para 1910 se tienen 962 ha de área urbana, se establecen las colonias; La Roma (hoy Roma Norte), se inicia la colonia Juárez; la Escandón principió ligada a Tacubaya. La tendencia de Crecimiento es hacia el poniente, en ambos lados de la calzada México-Tacuba, a partir del Río Consulado y hasta Tacuba.

Hacia 1918 la superficie urbana es de 2,154 ha; El crecimiento se da principalmente hacia el poniente y sureste, sobre las actuales avenidas México Tacuba, Eje Central, Paseo de la Reforma, Av. Revolución, creando las actuales colonias Popotla y San Miguel Chapultepec. El bosque de Chapultepec se une a la Ciudad por las colonias Juárez, Roma Norte, la Condesa e Hipódromo de la Condesa creadas al lado sur de Paseo de la Reforma, lado retirado del Lago de Texcoco y no sujeto a peligro de inundaciones además poseía una vegetación abundante.

También hacia el norte la ciudad crece, formándose la colonia Peralvillo y la Exhipódromo de Peralvillo. En la parte oriente, la ciudad permanece casi sin desarrollo a pesar de encontrarse en sus límites edificios como la Escuela de Tiro y la Penitenciaría, creándose únicamente la Colonia Morelos. Las condiciones topográficas del terreno y el medio ambiente hacían esta zona poco atractiva para la fundación de nuevas colonias; a un lado del lago de Texcoco, era más susceptible de inundaciones, además presentaba llanuras áridas y desagradables, los vientos arrastraban el olor de la putrefacción de los desechos de la ciudad. A lo largo de la década de 1920 la industria se incrementa con la construcción de fábricas, surgen nuevos barrios y zonas habitacionales; en 1928 se lleva a cabo una reforma que suprime las municipalidades existentes y las convierte en delegaciones; las cuatro en que se dividió a la Ciudad (Miguel Hidalgo, Benito Juárez, Cuauhtémoc y Venustiano Carranza) y las doce en que se convirtieron las municipalidades circundantes; un total, entonces, de 16 delegaciones.

En 1929 el área urbana es de 6,262 ha (hectáreas); la tendencia de crecimiento de la ciudad hacia el norte, llega a unirla con la Villa de Guadalupe, creándose las colonias Tepeyac, Insurgentes, Industrial Vallejo y San Simón Tolnáhuac y en la Villa se dan las colonias de Martín Carrera y la de Aragón.

Por el oriente, la ciudad comienza a crecer sobre el ex-lago de Texcoco, por las colonias Moctezuma y Progresista. El mayor desplazamiento de la ciudad en esta época es por el lado sur, sobre la calzada de Tlalpan formando un corredor urbano que llegaba cerca del Río de Churubusco, se crean las colonias: Obrera, Algarín, Buenos Aires y Roma Sur teniendo como límite el Río de la Piedad, se inicia la colonia del Valle, ubicada al sur del río de la Piedad. Hacia el poniente la mancha urbana crecía por las colonias Tlaxpana, Anáhuac y Legaria; la colonia Cuauhtémoc se da al norte del Paseo de la Reforma y pegada al Bosque de Chapultepec, lo mismo que la colonia de las Lomas de Chapultepec. A partir de 1930 gracias a la introducción del automóvil, la ciudad crece en mayor medida, los automovilistas pueden ahora viajar a



Xochimilco o Texcoco; entre 1930 y 1940 se construyen carreteras que intercomunican puntos considerados distantes como: Iztapalapa, Tláhuac, Xochimilco, Tlalpan, etc. Para 1941 la ciudad cuenta con un área urbana de 9,928 ha. Hacia el norte, la mancha urbana rebasa el río Consulado, también se forman las colonias Emiliano Zapata, Mártires de Río Blanco, La Joya, Nueva Tenochtitlan, 1ª y 2ª sección de Gertrudis Sánchez; la mancha urbana rebasa el Gran Canal en su extremo oriente.

Al sur, la mancha urbana se une con la delegación Coyoacán por medio de los corredores urbanos formados sobre la actual Av. Revolución y la Calzada de Tlalpan. Para 1941 los Viveros de Coyoacán ya se encuentran casi urbanizados en su rededor.

En esta región sur, al unirse con Coyoacán por medio de los corredores urbanos, se forman grandes zonas baldías en lo que hoy es la delegación Benito Juárez. Hacia el poniente la mancha urbana casi no aumentó, al parecer, el bosque de Chapultepec sirvió como límite. En la delegación Azcapotzalco comienza a darse un corredor urbano hacia el oeste formado por las colonias El Barrio de Santo Domingo, La Pecisosa y Las Trancas.

En 1950 la superficie urbanizada es de 9,000 ha, principia la conurbación con el Estado de México. Del lado norte en la delegación Gustavo A. Madero se dan las colonias Triunfo de la República, la Dinamita, Gabriel Hernández, Panamericana y su ampliación. En Azcapotzalco se crean las colonias: Nueva Santa María, Santa Cruz, de las Salinas, Potrero de Llano y Santiago Ahuizotla. La zona industrial decretada como tal en 1942, ya empieza a industrializarse sobre las calles de Norte 45 y Caguacaizingo; entre 1945 y 1950 la imagen de la ciudad se transforma de manera definitiva adaptándose al automóvil (con la construcción del viaducto Miguel Alemán), los pasos a desnivel se adoptan en la década de los cincuenta.

En 1946 el aeropuerto se encuentra en los terrenos llamados Balbuena, limitado en su lado norte por la Calzada Ignacio Zaragoza, en 1950 el aeropuerto Internacional se ubica en donde esta actualmente. En la delegación Iztacalco solamente existían Santa Anita y parte de la Nueva Santa Anita. En Iztapalapa se inician las colonias Sector Popular, Escuadrón 201 y Héroes de Churubusco, la colonia del Valle crece un poco más, quedando aún grandes baldíos limitados al sur por río Churubusco y Río Mixcoac, en la delegación Coyoacán, el área urbana de todas sus colinas crece hacia el sur en forma rectangular, la ciudad Universitaria por estas fechas ya se encuentra en construcción.

El lado poniente de la ciudad aumenta por la construcción de zonas residenciales como Chapultepec Morales, Bosque de Chapultepec, Polanco Reforma y Chapultepec Polanco.

En 1950 se llegan a tener 11,500 ha de área urbana. Hacia el norte en la delegación Gustavo A. Madero, el área urbana rebasa los límites con el D.F, dándose las colonias Aragón, Santa Coleta, San Pedro el Chico, zona industrial Granjas Modernas y aparece el Instituto Politécnico Nacional en Zacatenco; más al norte, pero separadas de la mancha urbana están Ticomán, Progreso Nacional, Santa Rosa.

En la zona de Azcapotzalco observamos que la zona industrial Vallejo y de las Salinas ya esta ocupada por industrias en un 40%, dándose también el rastro de Ferrería. Hacia el oriente se observan las colonias Industrial, Puerto Aéreo, la Federal, Parte de la Ciudad Deportiva Magdalena Mixhuca con el Velódromo Olímpico, se inicia la colonia Jardín Balbuena; en la delegación Iztacalco aparece la mayor parte de la ciudad deportiva con el palacio de los deportes, Autódromo Hermanos Rodríguez, las colonias Viaducto Piedad, Ramos Millán, la Agrícola Oriental y Pantitlán. En Iztapalapa se crean las colonias Granjas San Antonio y los Cipreses, se une el pueblo de Iztapalapa con la mancha urbana. La mayor expansión sigue siendo hacia el sur con las colonias del Valle y Letrán Valle. En Coyoacán se inician las colonias Prados Churubusco, Campestre Churubusco, Educación; Xotepingo, el Rosario, el Reloj. El

costado sur de la delegación Álvaro Obregón se ocupa casi en su totalidad por la colonia residencial Jardines del Pedregal.

En los pueblos de Tlalpan y Xochimilco la expansión es mínima; en la delegación Magdalena Contreras empieza a desarrollarse la colonia San Francisco, en Tláhuac y Milpa Alta se conservan áreas urbanas sin expansión.

Hacia el poniente, las colonias existentes crecen más sobre todo Lomas de Chapultepec. En la delegación Álvaro Obregón comienzan las colonias Las Águilas y Olivar del Conde.

En la década de los setenta se incluye en el medio urbano un nuevo medio de transporte, el Sistema de Transporte Colectivo "Metro", gracias a los diversos factores mencionados la ciudad tiene un crecimiento constante y acelerado de población por lo que conforma una de las metrópolis más grandes del mundo, en la cual se concentra aproximadamente el 20% de la población nacional y el 50% de la actividad industrial. El área urbana es de 33,721 ha. Al norte por la delegación Azcapotzalco la zona Vallejo Industrial se satura totalmente. En la delegación Gustavo A. Madero se da principio a las colonias 25 de Julio., Campestre Aragón, San Juan de Aragón y la Cuchilla El Tesoro.

Hacia el oriente se expande la ciudad ocupando grandes baldíos urbanos. Por el sur, la ciudad aumenta su área urbana por las colonias de Santa Cruz Atoyac y Emperadores. En la delegación Tláhuac, sobre la calzada México Tulyehualco, nacen las colonias de la Nopalera, Santiago Zapotitlán, Ojo de Agua, Santa Cecilia y Barrio San Miguel. En la delegación Coyoacán, las colonias Copilco, Universidad, Barrio Oxtopulco, Copilco el Bajo, Pedregal de San Francisco y se amplía la Ciudad Universitaria. En la delegación Tlalpan, Unidad Habitacional Narciso Mendoza y Vergel del Sur, ampliándose las colonias La Joya, Torres Tlalpan y Villa Tlalpan, de igual forma se amplían las colonias La Fama y Miguel Hidalgo. En la parte sur de la delegación Álvaro Obregón, se unen las colonias Jardines del Pedregal con Héroes de Padierna y San Francisco. En la delegación de Xochimilco comienzan Ampliación de San Marcos, La Asunción y Concepción Tlacoapa. Las delegaciones de Milpa Alta, Magdalena Contreras y Cuajimalpa se conservan como pueblos rurales. El lado poniente de la ciudad crece muy poco. En parte de la delegación Miguel Hidalgo, la unidad habitacional popular Lomas de Sotelo y la Colonia Periodista.

A inicios de los 70 se delimita la zona de veda por la curva 2.350 m sobre el nivel del mar, con una superficie aproximada de 75,600 ha, la superficie urbana de la ciudad es de 56,655 ha. En esta época se ocupan grandes vacíos urbanos. Hacia el norte, la delegación Azcapotzalco se urbaniza totalmente en su costado poniente. En la delegación Gustavo A. Madero se satura todo vacío urbano obligando la urbanización a la cuesta de los cerros.

Hacia el oriente en la delegación de Iztacalco principian las colonias Benito Juárez, Jardines Teomán e Iztacalco INFONAVIT; con estas tres colonias, la delegación queda saturada. Al sur de la ciudad formado por las delegaciones de Coyoacán, Magdalena Contreras, Tlalpan, Xochimilco y Milpa Alta, la superficie crece ocupando grandes espacios urbanos y en zonas no urbanizables. En la delegación Álvaro Obregón se anexa el pueblo de San Jerónimo Lídice, el pueblo de Magdalena Contreras se une con San Nicolás Tololapan. En la delegación Tlalpan se inicia la construcción de Fuentes del Pedregal, Santa Úrsula Xitla, el pueblo de Tlapan se une con el barrio de San Fernando.

Hacia el Poniente la expansión y tendencia de crecimiento es limitada debido a las barrancas ubicadas al pies de la cuesta de la sierra de las cruces, formadas por numerosos cauces de ríos. Cuajimalpa es cruzada por la carretera México-Toluca, el pueblo de Cuajimalpa se expande sin llegarse a unir con el área urbana. En Miguel Hidalgo se crean pocas colonias quedando saturada el área de la delegación, las colonias creadas son Lomas de Bezares, Real de las Lomas, Bosques de las Lomas y Residencial Militar.

**Falta página**

**N° 26**

Este sistema que abastecía las poblaciones de Tacubaya y Mixcoac, cuenta con dos tanques de regularización con capacidad de 2,000 y 1,000 metros cúbicos respectivamente.

Las aguas de otros manantiales de la misma región sustraían 220 litros por segundo a los pueblos de la delegaciones Álvaro Obregón y de Magdalena Contreras, por medio de los acueductos de San Bartolo y Hueyatla. En la región noroeste, del río Tlalnepantla se disponía de una derivación para suministrar agua a la Colonia Gustavo A. Madero.

2. Sur, formado por la sierra del Ajusco, constituye el medio de alimentación de los manantiales de Xochimilco, pero la formación misma del terreno, impide el nacimiento del agua, por lo que algunas poblaciones situadas en esta sierra, no disponen de este líquido y los transportan desde Xochimilco por medio de mulas. De los manantiales de esta población se suministra al antiguo centro de la ciudad, parte de Tacubaya y la colonia Gustavo A. Madero. Estos manantiales eran los siguientes: la Noria, con una producción de 370 litros por segundo, Nativitas con 750, Santa Cruz con 600; San Luis producía 1,280 y los pozos artesianos que producían 255 litros por segundo; éstos se ubicaban en el derecho de vía del acueducto, en las inmediaciones de la planta de la Condesa; en ella, su sistema cuenta con bombas que elevan el agua a una altura de 57 metros, depositándola en cuatro tanques cubiertos de 55,000 metros cúbicos cada uno. En ese año (1933) se estima que con 2,000 metros cúbicos de agua se abastece a 600,000 habitantes, consumiendo 363 litros por habitante en 11 horas de servicio por día.

3. Chapultepec, los manantiales del Bosque de Chapultepec solamente dan servicio al mismo bosque.

En 1933 se inicia la construcción de los colectores 12 y 14 al sur de la ciudad para sanear las colonias: Moderna, Postal, Narvarte, Del Valle, Tacubaya, San Pedro de los Pinos.

En 1935 concluye la construcción en el norte de la Ciudad del colector número 9, con una extensión de 7,500 metros para la sanidad de las colonias Maza, Valle Gómez, Vallejo, Ampliación Vallejo, Peralvillo y ex hipódromo de Peralvillo. El colector número 10 con una longitud de 5,000 metros saneaba las colonias ubicadas al sur sureste del centro de la ciudad como la Obrera Sur, Buenos Aires, Roma Sur y Condesa.

Se construyen redes de atarjeas en todas las colonias ya mencionadas y se amplían o mejoraron las que se inician con anterioridad. Se construyen en forma particular las redes de atarjeas en las colonias Moderna y Nativitas, los Álamos, Moctezuma, Cuahutémoc y en los fraccionamientos Estrella e Hipódromo Chapultepec. Se construyen 45 km de atarjeas y se reconstruyen 21 km.

### 1940-1950

El agua extraída de Xochimilco es insuficiente para atender la población, por tal motivo, en marzo de 1942, se inician las obras del Río Lerma.

En 1942 se termina la construcción del colector número 11 y de los subcolectores que tienen por objeto sanear la zona norte y poniente de la ciudad. Se concluye el sistema de saneamiento de las regiones de Tacubaya y Mixcoac, con la construcción de los subcolectores y redes de atarjeas correspondientes. Las obras de saneamiento, al igual que las de abastecimiento de agua potable continúan. En la parte sur de la ciudad, se cuenta con un conducto ligado al gran canal que no es suficiente para drenar las zonas de Mixcoac, Villa Obregón, Coyoacán, Tlalpan y



Xochimilco, por lo que es necesario un conducto que recibiera todas las aguas negras de esos lugares y las lleve al Gran Canal.

Se amplía la capacidad de conducto y se prolonga más al sur, cerca al pueblo de Tepepan. Esta obra llamada Prolongación Sur del Gran Canal de Desagüe, no solamente recibe desechos de las zonas que se han mencionado, sino que también evita las inundaciones que en los años de mayor precipitación pluvial acontecen, en lo que toca a Xochimilco, se abren al servicio dos zonas de atarjeas que no funcionaban precisamente por falta de un canal general de desagüe.

El río Consulado se entuba desde su nacimiento hasta el cruce de la calzada de Nonoalco. De 1943 a 1944 se inician los trabajos de drenaje de los terrenos de la antigua Hacienda de Xico, hoy ejidos de Tláhuac, Mixquic, Tlaltenco, Ixtayopan y Tulyehualco, se continúan los trabajos en el túnel de Tequisquiác, con una excavación de 6,880 m lineales correspondientes al período que se menciona.

Las obras de control de los ríos Mixcoac, Becerra y Tacubaya, se llevan a cabo para desviar aguas hacia río hondo. De esta manera se logra el funcionamiento del sistema oriente.

En 1945 finaliza la construcción del colector número 16 para sanear las colonias del Valle, Independencia y Nativitas; los colectores número 24 y 26 para el saneamiento de Coyoacán; el colector número 13 para servir a la población de Gustavo A. Madero y se terminan los subcolectores de Laguna y Términos y Ejército Nacional, de la región de Tacuba; se construyen 125,400 m de colectores.

De 1946 a 1952 se da la construcción del sistema de bombeo de Xotepingo, la habilitación de 33 pozos artesianos para capturar 2,000 litros por segundo y el tendido de 538,722 metros de tubería para la distribución de agua potable, incluyendo diversos pueblos de varias delegaciones y colonias. Se amplía la red de subcolectores, se construyen 7,613 pozos de visitas sobre atarjeas y colectores y 10,500 coladeras pluviales; con objeto de mantener un nivel constante en los lagos de Xochimilco, Tláhuac y Mixquic, se desvía el río Churubusco, se construyen cárcamos y plantas de bombeo de aguas negras en diferentes puntos de la ciudad.

### 1950-1960

Para el control de inundaciones se construyen 4 presas en las barrancas de Becerra y Tacubaya, se entuba el río Mixcoac en 1,500 m y 7 nuevos colectores, sus bombas y dos tanques de regularización, son instalados.

Se elevan los bordes del Gran Canal, se construyen 30,000 metros de atarjeas con 70,000 metros de tubería y se desazolva el alcantarillado. Se construyen 4 vasos reguladores con capacidad total de tres y medio millones de metros cúbicos, que esperan y almacenan las aguas del río de los Remedios, regularizándolas y logrando que escurran por el cauce sin peligro de desbordamiento. La obra más importante es el interceptor construido en el poniente de la ciudad partiendo de río Magdalena en Villa Obregón, terminando en el río de los Remedios a la Altura de Naucalpan, con longitud de 16,700 m y diámetro de 4 m con capacidad de 24 m<sup>3</sup> por segundo, se drenan 5,000 ha, se desahogaban los colectores de la parte plana de la ciudad y el Gran Canal y se convertían en colectores los cauces de los ríos Consulado, la Piedad y Churubusco. Queda también concluido el colector número 15, con longitud de 16,500 m que beneficia la zona sureste, incluyendo nueve colonias proletarias, se entuban los ríos de la Magdalena y Consulado.

### 1960-1970

Buscando beneficio desde punto de vista vial y mejoramiento sanitario se entuban ríos y cauces en los tramos: el río de San Juan de Dios, 620 m de su cauce corresponden a Tlalpan,



así se lleva a cabo la entubación y dragado del canal de Miramontes en 1,700 m frente a la Unidad Habitacional Villa Coapa. El río de Tacubaya se entuba en el tramo que une la plaza de ese nombre y la calle de Faisán de la Colonia Pino Suárez; y en el río donde cruza el anillo periférico, en el punto de contacto con la avenida del Conscripto y río San Ángel conocido también como río Tizapán o río Chico.

De 1966 a 1970 se realizan las obras de 21 tanques de regularización, en la red primaria de agua se tienden más de 67,640 km de tubería y en la red secundaria más de 443,683 km. Las adaptaciones principales de 1952 a 1966 consisten en ampliar la red de colectores en 520 km y 2,900 km de atarjeas, además se obliga a la instalación de 29 plantas de bombeo ubicadas en diversas zonas de la ciudad.

Entre los kilómetros 0 y 7 del Gran Canal se construyen y amplían las plantas de bombeo hasta lograr una capacidad de 173 m<sup>3</sup> por segundo. Este sistema de bombeo se intercala con la red de alcantarillado y en la descarga de los colectores al Gran Canal de Desagüe, que era el único emisor con que contaba para las eliminaciones de las aguas negras y pluviales de la capital. Este sistema de bombeo resulta inoperante por los altos costos de mantenimiento; así como la descarga de aguas negras que se hacía al lago de Texcoco a través del río Churubusco, y el agua que se recoge de la parte alta de la ciudad por medio del interceptor poniente, son alivios que ayudan pero no resuelven el problema. El Gran Canal no tenía capacidad para recibir mayores caudales por sus condiciones precarias de estabilidad existiendo una amenaza de inundación en la ciudad.

En abril de 1967 se inicia la construcción del Drenaje Profundo.

### 1970-1980

El agua potable proviene de 11 fuentes distintas, entre las que se cuenta la aportación de la Comisión de Aguas del Valle de México: como el sistema Alto Lerma, Pozos municipales y sistema Peñón, sistema Mixquic-Xochimilco-Xotepingo, sistema Chiconautla, Pozos particulares, manantiales, ramal Teoloyucan y ramal los Reyes, ramal los Reyes-Ecatepec, sistema Pozos del sur, ramal Tláhuac-Netzahualcóyotl.

El drenaje profundo se inaugura en 1975 constituyendo la cuarta salida artificial de aguas de la Cuenca de México, se compone de dos interceptores oriente y central así como de un emisor central.

El interceptor oriente se inicia en el kilómetro 7 del Gran Canal descargando en la Lumbrera cero, que es un túnel de 5 m de diámetro con longitud de 10.3 km y una capacidad de conducción de 85 m<sup>3</sup>/seg; el interceptor central nace en el monumento a la Raza y descarga también en la Lumbrera cero, su longitud es de 7.9 km, un diámetro de 5 m y una capacidad de 90 m<sup>3</sup>/seg.

En el sistema desembocan los ríos de Los Remedios, Tlalnepantla, San Javier y parte del Gran Canal de Desagüe, que por su estado crítico ha estado sujeto a estricta vigilancia y reforzamiento continuo.

## Obras Principales

### 1900-1910

La ciudad cuenta con 30 edificios públicos del gobierno, 19 para la educación, 11 hospitales, 4 cárceles, 12 oficinas de telégrafos, 2 panteones, 11 mercados y el desembarcadero en el Canal de la Viga, 9 bancos, 54 hoteles, 6 teatros, 5 casinos, la catedral metropolitana, 14 parroquias, 37 iglesias, 4 templos evangélicos, 18 jardines públicos.

En 1905 entra en servicio el Hospital General, se constituye de 64 edificios, de los cuales 32 son pabellones y el resto servicios generales, clausurando los hospitales de San Andrés de Terceros, Maternidad, Infantil y Ginecología, se conserva el Hospital Juárez para presos y heridos. En 1908 se inaugura el edificio central de correo.

#### 1930-1940

Debido a la falta de áreas verdes, en 1934 se acondiciona el terreno arbolado del ex panteón de Santa Paula en la Calzada de la Piedad y el jardín Antonio M. Anza, con una extensión de 109,936.40 m<sup>2</sup>. En Insurgentes se hace necesaria la existencia de un parque, no solo para el embellecimiento de la zona, sino por los beneficios que llevaba consigo, creándose el parque Noche Buena de 110,544.30 m<sup>2</sup>.

En la planificación del lugar de San Jacinto como zona habitacional obrera, se incluye un extenso parque de 360,025.64 m<sup>2</sup> para el abasto de artículos de primera necesidad, ya existen en la ciudad 19 mercados.

Para los obreros, se construyen doscientas casas en la Hacienda de San Jacinto.

En 1935 las industrias tienden a ubicarse hacia el norte de la ciudad de México, colindando con la delegación Azcapotzalco y Gustavo A. Madero.

#### 1940-1950

En la colonia Álamo se construye un parque central con superficie de 33,000 m<sup>2</sup>. En Vista Alegre se construye, con la colaboración de los vecinos, el jardín Pipila con una superficie de 6,800 m<sup>2</sup>, en la colonia Michoacán se hace el parque Francisco I. Madero, con una superficie de 1,800 m<sup>2</sup>. En 1944 se construyen los mercados Melchor Ocampo, Álamos, Rebolledo, Monte Aron, Ramón Corona, Bugambilia y Roma Sur.

Entre 1944 y 1955 se terminan las construcciones: Escuela de la Purísima de San Juan Ixtayopan, en Tláhuac, Tulyehualco, en la colonia Romero Rubio y el centro escolar de San Juanico. Se construyen 6 edificios para los mismo fines, el centro escolar de Gustavo A. Madero, de la colonia del Gas, la colonia Magdalena Mixuca, la colonia Garza, San Salvador, Cuahutémoc y del Campo Militar Número Uno.

Se norman por primera vez las zonas industriales al publicarse en el diario oficial de la federación el 4 de febrero de 1941, el reglamento de zonificación industrial:

En las zonas I y IX se permite la industria general, con excepción de las que producen olores persistentes, emanaciones gaseosa y líquidos nocivos. La I se ubica en las colonias de Santa María Insurgentes, Atlampa, San Simón y Toluahuac, localizadas en la parte norte dentro de la ciudad, la zona número IX se ubica al oriente de la terminal de carga de Pantaco en la delegación Azcapotzalco.

En las zonas II y VI se permite la industria de la transformación de productos animales, la zona II se ubica en las actuales colonias de Felipe Ángeles y Nicolás Bravo, la VI en las colonias de Observatorio y Bellavista, en la delegación Álvaro Obregón.

En las zonas III se ubica en la parte oriente de la ciudad de México que corresponde al cuartel tres, aquí se permite la industria que no requería predios con una gran superficie, ni servicio de ferrocarril.

En la delegación Miguel Hidalgo, actualmente colonia Granada y parte de ampliación Popo, Ahuehuetes y la colonia Anáhuac, se localiza la zona industrial IV en la que se permiten los establecimientos industriales que no produjeran olores molestos, ruidos sensibles fuera de los propios locales, emanaciones de gases ni desechos líquidos nocivos.

La zona V localizada en la delegación de Álvaro Obregón, que comprende las colonias de Abraham González, Carola, 8 de Agosto y Lomas de Becerra, se destina a industrias afines o similares a las del cemento, Cal, yeso, etc.

En la zona VII ubicada en la delegación de Gustavo A. Madero, que comprende las actuales colonias de Guadalupe Tepeyac y 7 de Noviembre, se permiten los talleres mecánicos, plantas de montaje de automóviles, laboratorios, etc.

En la zona VIII se permiten los establecimientos industriales que producían emanaciones gaseosas y desechos líquidos nocivos; hoy se encuentran en ese lugar las colonias Granjas Modernas, Ampliación, San Juan de Aragón, Santa Coleta, D.M. Nacional y Héroes de Chapultepec.

La zona X se forma por fajas de 100 m de ancho, adyacentes a las barrancas y ríos en la parte oeste de la ciudad; ahí se permite la explotación de tabique.

La zona XI conformada por áreas en las que se lleva a cabo la explotación de minas de arena de Tacubaya y Mixcoac.

Durante 1950 se generan zonas como las del sur poniente de la Refinería de Azcapotzalco, en 1956; en 1958 se crea la zona industrial localizada entre Manuel González, San Bartolo, F. De Cuernavaca y Río San Joaquín, ubicado dentro de la delegación Azcapotzalco, se construye en Iztapalapa la zona industrial Isabel, ubicada entre la Calzada de Iztapalapa y Tulyehualco, en 1959 se autoriza la ampliación de la zona industrial ubicada en la delegación Gustavo A. Madero.

El 15 de Marzo de 1963 se inauguran los Hospitales de Pediatría y Traumatología y Rehabilitación, así como el hospital General localizados en el Centro Médico sobre la Avenida Cuauhtémoc, se inaugura la escuela de Artes y Oficios Rafael Ramírez.

En 1964 se inauguran 5 jardines de niños, 4 primarias, dos campos deportivos, una escuela secundaria, una preparatoria técnica, dos mercados, tres hospitales, dos centros cívicos el albergue cuatro para niñas y un parque público, de 1966 a 1970 se construyeron 35 jardines de niños, 118 primarias, 62 secundarias, 4 escuelas técnicas, 17 mercados, 6 centros sociales populares, 8 campos deportivos, 13 parques jardines.

Las obras más importantes se realizan en 1964 con la construcción de la Unidad Habitacional San Juan de Aragón formada por 10 mil casas con su propio equipamiento; que fueron 10 escuelas primarias, 6 jardines, 4 mercados, 3 campos deportivos, un hospital infantil y un bosque con lago artificial, un zoológico, ferrocarril, fuentes públicas y merenderos, otra unidad importante fue la de Nonoalco-Tlételolco.

A finales de 1969 la ciudad cuenta con 44 zonas industriales clasificadas de acuerdo al uso de suelo, Tipo I, zonas industriales conteniendo zonas habitacionales. Tipo II, zonas industriales con viviendas mezcladas y Tipo III, exclusivamente industriales. De esta manera las delegaciones Azcapotzalco, Gustavo A. Madero, Hidalgo, Venustiano Carranza, Álvaro Obregón e Iztapalapa incluyen zonas tipo I.

La delegación Álvaro Obregón incluye una zona tipo II y Cuauhtémoc, Venustiano Carranza, Álvaro Obregón, Iztacalco e Iztapalapa incluyen zonas tipo III.

### 1970-1980

En 1978 existen 220 mercados con distribución de productos como verduras, frutas, carnicerías, pollerías, pescado y marisco, abarrotes y semillas, flores, ropa, alimentos, artesanías y otros productos.

El número de mercados por delegación es: Álvaro Obregón 11, Azcapotzalco, 16, Benito Juárez 14, Coyoacán 11, Cuajimalpa 3, Cuauhtémoc 37, Gustavo A. Madero 38, Iztacalco 11, Iztapalapa



17, Miguel Hidalgo 10, Milpa Alta 3, Magdalena Contreras 3, Tláhuac 3, Tlalpan 12, Venustiano Carranza 28; Xochimilco 3 y las centrales de Abasto, La Merced y Jamaica ubicados en Venustiano Carranza.

Se tienen 517 hoteles, 140 moteles, 116 casas de huéspedes y 115 apartamentos, 914 restaurantes-bar y 48 bares.

La dotación de áreas verdes no es suficiente en comparación con la demanda, en la mayor parte del oriente y sur oriente.

En las delegaciones centrales Cuauhtémoc y Benito Juárez se cuenta con 142 parques públicos de los 365 que posee la ciudad, además se consideran bosques urbanos todos los que se encuentran rodeados de área urbana como Santa Fe, Viveros de Coyoacán, Cerro Zacatépetl, San Juan de Aragón, Cerro de la Estrella, Magdalena Mixuca, Chapultepec, Del Pedregal, Fuentes Brotantes y Nativitas.

Las obras más sobresalientes de la década se hacen en la delegación Iztapalapa, en 1972 se construye el conjunto habitacional Vicente Guerrero, en el siguiente año se construyen 6 conjuntos habitacionales Ejército de Oriente, Santa Cruz Meyehualco, Calzada de la Viga, José María Morelos, Ermita Iztapalapa y José Cevallos.

En 1974 se construyen los conjuntos habitacionales Ejército Constitucionalista, Ermita Zaragoza, Ejército de Oriente y los conjuntos Hidalgo y Mina, Lorenzo, Ejército de Oriente Peñón.

La industria metalúrgica se sitúa al norte de la ciudad en la delegación Azcapotzalco, la industria Textil se ubica en Azcapotzalco, Álvaro Obregón, Gustavo A. Madero. La pequeña industria como madera, imprenta, cuero y oficios se localiza en el centro de la ciudad, la industria química se hace presente en Coyoacán, Álvaro Obregón y Azcapotzalco la alimenticia en Azcapotzalco.

En la zona sur se ubican las industrias de productos farmacéuticos; se hipérdesarrolla el norte de la ciudad.

Como se puede observar en este trabajo no se muestran las obras principales realizadas del período comprendido de 1990 a la fecha debido a que no existe un compendio de dicha etapa y actualmente diversas obras civiles de infraestructura así como proyectos para la ciudad en sus distintas ramas se encuentran en construcción.

## **I.2.2.- Vialidades.**

### *1900-1910*

Dentro del D.F. la comunicación entre los lugares principales de las municipalidades se hace de la siguiente forma: Azcapotzalco, Guadalupe Hidalgo, Tacuba, Tacubaya, Mixcoac, San Ángel, Coyoacán y Tlalpan, se ligan por medio de tranvías eléctricos; Iztapalapa por tracción animal; Cuajimalpa por carretera; por vía férrea hasta Santa Fe; Xochimilco, por carretera desde Tlalpan; por último, la municipalidad más lejana del centro es Milpa Alta, así como la menos comunicada.

Por el oriente de la ciudad, es muy limitado el servicio de tranvías eléctricos, ya en 1902 son 112 kilómetros de vías electrificadas en todo el D.F.

### *1910-1930*

En 1917, una huelga en el sistema de tranvías obliga a las autoridades a improvisar medios de transporte, apareciendo los primeros camiones de pasajeros que, con vigas de madera, tablas y manteados, acomodaban a unas cuantas personas, terminado el conflicto, continuaron dando servicio en calle y colonias alejadas de los tranvías. .A partir de 1919 se calzadas y puentes que

resultan dañados durante la revolución son reparados, en 1921 se construyen dos nuevas calzadas; la prolongación Av. Veracruz hasta Mixcoac y de este último punto a San Ángel, se adaptan terracerías, entre ellas la Av. Insurgentes; a finales de este año la comunicación de la Ciudad con el resto del país es por ferrocarril. Para 1922 se instalan semáforos.

Hacia 1925 las líneas del sistema de tranvías abarcan una extensión de más de 350 km y llegan a todas las municipalidades.

En 1927 se prohíbe el tránsito de vehículos de tracción animal por calles asfaltadas.

En 1929 existen dentro de la ciudad las estaciones de ferrocarril Buenavista, Colonia, Monte Alto, San Rafael, Hidalgo y San Lázaro.

### 1930-1940

En 1933 se amplía la calle de Palma; apertura de la 1ª y 2ª calle de López y de la 1ª y 2ª de San Juan de Letrán, ampliación de la avenida 20 de Noviembre, prolongación de la zona donde se sitúa el mercado Presidente Abelardo L. Rodríguez; de la calle de Venezuela, para abrir una vía de comunicación con las calles de Héroes de Nacozari y la Fraternidad; la ampliación y rectificación de las calles de Dr. Río de la Loza. Se prolonga de la Av. Insurgentes y de la zona que circunda el monumento a Álvaro Obregón en terrenos de lo que fuera la Bombilla.

En 1939 se prosigue con la ampliación de la calle de Comonfort y se prolonga con un espacio de 20 m y con sus respectivas afectaciones; de igual forma, las calles de Basilio Badillo y Calzada de la Verónica, esta última de 54 m de ancho.

### 1940-1950

Las obras de planificación más importantes en la zona oriente son: Prolongación de la calle C. Guirrión hasta el puente de Santo Tomás, ampliación de 24 metros de ancho. Las de San Pablo y su liga con las de Carretones, prolongación de Balbuena, prolongación de las calles de Ramón Corona, Uruguay y Manzanera hasta esta última calzada la ampliación de la calle Corregidora, entre las de Limón y Alhóndiga; ampliación del Callejón de San Simón; conexión de la Plaza de San Lázaro y de la Soledad; ampliación del Callejón de Corrella; prolongación de la calle de la Cabaña hasta Fray Servando Teresa de Mier y Emiliano Zapata; ampliación de San Crispín, para establecer su unión con la del Ferrocarril de Cintura; ampliación de la Plaza de la Soledad con la finalidad de construir un Jardín frente al templo del mismo nombre; ampliación también de la Plaza el Carrizal, destruyéndose totalmente los edificios que circundan el Templo de Misioneros; con la entubación del río Consulado, se aprovechó la parte cubierta para aumentar el sistema vial de la ciudad.

### 1960-1970

En 1962 se inaugura la autopista México Puebla, la prolongación del Viaducto Miguel Alemán desde la calzada de Tlapan hasta la calzada Ignacio Zaragoza, se pone en servicio la calzada Misterios.

En 1964 se inaugura la prolongación de Paseo de la Reforma desde la Avenida Juárez hasta la glorieta de Peralvillo, en 1967 se abre la circulación en el tramo de anillo periférico comprendido entre las avenidas San Jerónimo e Insurgentes Sur.

En el lado poniente se termina el anillo periférico, enlazando a la autopista México Querétaro y la calzada Legaria, se concluyen los trabajos de unión del periférico y el entronque con las carreteras libre y de cuota a Cuernavaca.



En 1964 se cuenta con 15 mil taxis, 6 mil autobuses y 400 unidades eléctricas de trolebuses y tranvías.

Se inicia en 1967 la ampliación de Viaducto Tlalpan entre la Calzada del Hueso y el anillo periférico y para facilitar la comunicación con la pista olímpica de Canotaje Virgilio Uribe se construye la rama sureste del anillo periférico, desde el cruce con el viaducto de Tlalpan hasta la mencionada pista. Todo el periférico sur recibe el nombre de "La Ruta de la Amistad".

Además de estas obras se construyen las siguientes conexiones: el anillo periférico con la unidad Deportiva Xochimilco, la avenida de San Jerónimo con el estadio de Ciudad Universitaria, avenida de los 100 metros con avenida Cuitláhuac cruzando el río de los remedios, calzada Acoxa entre Viaducto Tlalpan y el Anillo periférico permitiendo el acceso rápido a la unidad habitacional Villa Coapa.

En las obras antes mencionadas se construyen 23 pasos a desnivel para vehículos, 3 ampliaciones y 48 pasos peatonales, se inaugura la autopista a Querétaro.

En 1967 se cuenta con 91 líneas de autobuses y transportes eléctricos en la ciudad, estos problemas propician la urgencia y necesidad de la construcción del sistema de transporte colectivo Metro conectando las colonias densamente pobladas hacia el centro de la ciudad, donde normalmente, convergía gran parte de la población, por encontrarse ubicados en esta zona, múltiples comercios, oficinas, dependencias gubernamentales e instituciones bancarias. La obra del Metro de inicia en 1967 y en 1970 se inaugura la línea número 1 con la ruta Zaragoza-Chapultepec.

En 1970 comienza a dar servicio el tramo Chapultepec Juanacatlán, en ese mismo año se inauguran las siguientes rutas: Pino Suárez-Tasqueña de la línea 2, Juanacatlán-Tacubaya de la línea 1, se inaugura la línea tres de Tlatelolco a Hospital General.

### 1970-1980

Por la relación entre los centros de actividad y áreas de habitación, que da lugar a la tendencia a preferir determinadas avenidas y calzadas como: Insurgentes, Reforma, Melchor Ocampo, Zaragoza, Tlalpan, Viaducto y, muy especialmente el tramo poniente del anillo periférico que en horas críticas alcanza volúmenes hasta de tres mil vehículos por hora, y se satura al sobrepasar su capacidad de servicio eficiente se emprende una obra que organiza el movimiento urbano y sienta las bases para una estructuración racional de la vialidad y el transporte, además de que sirve para la ciudad en forma general, y no se tratara de una vía que une un punto de la ciudad con otro.

Para ese propósito da inició en 1972 el circuito interior, que apoyado con las radiales Parque Vía y Río San Joaquín, además de los distribuidores de Tacuba, Los Hongos y Chapultepec resuelve más del 50% de intersecciones conflictivas, esta obra se termina en su parte poniente y norponiente de la ciudad en 1976.

Algunas arterias ubicadas dentro del circuito se saturan por lo que en 1978 se construyen 133 km de ejes viales constituyendo 19 ejes formados por ocho avenidas que unen al norte y el sur, y 11 de oriente a poniente teniendo un solo sentido de circulación y un carril en contra sentido para el transporte público.

La vialidad principal, se encuentra inconclusa, el anillo periférico con 35.5 km de longitud le faltaba el 60%, el circuito interior con 8.9 km representaba el 26% de avance y la red de ejes viales era el 76.8% de la obra. El sistema de transporte tenía 534 rutas.

En 1974 se inicia el descongestionamiento de la ciudad al entrar en servicio la terminal Central Camionera del Norte, en 1975 la del Sur, en 1979 la del oriente y la poniente.

### 1980-2000

Inicia la construcción de la línea B del sistema de transporte colectivo "Metro" cruzando por las Delegaciones Cuauhtémoc, Venustiano Carranza y Gustavo A. Madero; forman parte del proyecto diversas obras de vialidad que contribuyen a la integración y reestructuración de los otros medios de transporte: 16 puentes vehiculares (6 en el Distrito Federal y 10 en el Estado de México); 4 paraderos de autobuses (3 en el Distrito Federal y 1 en el Estado de México); 51 puentes peatonales (21 en el Distrito Federal y 30 en el Estado de México), así como la reforestación de 313 mil metros cuadrados de áreas verdes.

#### I.2.3.- Transporte.

En la época prehispánica debido a la traza de la ciudad basada en canales, el medio de transporte privilegiado al interior del valle eran las canoas, pero el que servía para comunicar al centro civil nacional con los territorios dominados más allá de la cuenca lacustre era el pie humano.

Tras la llegada de los españoles, el medio de transporte privilegiado es el caballo, y no mucho más tarde los carros tirados por animales, estos transportes aceleran el proceso, ya iniciado por los indígenas, de ganar terreno al agua, permitiendo que el transporte acuático fuera sustituido poco a poco por el terrestre, hasta tener una ciudad en la que carretas, jinetes y peatones, superaban el número de las embarcaciones.

Durante el siglo XVI los carruajes llegan a ser tantos, que en 1577 Felipe II los prohíbe, dicha prohibición se levanta en 1600. Se dice también que durante el siglo XVII entran a la ciudad, cada día, tres mil mulas cargadas de mercancía por los distintos caminos reales que cubrían el territorio. Fue la decisión del virrey Bucareli de mejorar el aspecto de la ciudad, convirtiendo los viejos caminos reales que comunican al centro con los pueblos cercanos en avenidas o paseos arbolados para beneficio de carruajes y diligencias. También por aquellos tiempos se mejora el empedrado y se comenzó a instalar iluminación en las calles de la ciudad.

Las cosas no cambian mucho durante la primera mitad del siglo XIX, se intenta construir el primer ferrocarril desde la década de 1830, pero no es sino hasta 1857, el 4 de julio, que el presidente Comonfort echa a andar el primer tramo de la ruta entre México y la Villa de Guadalupe. Estos cinco kilómetros de vía son, en cierto sentido, el primer medio de transporte moderno en la Ciudad de México, además se soluciona con la introducción de los ómnibus, grandes carretones tirados por animales que transportaban gran cantidad de personas, se hacían tres viajes diarios a Tacubaya y la Villa de Guadalupe y dos a San Ángel y Tlalpan,

A partir de la segunda mitad del siglo XIX, el transporte en la Ciudad de México se caracteriza por los tranvías "de mulitas" que sustituye a los ómnibus. Su origen se remonta a 1856, año en que se otorga la primera concesión para construir una línea de tranvías de tracción animal que va de México a Tacubaya. Cuatro años más tarde, en convención entre particulares y gobierno, se construye la segunda línea, a Tlalpan,

### 1900-1910

Dentro de la ciudad la comunicación entre los lugares principales de las municipalidades Azcapotzalco, Guadalupe Hidalgo, Tacuba, Tacubaya, Mixcoac, San Ángel, Coyoacán y Tlalpan, se liga por medio de tranvías eléctricos; Iztapalapa por tracción animal; Cuajimalpa por carretera; por vía férrea hasta Santa Fe; Xochimilco, por carretera desde Tlalpan; por último, la municipalidad más lejana del centro era Milpa Alta, así como la menos comunicada.

Por el oriente de la ciudad, es muy limitado en servicios de tranvías eléctricos, ya en 1902 eran 112 kilómetros de vías electrificadas en todo el D.F.

#### 1910-1930

En 1917, una huelga en el sistema de tranvías obliga a las autoridades a improvisar medios de transporte, apareciendo los primeros camiones de pasajeros que, con vigas de madera, tablas y manteados, acomodaban a unas cuantas personas y, terminado el conflicto, continuaron dando servicio en calle y colonias alejadas de los tranvías. A finales de 1921 la comunicación de la Ciudad con el resto del país es por ferrocarril.

Hacia 1925 las líneas del sistema de tranvías abarcaban una extensión de más de 350 km y llegaban a todas las municipalidades.

En 1927 se prohibió el tránsito de vehículos de tracción animal por calles asfaltadas.

#### 1930-1940

El transporte público eléctrico, que sigue básicamente las mismas rutas que se trazan desde la existencia de los tranvías de mulitas, compite con un creciente número de camiones y automóviles de alquiler y particulares movidos con gasolina, iniciando la dinámica que hoy caracteriza a nuestra ciudad: el movimiento permanente, la prisa, el tráfico; la modernidad en acción, conviviendo con tradiciones que se negaban a morir: carretas y carretones de mulas, mecapaleros, peatones, etc.

#### 1940-1950

La segunda mitad del siglo XX ve la desaparición de los tranvías y su rápida sustitución con camiones, los "chatos", trolebuses, taxis y los famosos "peseros": en principio automóviles que hacen rutas fijas hacinando pasajeros en su interior.

#### 1960-1970

En 1964 se cuenta con 15 mil taxis, 6 mil autobuses y 400 unidades eléctricas de trolebuses y tranvías. En 1967 se cuenta con 91 líneas de autobuses y transportes eléctricos en la ciudad, estos problemas propician la urgencia y necesidad de la construcción del sistema de transporte colectivo Metro conectando las colonias densamente pobladas hacia el centro de la ciudad, donde normalmente, convergía gran parte de la población, por encontrarse ubicados en esta zona, múltiples comercios, oficinas, dependencias gubernamentales e instituciones bancarias.

#### 1970-1980

La segunda etapa de construcción del Metro se inicia, con la creación de la Comisión Técnica Ejecutiva del Metro, el 7 de septiembre de 1977, para hacerse cargo de la construcción de las ampliaciones de la red. Posteriormente, el 15 de enero de 1978, se crea la Comisión de Vialidad y Transporte Urbano del Distrito Federal (COVITUR), organismo responsable de proyectar, programar, construir, controlar y supervisar las obras de ampliación, adquirir los equipos requeridos, y hacer entrega de instalaciones y equipos al Sistema de Transporte Colectivo para su operación y mantenimiento. Con la conclusión de la segunda etapa, a fines de 1982, la red



del Metro alcanzó una longitud de 79.5 Kilómetros (casi el doble de lo construido en la primera etapa) el número de estaciones aumentó a 80.

La línea 4, de Martín Carrera a Santa Anita se construye como viaducto elevado dada la menor densidad de construcciones altas en la zona; la altura es de 7.5 metros. Esta línea tiene un costo mucho menor que las subterráneas, consta de 10 estaciones 8 de ellas elevadas, 2 de ellas en superficie y 5 cuentan con correspondencia hacia otras líneas. La Línea 5 se construye en tres tramos: el primero, de Pantitlán a Consulado, se inauguró el 19 de diciembre de 1981; el segundo, de Consulado a la Raza, el 1º. De junio de 1982, y el tercero, de la Raza a Politécnico, en agosto del mismo año. A la construcción de esta línea se le da una solución de superficie entre Pantitlán y Terminal Aérea, y subterránea, tipo cajón, de Valle Gómez a Politécnico.

### 1980-1990

Consta de ampliaciones a las líneas 1, 2 y 3 del Metro, además del inicio de construcción de dos líneas nuevas, la 6 y la 7. La longitud de la red se incrementa en 35.2 kilómetros y el número de estaciones aumenta a 105.

La línea 3 se prolonga de Zapata a Universidad, tramo que se inauguró el 30 de agosto de 1983; la Línea 1, de Zaragoza a Pantitlán, y la línea 2 de Tacuba a Cuatro Caminos, en el límite con el Estado de México; estas últimas dos extensiones son inauguradas el 22 de agosto de 1984. Con estas ampliaciones, las líneas 1, 2 y 3 alcanzan su trazo actual.

A la Línea 6 se le da una solución combinada: tipo cajón y superficial. La primera parte de El Rosario a Instituto del Petróleo, se concluyó el 21 de diciembre de 1983. Consta de 9.3 kilómetros de longitud y siete estaciones, dos de ellas de correspondencia: El Rosario, con la Línea 7, e Instituto del Petróleo, con la Línea 5.

La Línea 7 corre al pie de las estribaciones de la Sierra de las Cruces, que cierra el Valle de México por el poniente; el trazo queda fuera de la zona lacustre y los puntos que comunica están a mayor altitud que los hasta entonces enlazados por la red. Por ello, la solución que se utilizó para su construcción fue de tipo túnel profundo. Se entregó en tres tramos: Tacuba-Auditorio, el 20 de diciembre de 1984; Auditorio-Tacubaya, el 23 de agosto de 1985; y Tacubaya-Barranca del Muerto, el 19 de diciembre de 1985. Su conclusión significó un incremento a la red de 13.1 kilómetros y diez estaciones.

Se dan las ampliaciones de las líneas 6 (de Instituto del Petróleo a Martín Carrera) y 7 (de Tacuba a El Rosario), y el inicio de una nueva línea, la 9 de Pantitlán a Tacubaya, por una ruta al sur de la que sigue la Línea 1. La ampliación de la Línea 6 se inaugura el 8 de julio de 1988; agregó 4.7 kilómetros y cuatro estaciones a la red, la ampliación de la Línea 7 se terminó el 29 de noviembre de 1988 e incrementó la red con 5.7 kilómetros y cuatro estaciones más.

La línea 9 se construye en dos fases: la primera, de Pantitlán a Centro Médico, concluida el 26 de agosto de 1987, y la segunda, de Centro Médico a Tacubaya, inaugurada un año más tarde. La nueva línea incorporó a la red 12 estaciones y 15.3 kilómetros; tiene un trazo prácticamente paralelo a la Línea 1, con el propósito de descongestionarla, principalmente en las horas punta. Se inicia con la construcción de la Línea A, de Pantitlán a La Paz, la primera extensión de la red del Metro al Estado de México, agrega diez estaciones y 17 kilómetros de longitud a la red. La estación Pantitlán la pone en correspondencia con las líneas 1, 5 y 9.

El trazo original de la Línea 8 fue también modificado, ya que se considera que su cruce por el Centro Histórico de la Ciudad y la correspondencia con la estación Zócalo pondrían en peligro la estabilidad de las estructuras de varias construcciones coloniales y se dañarían los restos de la ciudad prehispánica que se encuentra debajo del primer cuadro. El tramo inicial de la Línea 8, de Constitución de 1917 a Garibaldi, se inauguró el 20 de julio de 1994.

Al finalizar la quinta etapa de construcción del Metro, se había incrementado la longitud de la red en 37.1 kilómetros, añadiendo dos nuevas líneas y 29 estaciones. Es decir, al finalizar 1994, la red del Metro contaba ya con 178.1 kilómetros de longitud, 154 estaciones y diez líneas.

La presencia del Metro y su rápido crecimiento rearticulan el transporte público de la ciudad. Las rutas tradicionales, que en muchos casos conservan trayectorias trazadas desde décadas atrás, se modifican en torno de las nuevas rutas y de las estaciones del Metro.

Las líneas y las estaciones del Metro se convierten en un nuevo eje de organización del transporte urbano.

A la par del desarrollo del Metro, la ciudad crece en transportes públicos de superficie: trolebuses, combis (que sustituyen a los peseros); la empresa paraestatal Ruta 100 sustituye a los camiones antiguos que circulaban conocidos por la población como "delfines" y "ballenas" debido a que eran pintados de todos colores.

### 1990-2000

Da inicio la construcción de la línea B en el tramo subterráneo comprendido entre Buenavista y la Plaza Garibaldi.}

La Línea B de Buenavista a Ciudad Azteca tiene 23.7 kilómetros de longitud, con 13.5 kilómetros en el Distrito Federal, cruzando por las Delegaciones Cuauhtémoc, Venustiano Carranza y Gustavo A. Madero y 10.2 kilómetros en el territorio del Estado de México, en los municipios de Nezahualcóyotl y Ecatepec; con 21 estaciones: 13 en el Distrito Federal y 8 en el Estado de México.

Adicionalmente forman parte del proyecto diversas obras de vialidad que contribuyen a la integración y reestructuración de los otros medios de transporte: 16 puentes vehiculares (6 en el Distrito Federal y 10 en el Estado de México); 4 paraderos de autobuses (3 en el Distrito Federal y 1 en el Estado de México); 51 puentes peatonales (21 en el Distrito Federal y 30 en el Estado de México), así como la reforestación de 313 mil metros cuadrados de áreas verdes.

La empresa Ruta 100 desaparece y las rutas dejadas por dicha empresa son tomadas por microbuses concesionados y combis.

Tras el desorden en el sistema del transporte de la ciudad el gobierno presta el servicio del mismo a través de tres organismos: el Servicio de Transportes Eléctricos, que brinda el servicio en trolebús, tren ligero y autobús articulado y cuenta con un servicio especializado para las personas con discapacidad y de la tercera edad; el Consejo de Incautación de AUPR-100, que cuenta con un parque vehicular operable de 860 autobuses, con una eficiencia del 82% de unidades, y el Sistema de Transporte Colectivo-Metro, que tiene 222 trenes en operación en promedio diario.



## Capítulo II.- Zona Sur del Valle de México

En la elaboración de este capítulo se muestra una reseña de la formación social y política del Distrito Federal; además se presentan las Delegaciones Políticas que conforman I que se denominará zona sur de la Ciudad de México, la cual será base de estudio del trabajo de tesis.

Para cada delegación se realiza una breve descripción de la zonificación geotécnica, problemas geotécnicos, vialidades y servicios además de características tratadas de manera general en el Capítulo I del trabajo (topografía, hidrografía, etc.), las cuales servirán de base para la introducción, en el Capítulo III, al primer análisis de selección de zonas que puedan albergar polos de desarrollo.

### II.1.- Origen del Distrito Federal.

La Constitución Política de la Monarquía Española, promulgada en Cádiz (España) el 19 de marzo de 1812, e impresa en México el 8 de septiembre de ese año, genera la institución de los Jefes Políticos, copiando el modelo francés de la época. En el capítulo primero del Título IV de la Constitución, referente a: "Del Gobierno y Administración de los Pueblos", en el artículo 309, se hacía disponer de Ayuntamientos para el gobierno interior de los pueblos, debiendo integrarse de alcaldes, regidores, un procurador y un síndico, presididos por el jefe político; los jefes políticos eran el conducto para las relaciones entre los Ayuntamientos y las autoridades superiores; la Ciudad de México continua siendo la capital del país, bajo este esquema de gobierno, durante la Independencia de México, el primer imperio y el México independiente.

#### II.1.1.- Creación del Distrito Federal.

La Constitución Federal de los Estados Unidos Mexicanos de 1824, en su artículo 50, fracción 26, determina que es facultad del Congreso de la Unión: "Elegir un lugar que sirva de residencia a los supremos poderes de la federación y ejercer en su distrito las atribuciones del poder legislativo de un estado".

De tal forma, el Congreso de la Unión decreta, el 18 de noviembre de 1824 la creación del Distrito Federal, tomando como centro a la Plaza de la Constitución de la Ciudad de México y un radio de 8,380 metros; el día 20 de noviembre, por instrucciones del primer presidente de México, Guadalupe Victoria, se publica el decreto; antes de esta decisión la capital de la República había sido capital del Estado de México.

A pesar que la Constitución Federal no determina la estructura de un ayuntamiento se puede observar que en el año de 1824 funciona un Ayuntamiento de la Ciudad de México según se registra en las Actas de Cabildo. Con el decreto de creación del Distrito Federal, éste se integra con la unión de varias ciudades o municipios importantes, así como con pueblos y villas.

De tal manera en 1824 da inicio el proceso de división territorial del Distrito Federal siendo el siguiente:

- Por el norte: la porción norte de la entonces Villa de Guadalupe Hidalgo, terrenos de la Hacienda de Santa Ana Aragón, pueblo del Peñón de los Baños y Ticomán.
- Por el oriente: la hacienda del Peñón de los Baños, terrenos de la hacienda de los Reyes, pueblo de Santa Matha Acatitla y parte poniente de Iztapalapa.

- Por el sur: Churubusco, parte norte de Coyoacán, pueblo de Axotla y terrenos de la hacienda de San Borja.
- Por el poniente: Santa María Nonoalco, zona donde se ubica actualmente la colonia San Pedro de los Pinos, poniente de Tacubaya, Chapultepec y Tacuba, así como una porción territorial de la actual Delegación Azcapotzalco.

### **II.1.2.- Modificaciones territoriales y de estructura del Distrito Federal.**

La Ciudad de México ha vivido fenómenos políticos generados por los movimientos internos de la sociedad, con base en las diferentes ideologías que de ellas emanan, por eso en el Distrito Federal su forma de gobierno y de territorio ha tenido diversas modificaciones.

Entre el otoño de 1521 y el verano de 1522 se realiza la traza o delimitación de la que habría de ser la ciudad española, por razones políticas la nueva ciudad fue edificada en el emplazamiento de Tenochtitlan; debido a que los palacios no pueden ser demolidos se obliga a determinar la intersección de los ejes norte-sur y oriente-poniente del centro ceremonial, punto que queda, aproximadamente, en el paño norte de la actual calle República de Guatemala, hacia el centro de la cuadra que va de Argentina a la 1a. del Carmen. El deslinde parte de ese punto siguiendo los lineamientos generales de la ciudad prehispánica, lo cual hizo de la traza una yuxtaposición parcial de Tenochtitlán. La traza resulta ligeramente trapezoidal en su lado norte, que seguía el curso de las actuales calles de Perú y Peña. El límite oriental iba por Leona Vicario, la Santísima, Alhóndiga y Roldán; el sur, por San Pablo y San Jerónimo, y el oeste por San Juan de Letrán, Juan Ruiz de Alarcón, Aquiles Serdán y Gabriel Leyva. El eje norte-sur tendría 18 cuadras, el oriente-poniente, siete cuadras por lo que la superficie de la primitiva traza habría sido, por lo tanto, de 1,806,300 m<sup>2</sup> de acuerdo con el plano reconstruido por Antonio García Cubas a mediados del siglo XVI, la ciudad tendría 100 manzanas, las acequias o canales prehispánicos eran ocho.

En 1522 el lado oriental de la traza adquiere forma urbana con anticipación al resto, el lado occidental de la traza se edifica con lentitud porque el interés estaba concentrado en el lindero este, al que aportaban las canoas que conducían el abasto de la ciudad y en donde se inicia el comercio regentado por los españoles.

En 1525 la ciudad (poco más de 186 ha), alberga 30 mil habitantes en 104 manzanas irregulares, 18 calles de norte a sur y siete de oriente a poniente, más siete plazas bien definidas dentro de la traza por los cuatro puntos cardinales la limita el gran lago de México. Las exigencias de la nueva urbanización empiezan a modificar las calles anfibia reduciendo la anchura de los canales.

El primer ensanchamiento de la traza es hacia el norte y el oriente. Allí se establecen algunos comerciantes y se pobló un barrio que se agregó a los reservados para los indígenas: Lecumberri, en 1600 ya se había registrado el segundo ensanche; por el oriente la ciudad llega a lo que es hoy anillo de Circunvalación; y al norte se insertaba Tlatelolco, cuyo eje era la calle Real de Santa Ana (avenida Peralvillo) y sus extremos las actuales calles de Los Aztecas, al este, y de La Parcialidad, al oeste.

El tercer ensanche data de 1700, cuando se consuman avances por el este y el sur, queda fijo el norte y el oeste, se desarrolla hasta Santa María Cuepopan (o La Redonda) y San Hipólito, con proyección a lo largo de lo que hoy es Balderas.

El cuarto ensanche ocurre entre 1700 y 1793: el área poblada llega, por el oriente, a las márgenes de la laguna, un poco más allá del anillo de Circunvalación y del mercado de La Merced; por el sur, las construcciones, aisladas, trasponían la calzada de Chimalpopoca y comenzaban a aparecer habitaciones en la que sería la colonia Hidalgo (más tarde colonia De los

Doctores); por el oeste, el límite urbano iba de Niños Héroes y Dr. Navarro a la calzada de Chapultepec, rodeando la Ciudadela, seguía por el Paseo Nuevo de Bucareli, se proyectaba hasta Manuel María Contreras, volvía por Ribera de San Cosme a Buenavista, continuaba al norte hasta la ermita de San Antonio el Pobre y torcía al oriente en una línea imaginaria que separaría la Unidad Santiago Tlatelolco de la colonia del Ex-Hipódromo de Peralvillo; y por el sur, hasta Topacio y la calzada de la Viga.

El quinto ensanche era ostensible en 1891, el perímetro de la ciudad, a partir del noroeste, iba por la cerrada del Sabino, San Simón, la colonia Ex-Hipódromo de Peralvillo, Juventino Rosas (cerca de la calzada de Guadalupe), Ixnahualtongo, diagonal 20 de Noviembre, Niño Perdido, Dr. Márquez, avenida Cuauhtémoc, avenida Chapultepec, Versalles, General Prim, Sullivan, Melchor Ocampo, unidad Tlatilco, terrenos de la colonia Santa María la Ribera y cerrada del Sabino. Por Superior Orden el 20 de febrero de 1837, de acuerdo con lo prevenido en la sexta Ley Constitucional Conservadora del año de 1836, es suprimido el Distrito Federal y su territorio queda a cargo del Departamento de México, dentro del régimen centralista. Así continúa hasta el año de 1846, en que el gobierno llamado "Libertador" reestablece la vigencia de la Constitución Federal de 1824, recobrando el Distrito Federal el carácter que le daba esa Ley Fundamental.

Otros cambios se dan en el último periodo de gobierno de Antonio López de Santa Anna, con el decreto del 16 de febrero de 1854, que ensancha la extensión que tenía el Distrito Federal, comprendiendo entre sus límites las siguientes poblaciones:

"...al norte, hasta el pueblo de San Cristóbal Ecatepec, al noroeste, Tlalnepantla; al oeste, los Remedios, San Bartolo y Santa Fe; al suroeste, desde el límite oriente de Huixquilucan, Mixcoac, San Ángel y Coyoacán; por el sur, Tlalpan; por el sureste, Tepepan, Xochimilco e Iztapalapa; por el este, el Peñón Viejo y entre este rumbo y el noreste y norte, hasta la mediana de las aguas del lago de Texcoco" (Decreto del 16 de febrero de 1854; Dubián y Lozano, tomo VII, p.p 49-51)

Ese mismo decreto propició la división del Distrito Federal en ocho prefecturas interiores, correspondientes a los ocho cuarteles mayores de la Ciudad de México y en tres prefecturas exteriores:

- La del Tlalnepantla al norte.
- La de Tacubaya al occidente.
- La de Tlalpan al sur.

Posteriormente la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos de 1857, establece en su artículo 46, que solo en caso de que los poderes federales fueran trasladados a otro lugar, en el territorio de Distrito Federal se erigiría el Estado del Valle de México.

El 6 de Mayo de 1861 otro decreto da al Distrito Federal la siguiente división política:

- Municipalidad de México.
- Partido de Guadalupe Hidalgo.
- Partido de Xochimilco.
- Partido de Tlalpan.
- Partido de Tacubaya.

(Boletín Oficial del Consejo Superior de Gobierno, p. 200)

A partir del 5 de marzo de 1862, la división territorial del Distrito Federal queda de la manera siguiente:



- **Municipalidad de México.**
- **Partido de Guadalupe Hidalgo, con las municipalidades de Guadalupe Hidalgo y Azcapotzalco.**
- **Partido de Xochimilco, con las municipalidades de Xochimilco, Tulyehualco, Tláhuac, San Pedro Atocpan, Milpa Alta y Hastahuacán.**
- **Partido de Tlalpan con las municipalidades de: Tlalpan, San Ángel, Coyoacán, Iztapalapa e Iztacalco.**
- **Partido de Tacubaya con las municipalidades de: Tacubaya, Tacuba, Santa Fe y Mixcoac.**

En el siglo XIX los límites perdieron toda regularidad y constituían una línea quebrada, con entrantes y salientes, de 1929 a 1953 hubo pronunciados avances hacia el este; por el norte la mancha urbana incluyó zonas de Azcapotzalco incluyendo Ticomán, Zacatenco y Santa Isabel Tola. Al oeste lo más notable fue la prolongación de las Lomas de Chapultepec, hasta los límites con el estado de México. Durante estos años comenzó a manifestarse el crecimiento urbano, fomentado por la desecación de acequias y la urbanización de áreas intermedias entre el casco de la ciudad y la margen occidental del lago de México.

Para el año de 1900 (según el censo del 19 de octubre de ese año) la división política del Distrito Federal es:

- **Municipalidad de México.**
- **Distrito de Azcapotzalco: Municipalidad de Azcapotzalco y Municipalidad de Tacuba.**
- **Distrito de Coyoacán: Municipalidad de Coyoacán, Municipalidad de San Ángel.**
- **Distrito de Guadalupe Hidalgo: Municipalidad de Guadalupe Hidalgo, Municipalidad de Iztacalco.**
- **Distrito de Tacubaya: Municipalidad de Tacubaya, Municipalidad de Mixcoac, Municipalidad de Cuajimalpa, Municipalidad de Santa Fe.**
- **Distrito de Tlalpan: Municipalidad de Tlalpan, Municipalidad de Iztapalapa.**
- **Distrito de Xochimilco: Municipalidad de Xochimilco, Municipalidad de Milpa Alta, Municipalidad de Tlaltemco, Municipalidad de Astahuacán, Municipalidad de Tulyehualco, Municipalidad de Ostotepec, Municipalidad de Mixquic, Municipalidad de Atocpan, Municipalidad de Tláhuac.**

La Ley de Organización Política y Municipal del Distrito Federal, del 26 de Marzo de 1903 divide el territorio en trece municipalidades: México, Guadalupe Hidalgo, Azcapotzalco, Tacuba, Tacubaya, Mixcoac, Cuajimalpa, San Ángel, Coyoacán, Tlalpan, Xochimilco, Milpa Alta e Iztapalapa (Dulban y Lozano, tomo XXXV, p.p 336), hacia el año de 1917 dicha división se modifica en 1924 al agregarse la municipalidad General Anaya; En diciembre de 1928 se suprime el sistema municipal en el Distrito Federal, encomendándose el gobierno del mismo al Presidente de la República "...quien lo ejercerá por conducto del órgano que determine la ley respectiva.."

El órgano de gobierno creado por la ley orgánica recibe el nombre de Departamento del Distrito Federal. Las facultades de decisión y ejecución son encomendadas a un "Jefe del Departamento del Distrito Federal", bajo cuya autoridad se ponen los servicios públicos y otras atribuciones ejecutivas. El funcionario debería ser nombrado y removido libremente por el Presidente de la República.

En el artículo segundo de la Ley Orgánica del Distrito y Territorios Federales se manifiesta que: “El territorio del Distrito Federal se divide en un Departamento Central y Trece Delegaciones”. El artículo tercero indica que: “El Departamento Central estará formado por las que fueron municipalidades de México, Tacuba, Tacubaya y Mixcoac”. El artículo tercero indica que: “Las trece Delegaciones serán: Guadalupe Hidalgo, Azcapotzalco, Iztacalco, General Anaya, Coyoacán, San Ángel, La Magdalena Contreras, Cuajimalpa, Tlalpan, Iztapalapa, Xochimilco, Milpa Alta y Tláhuac”.

Posteriormente, el 31 de diciembre de 1941 el Distrito Federal se divide en:

- a. Ciudad de México
- b. En las Delegaciones; Villa Gustavo A. Madero, Azcapotzalco, Iztacalco, Coyoacán, Villa Álvaro Obregón, La Magdalena Contreras, Cuajimalpa, Tlalpan, Iztapalapa, Xochimilco, Milpa Alta y Tláhuac”.

Para 1941, el territorio que se denomina sede del Departamento Central, se le llamó Ciudad de México, y desaparece la Delegación General Anaya, cuyo territorio es anexado a la Ciudad de México, quedando doce Delegaciones en el Distrito Federal. La división territorial establecida en la Ley Orgánica de 1941, se modifica hasta el mes de diciembre de 1970, mediante reformas a dicha ley, siendo una de las más significativas la observada en el capítulo II, “Del Territorio”, en su artículo décimo: “El Distrito Federal o Ciudad de México se divide, para los efectos de esta ley y de acuerdo a sus características Geográficas, Históricas, Demográficas, Sociales y Económicas, en 16 Delegaciones...”; de tal manera, lo que había sido la Ciudad de México se convierte en Delegaciones Miguel Hidalgo, Benito Juárez, Cuahutémoc y Venustiano Carranza, generando así la actual división política de la Ciudad conformada por la Delegaciones:

- Álvaro Obregón
- Azcapotzalco
- Benito Juárez
- Cuahutémoc
- Cuajimalpa
- Coyoacán
- Gustavo A. Madero
- Iztacalco
- Iztapalapa
- La Magdalena Contreras
- Miguel Hidalgo
- Milpa Alta
- Tláhuac
- Tlalpan
- Venustiano Carranza
- Xochimilco

En 1994 con fin de establecer un mejor sistema político y de gobierno, tras 173 años de creación del Distrito Federal, se da un arduo proceso legislativo que culmina con un nuevo esquema de gobierno para el Distrito Federal con el cual el “Jefe de Gobierno del Distrito Federal” ya no es nombrado por el Presidente de la República sino por la ciudadanía teniendo los mismo atributos y obligaciones que la figura anterior Jefe del Departamento del Distrito Federal.



## **II.2.- Características geotécnicas que presenta la región en relación con su desarrollo urbano.**

### **II.2.1.- Zonificación geotécnica.**

El conocimiento actual del subsuelo de la Ciudad de México, es resultado de un largo proceso de aprendizaje llevado a cabo por los hombres que han habitado el Valle. En un principio se da de manera empírica, adquiriéndose mediante prueba y error a través de la observación del comportamiento de sus obras civiles; progresivamente se genera un entendimiento cada vez más técnico y científico gracias a quienes combinan la resolución de problemas prácticos inmediatos con la recopilación, análisis, desarrollo y difusión de conocimientos.

Los estudios realizados a través de los años logran mostrar la compleja estratigrafía existente en el Valle siendo plasmada en lo que se denomina "Mapa de Zonificación Geotécnica".

#### **Antecedentes de la Zonificación Geotécnica**

En un principio, el subsuelo de la ciudad es simplemente descrito mediante la observación de los primeros habitantes del Valle, los cuales se percatan de los problemas generados en sus construcciones y poco a poco, gracias a técnicas de ensayo y error logran conformar un entendimiento del comportamiento y características físicas que presenta el subsuelo sobre el que habitan; en distintos relatos se cuenta que ya se distingue entre los suelos lacustres y los suelos de lomas que rodean el Valle, al tiempo que se sabe seleccionar materiales de préstamo estables con los que se amplían los diversos islotes, se construyen calzadas y diques de protección. Una muestra de que éste conocimiento se presenta es el acueducto de Chapultepec, el cual es desviado de manera importante minimizando así su cruce a través del lago.

Con la llegada de los españoles se erigen monumentos y construyen grandes obras de protección contra inundaciones, el estudio del subsuelo se sigue realizando mediante observación pero se dan los primeros avances para la comprensión técnica y científica de su comportamiento; lo anterior gracias a personas como Enrico Martínez, Joaquín Velásquez, Simón Méndez Francisco de Garay y Alejandro Von Humboldt quienes se encargan, en distintas épocas, de la construcción de grandes drenes del Valle como lo es el Tajo de Nochistongo y Tequisquiác.

El conocimiento del subsuelo del Valle se amplía en todas las épocas históricas gracias a personas interesadas en recopilar y analizar información para darle una posterior difusión, generalmente son las personas encargadas de las construcciones de las distintas obras de la ciudad.

En el año de 1945 la Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica (CICIC) inicia los primeros estudios sobre el subsuelo de la ciudad, teniendo como jefe de la sección de mecánica de suelos a Nabor Carrillo e investigadores como Fernando Hiriart y Ricardo Sandoval.

La comisión busca la colaboración de la iniciativa privada y especialmente de personas interesadas directamente en los resultados de los estudios que se pretenden llevar a cabo. La empresa Ingenieros Civiles Asociados (ICA), una de las interesadas en dicha iniciativa, instala un laboratorio y ejecuta estudios relacionados con los problemas de cimentación y proporciona información experimental y de campo para el fin señalado.

Entre 1947 y 1952 se llevan a cabo un gran número de sondeos al tiempo que se realizan ensayos sobre más de 10,000 ejemplares extraídos del subsuelo, con lo que comienza a tenerse una idea más clara de la distribución de sus materiales y propiedades mecánicas; se instalan las primeras estaciones piezométricas con el fin de conocer las alteraciones en las presiones hidrostáticas y su relación con el hundimiento que se advierte en distintas zonas de la ciudad.

Este largo periodo de estudios e investigaciones culmina con la publicación del libro "El Subsuelo de la Ciudad de México" (Raúl J. Marsal y Marcos Mazari); dentro de la cual se propone una división del área urbana en tres grandes zonas que dependen de las características del subsuelo que presentan, estas zonas son denominadas lomas, transición y lago.

Los trabajos de investigación acerca del subsuelo continúan, en parte, gracias a las obras monumentales que se realizan. En 1967 se inicia la construcción del Drenaje Profundo, con profundidad media de 43 m y que desagüa al Golfo de México y años atrás la construcción de la primera línea de "Metro" subterráneo que es inaugurada en el año de 1970.

Aunado a esto la Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos mediante diversos simposios y reuniones, efectuados entre los años de 1970 y 1988, organiza trabajos de recopilación y análisis de información geotécnica con el fin de actualizar el estado de conocimiento del subsuelo de la ciudad, dándose un gran logro al iniciar el estudio de zonas ya densamente pobladas dentro del Valle como lo son Tlalnepantla, Naucalpan, Ecatepec, Atizapan, Cuatitlán y Tepotzotlán. Otro gran esfuerzo es realizado por la Dirección General de Obras Públicas del Departamento de Distrito Federal durante el sexenio 1971-1976, al recopilar y ordenar perfiles geotécnicos de sus estudios de mecánica de suelos.

En 1985 el Departamento del Distrito Federal en cooperación con la Organización de Naciones Unidas, patrocinan la creación del primer "Banco de Datos Computarizado" en materia de sondeos geotécnicos el cual es realizado por el Centro de Investigación Sísmica al tiempo que se realizan exploraciones en distintos sitios del Valle; lo anterior obedece a los sismos ocurridos en septiembre de ese año. Gracias a la información recopilada y analizada se define el Mapa de Zonificación Geotécnica incluido en el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal de 1987. Dicho mapa conserva la división del Distrito Federal en tres zonas principales (lomas, transición y lago) pero se incluye una zona poco conocida por la mecánica de suelos en ese año, la zona localizada en la Sierra del Chihinautzin.

En forma casi simultánea la Comisión de Vialidad y Transporte Urbano (COVITUR) publica una zonificación geotécnica basada en las exploraciones realizadas durante la construcción del "Metro", dicha zonificación es bien aceptada a pesar de presentar criterios distintos a los conocidos. La zonificación muestra distinciones en las regiones lacustre y de transición mostrando dentro de la primera las zonas lago virgen, centro I y centro II, dentro de la zona de transición se muestran las regiones de transición alta y baja. Lo anterior introduce una precisión en la descripción estratigráfica a cambio de la pérdida de sencillez de la división de tres zonas únicamente.

En el año de 1988 otra contribución significativa es realizada al estudio del subsuelo, Petróleos Mexicanos y La Comisión Federal de Electricidad ejecutan sondeos profundos y geofísicos a lo largo del antiguo cauce que comunicaba, antiguamente los lagos de Xochimilco y Texcoco.

Al paso de los años, gran cantidad de información ha sido generada y recopilada principalmente dentro de las compañías de mecánica de suelos, aportándose así diversos estudios y descubrimientos del subsuelo de la Ciudad al tiempo que se retoman investigaciones de zonas anteriormente estudiadas o poco definidas, debido a que el subsuelo se encuentra en constante evolución. Además, el crecimiento poblacional actualmente extiende hacia diversos municipios la mancha urbana, no conociéndose en la mayor parte de los casos las características que se presentan en el subsuelo de la zona y con ello los problemas que se puedan generar.

### Zonificación Geotécnica Actual

Basado en diversos elementos como marcos geográficos, físicos y tecnológicos; analizando factores diversos como documentación histórica, cartográfica, topográfica, satelital, geológica,

geofísica, geotécnica, geomorfológica, etc. Actualmente se cuenta con un detallado mapa de zonificación geotécnica (**Fig. 2.1**), base del publicado en 1987, pero con las mejoras y correcciones pertinentes, en el cual, el Distrito Federal es dividido en tres zonas base: lomas, transición y lago, también denominadas zona I, II y III.

El mapa es mostrado dentro del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y sus características enunciadas dentro de la Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Cimentaciones de la manera siguiente; se acompaña de una descripción general de las características encontradas en cada zona:

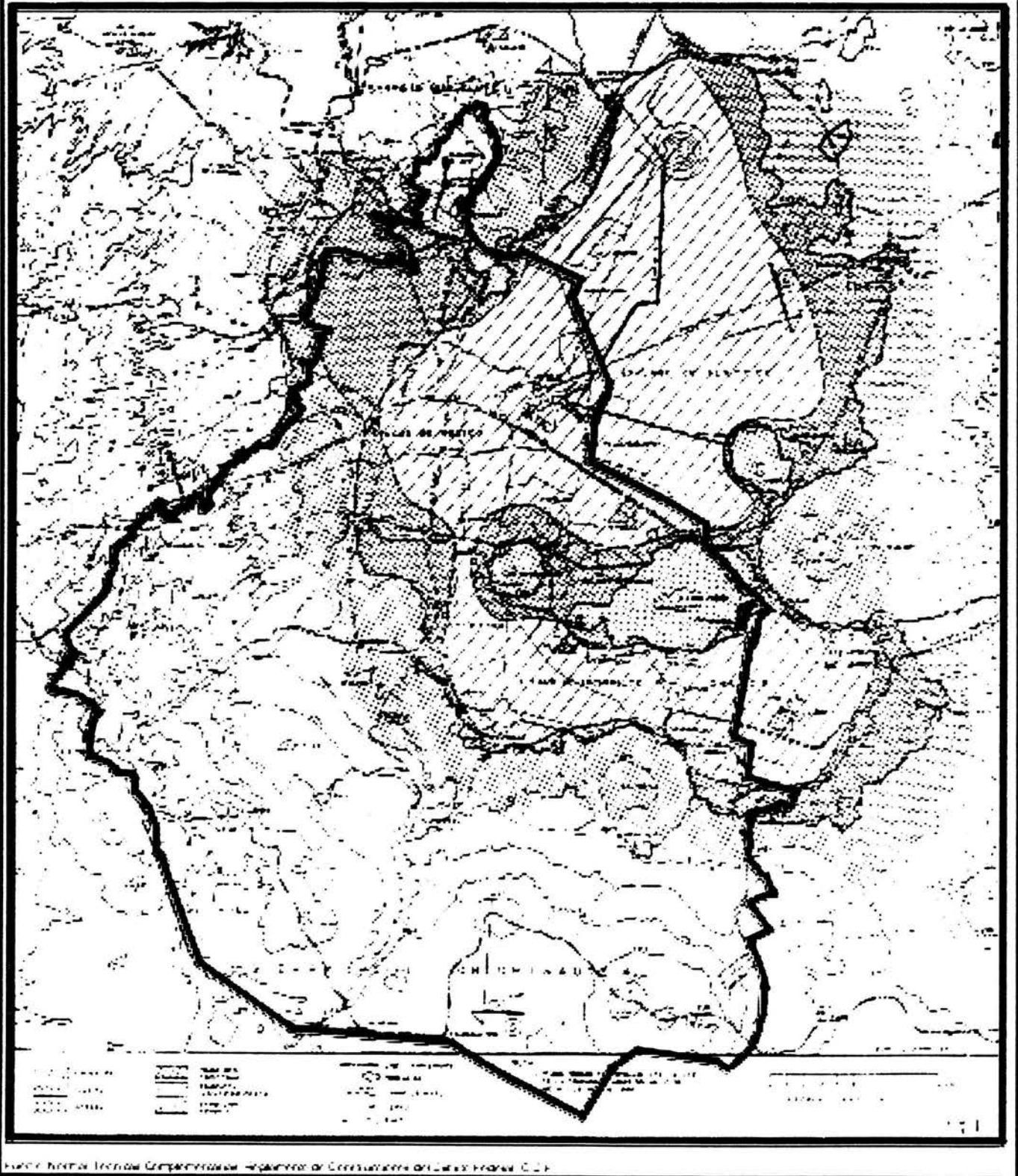
- Zona I. Lomas, formada por rocas o suelos generalmente firmes que fueron depositados fuera del ambiente lacustre en los que pueden existir, superficialmente o intercalados, depósitos arenosos en estado suelto o cohesivos relativamente blandos. En esta zona, es frecuente la presencia de oquedades en rocas, de cavernas y túneles excavados en los suelos para explotar minas de arena y rellenos no controlados". La zona de lomas se forma por las serranías que limitan la cuenca al norte y poniente del valle, además de los derrames del Xitle al sur-oeste; debido a esto, en las sierras predominan tobas compactas de cementación variable, depósitos de origen glacial y aluviones. Por su parte, en los pedregales, los basaltos sobreyacen a las tobas y depósitos fluvio-glaciales y glaciales más antiguos.
- Zona II. Transición, en la que los depósitos profundos se encuentran a 20 m de profundidad o menos, y que está construida predominantemente por estratos arenosos y limo arenosos intercalados con capas de arcilla lacustre; el espesor de éstas es variable entre decenas de metros y pocos metros"; los depósitos de transición forman una franja que divide los suelos lacustres de las sierras que rodean al Valle y de los aparatos volcánicos que sobresalen en la zona de lago. Estos materiales de origen aluvial se clasifican de acuerdo al volumen de clásticos que fueron arrastrados por las corrientes hacia el lago y la frecuencia de los depósitos; así se generan dos tipos de transiciones: abrupta e interestratificada.
- Zona III. Lacustre, integrada por potentes depósitos de arcilla altamente compresibles, separados por capas arenosas con contenido diverso de limo arcilla. Estas capas arenosas son de consistencia firme a muy dura y de espesores variables de centímetros a varios metros. Los depósitos lacustres suelen estar cubiertos superficialmente por suelos aluviales, materiales desecados y rellenos artificiales; el espesor de este conjunto es superior a 50 m". Los suelos arcillosos blandos son consecuencia del proceso de depósito y alteración físico-química de los materiales eólicos, aluviales y de las cenizas volcánicas en el ambiente lacustre, donde existían abundantes colonias de microorganismos y vegetación acuática; el proceso sufre largas interrupciones durante periodos de sequía, formándose costras endurecidas por deshidratación o secado solar y periodos de gran actividad volcánica, cubriéndose la superficie con mantos de arenas basálticas o pumíticas.

El proceso descrito origina una secuencia ordenada de estratos de arcilla blanda separados por lentes duros de limos y arcillas arenosas, por las costras secas y por arenas basálticas o pumíticas producto de emisiones volcánicas. Los espesores de las costras duras presentan cambios graduales debido a las condiciones topográficas del fondo del lago.

La zona de lomas del suroeste de la ciudad está caracterizada por suelos compactos, arenolimosos, con alto contenido de gravas y tobas pumíticas bien cementadas.



### Zonificación Geotécnica



**Fig. 2.1 Mapa de Zonificación geotécnica del Distrito Federal**



Al sur se tiene el derrame basáltico del Pedregal con espesor máximo de unos 20 m y en general errátil. Al oriente, en las faldas de la sierra de Santa Catarina y alrededor de Chimlahuacán, también se encuentra basalto.

La zona de transición representa seguramente los avances y retrocesos de las riberas de los lagos de Texcoco y Xochimilco-Chalco y en otros casos deltas de ríos, por ello se pueden encontrar en tal parte alternancias de materiales limosos y arenosos compactos con estratos de arcilla muy blanda, la zona de Xochimilco-Chalco se distingue por tener capas de arcillas blandas de gran espesor; en algunas partes alcanza profundidades superiores a los 110 m.

De la descripción anterior podemos agrupar a las distintas delegaciones del área de estudio en zonas de la siguiente manera:

Delegación	Zonificación Geotécnica
Álvaro Obregón	La delegación se encuentra la zona lomas en su parte pétreo y aluvial.
Coyoacán	El 75% de la delegación se localiza dentro la zona de lomas, el territorio en su parte este se ubica sobre zona de transición progresiva y parte en la zona de lago, siendo éste el extremo sur este de la delegación.
Cuajimalpa	Se localiza en su totalidad dentro de la zona de lomas, (pétreo)
Magdalena Contreras	La delegación se ubica en su totalidad en zona de lomas.
Milpa Alta	Se encuentra situada en zona de lomas
Tláhuac	Solamente el extremo sur este de la delegación se encuentra en zona de lomas, la mayor parte de la delegación se caracteriza por suelos lacustre en su parte norte y una pequeña franja de transición progresiva y abrupta al acercarse a los antiguos lagos.
Tlalpan	La delegación se encuentra en su totalidad en zona de lomas.
Xochimilco	La delegación se encuentra localizada en su parte norte dentro de la zona de lago y en parte mínima en zona de transición progresiva, solamente el extremo sur de la delegación se encuentra en zona de lomas.

### II.2.2.- Problemas Geotécnicos.

El conocimiento del subsuelo de la Ciudad de México ha evolucionado con base a las mejoras en técnicas de campo, laboratorio e instrumentación; proporcionando un mejor conocimiento de las características y problemas geotécnicos del mismo.

Gracias a diversas técnicas de campo aplicadas en la zona sur de la Ciudad de México, se han localizado una gran variedad de problemas geotécnicos, los cuales, dependiendo de su magnitud afectan en mayor o menor grado las obras civiles realizadas en el área. Los principales problemas geotécnicos encontrados dentro de la zona en estudio se exponen a continuación.

## Discontinuidades

Las discontinuidades geológicas son un cambio en las características físicas del terreno que se estudia. En el caso particular de la zona sur de la ciudad encontramos que los principales tipos de discontinuidades son originadas por diversos flujos lávicos del volcán Xitle y las generadas por el contacto de los suelos arcilloso-lacustre del Valle con los domos volcánicos que los confinan. Lo anterior ocasiona que partes de la zona en estudio presenten un proceso de hundimiento diferencial y de fisuración del suelo, relacionados con el proceso de consolidación de los suelos blandos. Los principales daños ubicados en la zona de transición se advierten en la zona aledaña al peñón de los baños y en el tramo final de la calzada Zaragoza; mientras que en la zona de lomas cerca de Ciudad Universitaria, en las cercanías del cerro de la Estrella y recientemente en los alrededores de la Noria y Tepepan se observan asentamientos y desarrollo de fisuras.

Las discontinuidades de mayor importancia dentro del área son:

- Contactos brechoides.- contacto de dos clases distintas de lava, un primer flujo lávico sobre el cual derrama un segundo flujo que enfría de manera rápida formando distintos planos inclinados, a la vez que los gases presentes en él no pueden emerger dándose la formación de cavernas.
- Vesículas.- originadas por la presencia de oxígeno y bióxido de carbono que quedan atrapados dentro del material al enfriarse los flujos lávicos, generando una serie de cavidades que poseen espesores de centímetros (cm) hasta metros (m).

## Grietas

Dicho problema geotécnico es el de mayor relevancia en la zona de estudio principalmente en la zona, advirtiéndose la influencia de los antiguos lagos, ganando presencia durante los años 70's debido a la gran cantidad de asentamientos que se pretenden ubicar en dicha zona.

El fenómeno de agrietamiento se genera como consecuencia de la extracción de agua de los diversos pozos construidos para abastecimiento de agua potable, al extraer el agua, se abaten las presiones hidrostáticas en la masa de arcilla, se originan esfuerzos de tensión en el agua. Debido a esto se elimina el flujo horizontal del estrato permeable y se sustituye por una elevada y prolongada evaporación superficial por acción solar, dichas condiciones generan un proceso de consolidación vertical por secado.

Cuando se presenta una precipitación pluvial, se destruyen los meniscos en los espacios generados, se transfieren súbitamente los esfuerzos de tensión del agua al suelo y por consiguiente se genera el agrietamiento.

Otros mecanismos de falla que actúan en la generación de grietas son:

- Deformaciones horizontales asociadas al hundimiento.
- Tensión ocasionada por esfuerzos de filtración.
- Tensiones ocasionadas por la contracción horizontal en la zona drenada por extracción de agua subterránea.
- Consolidación.

## Minas y Cavernas

Problemas geotécnicos generados de manera natural o por acción humana, éstos son de gran cuidado debido a la grave afectación que ocasionan en las obras civiles. Se debe notar que existe una diferencia en ambos problemas.

Las cavernas, detectadas principalmente en las coladas basálticas existentes en la zona sur poniente del Distrito Federal, son originadas debido a que en los derrames basálticos presentados, la lava se enfría en la superficie formando una costra, generando un túnel por el cual la lava fluye hacia niveles inferiores, una vez detenido el flujo, el túnel queda vacío presentando grandes dimensiones y longitudes.

Por el contrario, las minas son ubicadas en la parte sur poniente y oriente del Valle y son generadas debido a la extracción de diversos materiales para construcción en zonas anteriormente deshabitadas, durante dicha extracción se crean minas a cielo abierto o cerradas las cuales no son rellenadas ni ubicadas. Al incrementarse la población, se inicia la construcción de diversos espacios habitacionales que se ubican sobre dichas afectaciones, ocasionando actualmente serios problemas para los pobladores de la zona.

## Taludes y Bloques inestables

Las discontinuidades de los basaltos y del terreno ubicado en la zona de transición presentan planos y fracturas en diversas direcciones, las cuales entre sí forman bloques de roca pertenecientes a un macizo rocoso, éstos se presentan en excavaciones realizadas para construcciones o generalmente en taludes de los macizos rocosos.

Su importancia es que varios de estos taludes o bloques inestables se localizan en zonas urbanas, denominadas "Zonas de riesgo", y varios de ellos presentan un equilibrio inestable, que con cualquier cambio en el estado de esfuerzos caen (en caso de bloques) o deslizan (en caso de taludes). El problema como se menciona es ubicado principalmente en la zona de lomas, en sus barrancas y los caminos que conducen a través de ellos.

## Hundimiento regional

A partir de 1846 se inicia con mayor intensidad la perforación de pozos para obtención de agua potable de los mantos subterráneos del valle. En estos años, la extracción de agua, combinada con los métodos artificiales de drenado, provoca que diversos manantiales naturales se sequen, que el nivel de los lagos decaiga y que el agua del subsuelo pierda presión, presentando la subsecuente consolidación de las arcillas lacustres sobre las que se asienta la ciudad.

En el año de 1895, el hundimiento alcanza un promedio de cinco centímetros por año. Con el creciente bombeo efectuado, en el periodo que va de 1948 a 1953, el hundimiento llega a los 46 centímetros por año en algunas áreas. El hundimiento del terreno constituye un serio problema para la ciudad desde principios del siglo XX. En 1953 se demuestra que dicho hundimiento está asociado a la extracción de agua subterránea, por lo que varios pozos del área urbana son clausurados. Durante el mismo año, se inicia la construcción de nuevos pozos en la región de Chalco, Tláhuac y Xochimilco. De acuerdo con la Gerencia de Aguas del Valle de México, el hundimiento neto en los últimos cien años ha hecho descender el nivel del terreno en la parte



mas afectada de la ciudad un promedio de 7.5 m. El resultado ha sido un daño extensivo a la infraestructura de la ciudad.

La zona de transición en el área de estudio merece especial atención, debido a que en ella se combinan la permeabilidad natural, la rapidez del crecimiento urbano y el incremento del número de pozos de abastecimiento así como zonas con arcillas altamente compresibles con capas de arena acuífera. Lo que, además de inducir la consolidación de los estratos de arcilla, provoca la aparición de grietas.

Actualmente debido a los pozos creados dentro del área de los antiguos lagos, aunada a la generación de vivienda, se detectan problemas de hundimiento en la zona, recordando que dicho factor puede ser precedente de otros problemas geotécnicos.

### **II.2.3.- Desarrollo Urbano.**

A continuación se describen las Delegaciones Políticas que, para efectos de este trabajo, conforman la zona sur del Distrito Federal.

#### Álvaro Obregón

Delegación situada al sur del Distrito Federal; colinda al norte con la delegación Miguel Hidalgo; al oriente con la Benito Juárez y Coyoacán; al sur con Tlalpan, la Magdalena Contreras y el estado de Morelos; y al poniente con Cuajimalpa y el estado de México. Tiene una superficie de 94.5 km<sup>2</sup> (6.3% del total de la entidad), 70% de la cual es de terreno montañoso y el resto de lomeríos y planicies, corresponden al área rural 38.5 km<sup>2</sup>; de la superficie urbanizada, el 78% está ocupado por viviendas; el 3.9%, por industrias; el 6.9%, por servicios y comercios; y el 11.2%, por otros establecimientos.

La delegación cuenta con 687,020 habitantes y la densidad de población es de 6,948.6 habitantes por kilómetro cuadrado. En la cuarta década de este siglo, la apertura de la avenida de los Insurgentes propició el fraccionamiento de terrenos y la construcción de residencias; de 1950 a 1960, ya saturadas las zonas centrales de la ciudad, se edificaron viviendas en los lomeríos, a lo largo de los caminos estos dos fenómenos contribuyeron a ensanchar la traza de San Ángel; de 1950 a 1960 la tasa de crecimiento demográfico fue de 8.13%; de 1960 a 1970 de 6.2 y en las décadas posteriores ligeramente superior al 6%. Varios poblados rurales, entre ellos San Bartolo Ameyalco y Santa Rosa Xochiac, fueron absorbidos por la mancha urbana.

En la zona suroeste de la Delegación han proliferado nuevos fraccionamientos para familias con ingresos medios y altos, lo cual ha encarecido el precio del suelo y provocado la mudanza de la población de escasos recursos. La habitación unifamiliar de tipo popular está siendo remplazada por edificios de lujo destinados a los pobladores que llegan a instalarse. En la zona noroeste habita la gente de escasos recursos, en áreas minadas o con pendientes acentuadas. Allí se combinan los usos habitacional e industrial del suelo; en la zona sureste predominan las residencias, donde se localizan los ejes viales y varios centros comerciales. La delegación tiene un total aproximado de 169 mil viviendas agrupadas en cinco pueblos, siete unidades y 207 colonias, de las cuales 185 son populares. Entre las principales vías de comunicación figuran el Anillo Periférico, las avenidas de los Insurgentes y Revolución, la calzada de las Águilas y las calles que conducen a Coyoacán, San Jerónimo, La Magdalena Contreras y el Desierto de los Leones. El agua para consumo humano proviene del Sistema Lerma, con cinco líneas de distribución, tres de las cuales corresponden a la delegación y son controladas por la Central de



Santa Lucía. Estas líneas tienen 15 depósitos, cuya capacidad varía de 8 mil a 33 mil metros cúbicos.

La zona de Santa Fe se abastece de nueve manantiales y la de Santa Rosa y San Bartolo de otros 10; las viviendas de la delegación el 97.67% disponen de agua entubada; 98.94% cuentan con drenajes; 99.51% disponen de energía eléctrica, y 90.41% tienen escusados.

La Delegación Álvaro Obregón cuenta con 55 rutas de transporte urbano y 770 camiones, 2 estaciones de radio (FM) y 198 oficinas postales. Según el "Perfil Sociodemográfico del Distrito Federal", del total de población que vive en la Delegación, 25.56% es población no nativa del lugar y 8,341 personas hablan alguna lengua indígena.

### Coyoacán

Delegación situada en la porción central del Distrito Federal que colinda al norte con la Delegación Benito Juárez, al oriente con Iztapalapa y Xochimilco, al sur con Tlalpan y al poniente con Álvaro Obregón. Tiene una superficie de 54.4 km<sup>2</sup> (3.6% del total de la entidad), de los cuales 45 están urbanizados. En la parte sur el suelo es de origen volcánico y en la norte de tipo freozem, pues fue ribera de los lagos. Del área total, el 58% está ocupado por viviendas, el 20 por espacios de uso recreativo, el 13.5% por la Ciudad Universitaria, el 3.8% por servicios, el 3.2% por industria, y el resto por usos mixtos. La población pasó de 68,952 habitantes en 1950 a 144,269 en 1960, de 319,794 en 1970 a 597,129 en 1980 y a 640,066 en 1990. Respecto a las viviendas, sabemos que el 76.86% son propias, el 14.84% rentadas, el 7.82% en otra situación y no especificado el 0.48%. La delegación está integrada por 96 colonias. Los asentamientos de gente con bajos ingresos se localizan en la zona de los pedregales, donde persisten problemas de regularización de la tenencia de la tierra. Los moradores de las colonias más antiguas, carentes de recursos, han ido vendiendo sus propiedades y emigrando hacia nuevas zonas periféricas. En el sureste del área las casas han invadido buena parte de los terrenos agrícolas.

En 1982 se calculó que había 117,467 viviendas. El mayor hacinamiento ocurre en los pedregales y Santa Úrsula y en los poblados de San Francisco Culhuacán y Carmen Serdán.

Los servicios educativos son excelentes, en Coyoacán se encuentra la Ciudad Universitaria, perteneciente a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el Tecnológico de Culhuacán, 9 preparatorias, 101 secundarias, 224 primarias y 183 jardines de niños. A las instituciones de educación superior concurren estudiantes del Distrito Federal y de toda la República.; funcionan también seis hospitales, grandes instalaciones deportivas, teatros, cines y salas de conciertos, y los clubes de golf Churubusco y Campestre.

La delegación cuenta, además, con 129 ha de plazas y jardines y 200 más de parques urbanos; los mayores espacios abiertos son los Viveros de Coyoacán, el ejido de Tepetlapa y el corredor de 200 m de ancho a lo largo de cuatro kilómetros del canal nacional. La vialidad muestra insuficiencia en el sentido oriente-poniente, pese a que la Avenida de las Torres se ha habilitado como una vía transversal primaria.

De norte a sur corren las avenidas Revolución, Insurgentes, Universidad, México, Centenario, División del Norte, Tlalpan y Canal de Miramontes, y las líneas dos y tres del Metro. Coyoacán cuenta con 64 rutas de transporte colectivo.

### Cuajimalpa

Delegación situada al suroeste del Distrito Federal; colinda al norte, al poniente y al sur con el Estado de México, al oriente con la Delegación Álvaro Obregón y al noreste con la Miguel

Hidalgo. Su población pasó de 57,597 habitantes en 1975 a 103,885 en 1980 y a 119,669 en 1990. Su clima es templado y en ocasiones frío. La temperatura media mínima es de 2 °C y la media anual varía de 19 °C en la parte baja a 8 °C en la alta, la precipitación pluvial oscila entre 1,200 y 1,500 mm al año, la profusión de bosques permite que la lluvia alcance de 80 a 140 mm en 24 h, su altitud es de 2,445 m sobre el nivel del mar. El 95% del territorio de la delegación son montañas y cañadas dispuestas de oriente a poniente, y el resto planicies y lomeríos los cerros más altos son San Miguel (3,775 m), Sehuiloya (3,740 m), Las Palmas (3,700 m), Santa Rosa (3,550 m), La Marquesa (3,280 m), Cruz Blanca (3,159 m) y Los Padres (2,890 m). Estos forman parte de la Sierra de las Cruces, que separa la Cuenca de México del Valle de Toluca. Hacia el poniente, donde se encuentra el Parque Nacional del Desierto de los Leones, la vegetación pinácea es rica; hacia el oriente escasean los árboles, pese a una reforestación reciente.

En esta zona ha bajado la fertilidad de la tierra y los procesos erosivos van en aumento. En las áreas donde se explotaban las minas de arena, el suelo acusa desniveles de más de 90 m; en general, se distinguen tres zonas: las áreas urbanas nueva y tradicional y los poblados rurales. Las comunicaciones entre las tres zonas son insuficientes debido a las irregularidades del terreno, lo cual ha propiciado asentamientos a lo largo de la carretera México-Toluca, del camino Santa Fe-La Venta y del antiguo Camino Real a Toluca. Las áreas rurales han sido ocupadas por urbanizaciones de sectores económicos altos, que han desplazado hacia barrancas y cerros a la población de escasos recursos.

El uso habitacional y comercial del suelo ocupa el 95% de la zona urbanizada, la vivienda típica es unifamiliar y tiene de uno a tres niveles, la rapidez del crecimiento y la falta de controles oficiales han propiciado la ocupación ilegal de grandes superficies, vendidas fraudulentamente. Estos asentamientos, por su localización, resultan poco adecuados para que se les brinden servicios. En la parte tradicional las redes de agua y drenaje satisfacen el 86% de la demanda. La falta de alcantarillado en algunos lugares, el uso de fosas sépticas y el desalojo de desechos a cuencas naturales propician contaminación de los mantos freáticos.

La delegación cuenta con, 9 rutas de autotransporte urbano colectivo; las calles pavimentadas y el transporte público dan servicio al 50% de la zona urbanizada y la energía eléctrica llega al 80% de los habitantes. Según el Perfil Sociodemográfico del D.F., hay 19.95% de población no-nativa y el 0.9% de la población total habla, además del español, alguna lengua indígena.

En Cuajimalpa existen 58 jardines de niños, otras tantas primarias, 40 secundarias, una preparatoria y un tecnológico; un centro hospitalario, cinco dispensarios gratuitos y tres sanatorios particulares; una excelente Casa de la Cultura, cuatro bibliotecas, siete unidades deportivas, teatros al aire libre, cuatro jardines públicos y dos parques nacionales: el Desierto de los Leones, ya reacondicionado, y el Valle de las Monjas, a punto de extinguirse. La delegación está integrada por 59 localidades, de las cuales 31 son colonias, 22 pueblos, cuatro barrios y dos fraccionamientos (Bosques de las Lomas y Rincón de las Lomas). El cultivo de algunas plantas, especialmente el maguey pulquero, cayó en desuso. Y como no hay fábricas y las actividades primarias son de subsistencia, los cuajimalpenses tiene que viajar varias horas todos los días para llegar a sus centros de trabajo. A la vez, los inmigrantes, no en grandes cantidades como en otras delegaciones, se instalaron, sin crear graves problemas, en las barrancas y en las laderas de los cerros. Estos fenómenos le han dado carácter a la delegación hasta la fecha.

### Magdalena Contreras

Delegación del Distrito Federal que colinda al norte y al poniente con la de Álvaro Obregón y al sur y al oriente con la de Tlalpan. Tiene una superficie de 68 km<sup>2</sup> (4.6% del área de la entidad)

y una densidad demográfica promedio de 2,832 habitantes por km<sup>2</sup>, la población, que en 1950 era de 21,955 personas, subió a 40,724 en 1960, 75,429 en 1970 y 173,105 en 1980, es decir un aumento de casi ocho veces en 30 años. Para 1990 se registraron 195 041 habitantes, de los cuales el 21.69% es población no nativa y 2,553 personas hablan alguna lengua indígena.

Sólo la quinta parte del territorio está urbanizada y de ella el 98% está destinado a usos habitacionales, de modo que los vecinos trabajan y se abastecen en su gran mayoría fuera de la delegación. Abundan las residencias unifamiliares rodeadas por grandes jardines especialmente en el área de San Jerónimo. En contraste, se han formado agrupamientos de casas precarias, sobre todo en el Cerro del Judío.

Cuenta con el 22.4% del total de viviendas particulares, las cuales disponen de agua entubada el 94.09%, drenaje el 94.61%, electricidad el 97.51% y servicios sanitarios el 87.95%. La delegación cuenta con 35 jardines de niños, 62 escuelas primarias, 16 secundarias, las unidades del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) para el adiestramiento de adultos en actividades artísticas y artesanales, y la Escuela Superior de Guerra.

Existen tres centros hospitalarios públicos y 22 sanatorios privados; 12 bibliotecas y 10 unidades deportivas. Se presentan problemas de vialidad debido a la estrechez de la mayoría de las calles, a la doble circulación, a la falta de continuidad, de señalamientos adecuados, y a la insuficiencia de las calles transversales. Las principales vías de comunicación son el Anillo Periférico y las avenidas San Bernabé, San Jerónimo, San Francisco, Camino a Santa Teresa, Luis Cabrera, Cruz Verde y Corona del Rosal.

La delegación cuenta con 10 rutas de autotransporte urbano y 151 camiones, la zona tiene 4,400 ha. de bosques, consideradas zona de conservación y de fortalecimiento del cinturón verde de la capital.

El río de La Magdalena, causa a la vez de prosperidad y problemas, nace en la ladera noreste del cerro de San Miguel, en la sierra de las Cruces. Por su margen derecha se le une el río de Eslava, que baja de la sierra del Ajusco, y por la izquierda el de Mixcoac.

A partir de esta confluencia se le construyó en 1808 un lecho artificial de arena hasta su desembocadura en el lago de Xochimilco, y a mediados de este siglo fue entubado y conducido hacia el desfogue del lago de Texcoco. Cuando se hizo el repartimiento de sus aguas, surtía a tres pueblos (Totolapa, La Magdalena y San Jacinto), tres barrios (Ocoatepec, Tizapán y Pitingo), tres haciendas, seis batanes, cinco obrajes, cuatro molinos y 10 huertas. A fines del siglo XIX esta misma corriente fluvial movía la maquinaria de las fábricas textiles de Contreras (La Magdalena), El Águila Mexicana y Tizapán, y las de papel de Santa Teresa y Loreto.

### Milpa Alta

Delegación política del Distrito Federal que colinda al norte con las delegaciones Xochimilco y Tláhuac, al oriente con Tlalpan, al sur con el estado de Morelos y al poniente con el de México. Tiene una superficie de 281 km<sup>2</sup> (18.7% del área de la entidad), las dos terceras partes del territorio son montañosas, con alturas que varían entre los 2,300 msnm.

Los cerros Cuautzin, Tetzacoatl, Tulhiac, Acopixco, Piripitillo, San Bartolo, Tláloc, Telcuayo, Comalera, Chichinautzin, Ocotecatí y Loma del Madroño. En el resto de la delegación hay estrechos valles y declives suaves, la población, que en 1950 era de 18,212 habitantes, aumentó a 24,379 en 1960, a 33,694 en 1970 y a 53,616 en 1980; para 1990 llegó a 63,654, es decir, que creció 3.5 veces en 40 años, la densidad demográfica promedio es de 226.5 personas por kilómetro cuadrado.

Milpa Alta está comunicada con el centro de la Ciudad de México, ya que cuenta con 15 rutas de autotransporte.



Las redes de agua potable, pavimento y drenaje cubren en su totalidad las zonas urbanas; actualmente se ha dotado de agua entubada al 86.14% de las viviendas, con drenaje al 84.83%, el 98.01% con electricidad y el 77.7% con servicios sanitarios.

La cabecera de la delegación está dividida en seis barrios, funcionan 33 jardines de niños, 37 primarias, 14 secundarias, el Colegio de Bachilleres y una escuela vocacional dependiente del Instituto Politécnico Nacional.

En la actualidad, Milpa Alta se comunica con la ciudad de México por dos calzadas: una que pasa por Tláhuac e Iztapalapa y otra que toca Xochimilco y Tlalpan. Un tercer camino la une con Mixquic y Chalco, el aspecto de la cabecera delegacional es contrastante, pues a su condición rural, al pie del cerro Teuhtli, parecen no corresponder las calles asfaltadas, algunas con fuerte pendiente, aunque esta ventaja urbana resulta indispensable por su intenso comercio. Las casas y las bardas son en su mayoría de piedra, por la abundancia de roca volcánica en la región. colindando con las fincas se hallan extensos lomeríos plantados de nopales, en perfecto alineamiento, a diferencia de los que crecen silvestres.

### Tláhuac

Delegación situada al este del Distrito Federal, colinda al norte con Iztapalapa, al oriente con los municipios de Chalco e Ixtapaluca del estado de México, al sur con Milpa Alta y al poniente con Xochimilco. Tiene una superficie de 93 km<sup>2</sup> (6.2% del área de la entidad). El número de habitantes ha ido creciendo en la forma siguiente: 19,511 en 1950, 29,880 en 1960, 62,419 en 1970 y 146,923 en 1980, o sea que aumentó 7.5 veces en 30 años. El incremento absoluto en los 10 últimos años fue de 84,504 personas. Este fenómeno se debe a la inmigración de gente del campo a la capital y a la mudanza, hacia zonas periféricas, de quienes han ido siendo desplazados del centro de la ciudad, bien por los cambios en el uso del suelo o por la elevación de las rentas y el valor del terreno; la quinta parte de la superficie delegacional está urbanizada y el resto sigue siendo área rural.

De aquélla, la mitad está ocupada por habitaciones, 6.6% por servicios, 3.5% por industrias, 20.1% por espacios abiertos y lotes baldíos y 19.8% por la vialidad. En la zona no urbanizada, 95.7% de la tierra es de uso agrícola, 2.7% corresponde a suelos con pendiente pronunciada, 0.8% es inundable y el resto se dedica a la chinampería y a los caminos rurales e interurbanos. En un sentido topográfico, 90% del terreno es de planicies y lomeríos y 10% de cerros volcánicos. El medio ambiente ha sufrido deterioros debido a la tala de los bosques y a la reducción de las áreas en que se desarrollaban.

Hay en la delegación 70,485 viviendas. Las de tipo unifamiliar (69%) se encuentran distribuidas en toda el área. Las plurifamiliares (25%) se localizan principalmente en la parte norte de San Francisco Tlaltemango y el resto en los conjuntos habitacionales. El comercio se ha establecido a lo largo de la calzada México-Tulyehualco, igual que la industria incipiente, en su mayoría ligera y mediana. Los parques públicos se ubican en el centro de cada uno de los poblados; y la zona agrícola y de chinampas se encuentra al sur de la sierra de Santa Catarina.

En la delegación funcionan 116 jardines de niños, 104 escuelas primarias y 35 secundarias; siete centros de salud, dos clínicas y 52 consultorios; siete bibliotecas, una sala de espectáculos y 12 centros deportivos. Tláhuac está comunicada con el resto del área urbana por la calzada México-Tulyehualco, la carretera Mixquic-Chalco y la autopista México-Puebla. El abastecimiento de agua proviene de las fuentes subterráneas del valle de México y, en menor proporción, del valle de Lerma. En este aspecto, se atiende a más del 95% de la demanda delegacional. Los otros servicios —drenaje, electricidad, pavimentos— se van ampliando paulatinamente.



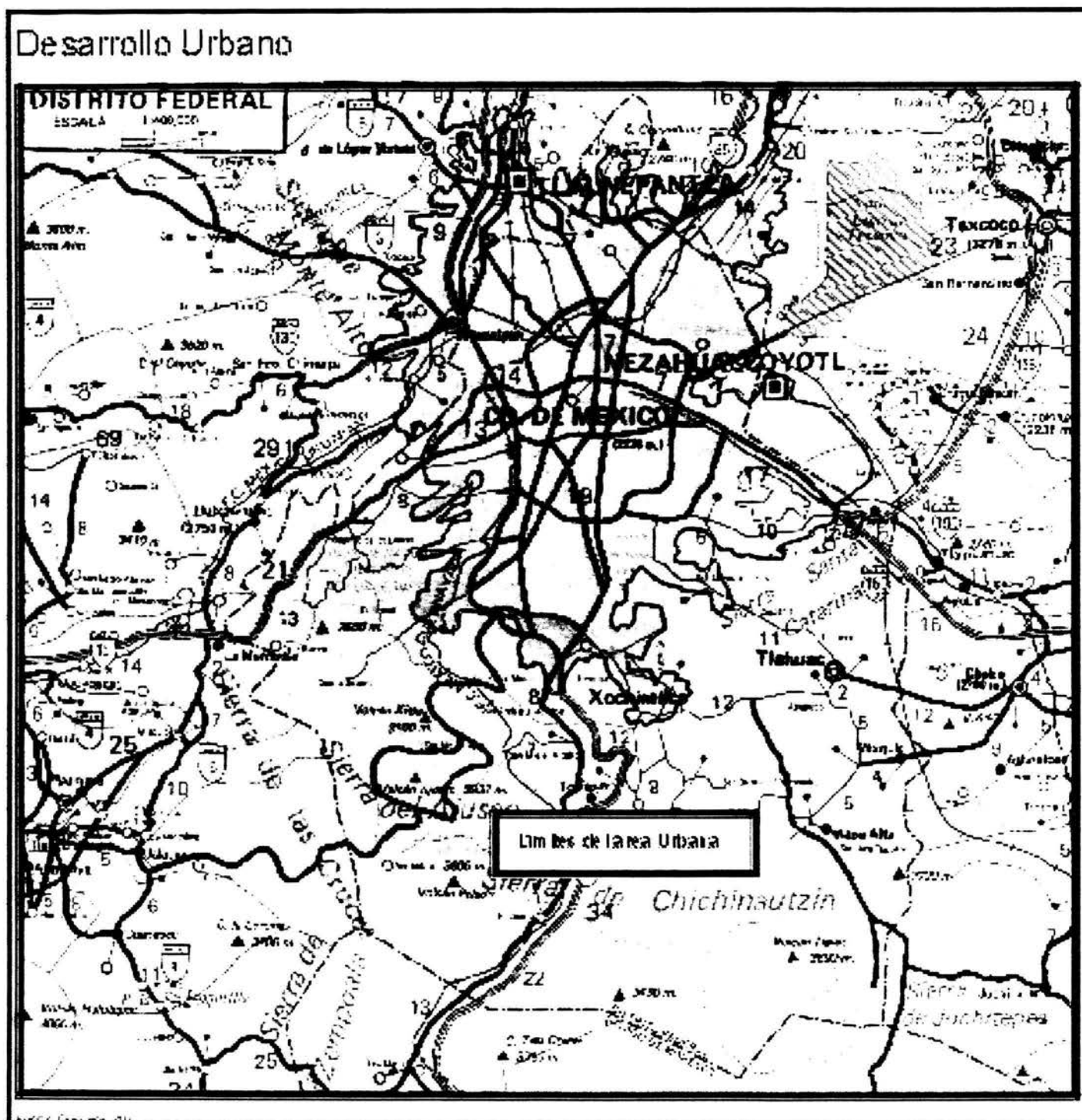


Fig. 2.2 Desarrollo Urbano del Distrito Federal

### Tlalpán

Delegación situada al sur del Distrito Federal, colinda al norte con Álvaro Obregón y Coyoacán, al oriente con Xochimilco y Milpa Alta, al sur con el estado de Morelos y al poniente con el Estado

de México y La Magdalena Contreras. Tiene una superficie de 312 km<sup>2</sup> (20.8% del área total de la entidad).

La delegación cuenta con 484 866 habitantes. La densidad demográfica promedio es 1,554 habitantes por km<sup>2</sup>, del total de viviendas, 5.76% son particulares y, de éstas, 85.59% dispone de agua entubada, 84.21% cuenta con drenaje y el 98.69% recibe suministro de energía eléctrica. Según el tipo de tenencia: 70.40% del total de viviendas son propias, 11.69% rentadas y 9.34% otra situación. La delegación cuenta con 42 rutas de autotransporte urbano y 564 camiones. Del total de la población que vive en Tlalpan, 26.39% no es nativa del lugar.

La delegación comprende la cabecera, ocho pueblos, siete barrios, 51 colonias, 22 unidades habitacionales y 13 fraccionamientos. Algunas zonas urbanas ya saturadas, carecen de infraestructura y equipamiento adecuados. Igual ocurre en las áreas rurales, el gran número de viviendas –108 mil aproximadamente– se debe a la demanda de suelo urbano que generan los inmigrantes en el valle de México.

En lo que se refiere a cuestiones educativas, Tlalpan cuenta con 185 jardines de niños, 219 primarias, 93 secundarias, 8 escuelas de nivel medio superior y varias instituciones de formación profesional: las escuelas de Enfermería y Obstetricia y de Antropología e Historia, el H. Colegio Militar, El Colegio de México, el Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social, la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, el Seminario Conciliar de México y las universidades Intercontinental, Pedagógica y del Valle de México. Funcionan cinco clínicas del Instituto Mexicano del Seguro Social, tres del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado y una de la Secretaría de Salud, los institutos nacionales de Cardiología y de la Nutrición y los hospitales Psiquiátrico e Infantil del Sistema Nacional para el Desarrollo Integral de la Familia. Estos últimos nosocomios atienden enfermos de toda la República. En materia de cultura y recreación, hay siete bibliotecas, seis salas de espectáculos y 17 centros deportivos.

Debido a su situación geográfica, Tlalpan es territorio de tránsito carretero y ferroviario hacia los estados de Morelos y Guerrero. La vialidad primaria la constituyen las avenidas de los Insurgentes, San Fernando y Picacho, el Anillo Periférico, las calzadas de Tlalpan, Tenorios, Acoxta y México-Xochimilco, y los circuitos Padierna 2000 y Bosque del Pedregal. El 85% de la población dispone de los servicios de agua potable y drenaje.

### Xochimilco

Delegación situada en el sur del Distrito Federal, colinda al norte con Iztapalapa, al oriente con Tláhuac, al sur con Milpa Alta y al poniente con Tláhuac. Tiene una superficie de 122 km<sup>2</sup> (8.1% del área total de la entidad), de los cuales 11 corresponden al área urbana, 30 al antiguo vaso el lago, y 86 a la parte montañosa. El servicio de alumbrado público se inició en 1909, se extendió a varios poblados rurales en 1948, se instalaron luces mercuriales en 1971 y las de vapor de sodio se pusieron en el centro en 1980.

La primera etapa del drenaje se hizo de 1937 a 1940; y la segunda, de 1966 a 1975, aunque contribuyó a la contaminación de los canales. El agua potable se introdujo en 1913 y la red de distribución se ha ido extendiendo, aun cuando todavía hay pueblos que carecen de ese servicio. Los tranvías eléctricos procedían de 1908 y las líneas de autobuses de 1929.

Forman parte de la delegación la cabecera con sus 12 barrios y 15 pueblos donde se han formado 76 colonias. En la porción urbana, el 65% del suelo está ocupado por habitaciones, el 15% por industrias y el 20% por comercios y servicios.

En 1990, según el Perfil sociodemográfico para el Distrito Federal del XI Censo General de Población y Vivienda, Xochimilco tenía una población de 271 mil personas, de las cuales 134 mil eran hombres y 137 mil eran mujeres. En la delegación había en esta fecha 52,966 viviendas particulares, de las cuales el 76.14% era propia y el 16.29% era alquilada; además, de este total más del 90% disponía de agua entubada y electricidad, y más del 80% contaba con drenaje y servicios sanitarios. En los años más recientes se han multiplicado los fraccionamientos residenciales y las habitaciones de tipo departamental. Las localidades rurales más importantes son San Lorenzo Atemoaya, San Mateo Xalpa, San Andrés, San Francisco y Santa Cecilia. Funcionan en la delegación 122 jardines de niños, 122 primarias, 45 secundarias, dos escuelas de enseñanza media superior, una normal, y la Unidad Xochimilco de la Universidad Autónoma Metropolitana; una clínica del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado, dos centros de salud y un hospital regional; ocho centros culturales y 19 instalaciones deportivas, entre ellas el Canal Olímpico de Cuemanco, para competencias de remo y canotaje, y el Centro Deportivo Xochimilco. La zona chinampera ha significado históricamente un espacio de recreación para los habitantes de la ciudad de México y un atractivo para los turistas.

Las principales arterias de comunicación son el Anillo Periférico, las calzadas de Tlalpan, del Hueso y México-Xochimilco, y las avenidas División del Norte, Nativitas y Canal de Miramontes. En la cabecera es ostensible la saturación vial los domingos y días festivos, por la concurrencia de visitantes a los mercados y a la zona de chinampas. El deterioro ambiental es menor que en otras delegaciones más densamente pobladas. Sin embargo, la sobreexplotación de los recursos acuíferos agotó el caudal de los manantiales y ha provocado hundimientos en el terreno lacustre.

En la actualidad existen nueve canales: Cuemanco, Apatlaco, Cuauhtémoc o Nacional, Tezhuilo, Apampilco, Toltenco o del Japón, Oztotenco o la Noria, Amelaco y Atlitic; y siete lagunas importantes: El Toro, La Virgen, Tlilac, Tliculli, Tezhuizotl, Caltongo y Xaltocan. De los antiguos ríos San Lucas, Santiago y San Buenaventura, sólo queda el último, aunque entubado y con poca agua. Los embarcaderos son los de San Diego o La Contratada, que sirvió de muelle a los vapores; El Salitre, desde 1921, donde se cargaban legumbres y ahora se embarcan los turistas; Santa María de Nativitas, abierto en 1932; San Cristóbal o Antigua Unión (1935), Caltongo o Aarón Sáenz (1936), donde hay 210 canoas para paseos; Belén (1960), Fernando Celada (1968) y Nuevo de Nativitas (1972).

### **II.3.- Criterios para la integración por delegaciones de la zona sur del Distrito Federal.**

#### **II.3.1.- Geografía.**

Como se mencionó anteriormente, el Distrito Federal está situado dentro de una compleja estructura geomorfológica donde se ubican notables elevaciones de terreno, producto de procesos tectónicos y volcánicos, con una planicie que se extiende sobre el fondo del Valle y las zonas de transición de pendiente variable, esta descripción corresponde también a la región sur del Distrito Federal. Los elementos geomorfológicos más notables localizados en la región son; la sierra de las Cruces al poniente y el cerro Chichinautzin al sur, sur-este de la zona, originados ambos mediante orígenes volcánicos. Además de estas formaciones encontramos zonas de piedemonte o transición en las cuales el material expulsado por las formaciones volcánicas se fue asentando originando así terrenos con pendientes suaves en el cambio de zona de lago a zona de lomas, no en todos los casos existe esta transición suave.



De manera particular en algunas delegaciones de la zona existen planicies producto de la anterior existencia de lagos dentro del valle, estas regiones son consideradas de inundación.

Es necesario saber que los datos de geología del D.F, muestran la predominancia de roca ígnea extrusiva que ocupa el 68% de la superficie total, para el caso más específico de nuestra área de estudio ubicada dentro del 32% restante al sur del D.F., se encuentran elevaciones importantes, como la sierra de Guadalupe y su elevación principal, Cerro de Chiquihuite, con 2,730 msnm.; en Tláhuac, el Volcán Guadalupe, con 2,820 msnm.; en Milpa Alta, el Volcán Teuhtli, con 2,710 msnm y el Cuautzin, con 3,510 msnm, el Tlaloc, con 3,690 msnm y el Chichinautzin, con 3,490 msnm; en la delegación Magdalena Contreras, es atravesada por la sierra de las Cruces con elevaciones de hasta 3,500 msnm.

La topografía en general es de sierra, lomeríos y llanura lacustre, así tenemos pues que en la delegación Cuajimalpa la geología y geomorfología se caracteriza en su mayoría por áreas con lomas, formadas por rocas o suelos generalmente firmes que fueron depositados fuera del ambiente lacustre, pero en los que pueden existir, superficialmente o intercalados, depósitos arenosos en estado suelto o cohesivos relativamente blandos. En esta zona, es frecuentemente la presencia de oquedades en rocas y de cavernas y túneles excavados en suelo para explotar minas de arena, por lo que las construcciones deben edificarse sobre terrenos que no presenten estas características; o bien, disponer de un tratamiento adecuado, lo que implica una adecuada investigación del subsuelo previa la construcción.

Su territorio está formado por rocas de origen ígneo y existen depósitos de material originados por una erupción volcánica. En ella se encuentran una serie de volcanes más o menos alineados de norte a sur y paralelos a ellos se desarrollan valles profundos y escalonados. Estas formaciones pertenecen a la sierra de las Cruces.

En general se puede decir que en las zonas de mayor altitud existen fallas geológicas, presentándose una serie de fracturas, barrancas y cañadas.

La delegación Magdalena Contreras presenta una fisiografía y topografía esencialmente montañosa, con fértiles cañadas y tupidos bosques, mientras que su relieve es variable, desde los 2,500 msnm al nororiente de la delegación hasta los 3,700 msnm al extremo surponiente, siendo sus principales elevaciones el Parque de los dínamos y el Cerro del Judío, dentro de suelo Urbano; los de Sasacapa, Tarumba, Panza y Netzehuiloya como los más importantes dentro del suelo de Conservación. Se caracteriza por tener un relieve accidentado, pues existen algunas barrancas como Texcatlaco, que además de ser la más grande longitudinalmente es un bordo que divide a esta delegación de la delegación Álvaro Obregón, también se encuentran en éstas las barrancas Coyotes, Teximacoya, Carbonera y Anzaldo.

Las barrancas funcionan como cauces de las aguas que afloran de los manantiales y de las aguas pluviales de temporal. La vegetación en las barrancas favorece la absorción de agua a los mantos freáticos y contribuye a la conservación del suelo, evitando la erosión por agua y por viento.

El estado que guardan las barrancas no es del todo aceptable ya que debido a la deficiencia de los servicios de drenaje en la zona surponiente y a los asentamientos irregulares se han formado a lo largo de los últimos 20 años, han provocado que las descargas residuales se realicen a cielo abierto, aprovechando las barrancas existentes (39.5 km), provocando focos de infección y contaminación de mantos acuíferos.

Existen también en un 50% de su superficie pendientes superiores al 15% las cuales presentan problemas al desarrollo urbano. Las zonas con menor pendiente considerada esta dentro de los rangos de 0 al 2%, se encuentran dispersas a lo largo del límite sureste de la delegación, en la colindancia con la Delegación Tlalpan. Las zonas con pendientes dominantes del 2 al 5% se distribuyen en la parte noreste y sureste del área de estudio así como algunas



pequeñas manchas dispersas dentro del área urbana. Por otra parte, cerca del 50% de la mancha urbana tiene pendientes del 5 al 15%, que si bien no representan riesgos de servicios sí presentan riesgos de inundación cuando la transición de una pendiente alta a una menor es muy corta.

Las pendientes superiores al 15% se encuentran concentradas en el área norte y oeste de la delegación. En general su topografía está compuesta por barrancas y lomeríos.

En el aspecto geológico existen tres fracturas dentro del área de la delegación, dos de ellas que corren de suroeste a noreste y una en la parte norte de oeste a este. Estas tres fracturas son relativamente cortas y no ofrecen grandes peligros aunque una de ellas coincide en un área de suelo colpasable pero fuera de suelo urbano.

Las elevaciones topográficas que presenta se deben a que en su totalidad la delegación se ubica en la serranía que limita por el poniente al Distrito Federal con el Estado de México.

Milpa Alta tiene características fisiográficas correspondientes a la zona Geográfica del Altiplano Mexicano, las condiciones topográficas de la delegación son las siguientes. Existen pendientes que se presentan en un promedio que va del 05% dentro de los poblados rurales al 15% en las laderas de los cerros circundantes.

Con relación a sus características geológicas, encontramos que Milpa Alta se localiza en un área sometida a procesos tectónicos y volcánicos, enclavada en la sierra del Chichinautzin. El suelo está formado 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.

Tláhuac formó parte de los lagos de Xochimilco y Chalco, que al secarse originaron una superficie de suelo lacustre. Cuenta con tres zonas: plana o lacustre, de transición y de lomas. En la primera predominan depósitos de tobas, limos, arcillas y arenas finas; en la segunda existen pequeños estratos de arcillas, arenas y gravas; y en la de lomas hay grava, arenas, bloques, coladas de basalto, lavas y piroclastos. La sierra de Santa Catarina, con alturas de hasta 2,800 msnm., es un cinturón volcánico en etapa de elevación reciente. Su estructura geológica propicia una alta permeabilidad, por lo cual es una zona de recarga del acuífero.

Sus principales elevaciones que se encuentran dentro del territorio delegacional son: Volcán Guadalupe, Volcán Xaltepec, Cerro Tecautzi y Cerro Tetecón, en la sierra de Santa Catarina y el Volcán Teúhtli al sur.

En Tlalpan se encuentra la siguiente orografía la cima del cerro de Xochitépetl, la Loma de Atezcayo, la cima del cerro del Guarda u Acopiaco y la cima del Cerro Chichinautzin, el Cerro Tesoro, la cima del Cerro de Tuxtepec además de que tiene las mojoneras Tleciuales, tras el Quepil, Agua de Lobos, Horno Viejo, La Lumbre, segundo Picacho y Cruz del Morillo y la Barranca de los Frailes o Río Eslava.

A lo anterior podemos decir que 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 Xitle).

Así tenemos que las zonas de lomas se localizan al sur y surponiente de la delegación en suelo de Conservación y corresponde a la sierra del Ajusco, Volcán Xitle y Sierra Chichinautzin, comprendiendo a poblados rurales. La transición se localiza al sur de la Avenida Insurgentes, hacia los poblados rurales de San Andrés Totoltepec, San Miguel Xicalco, Magdalena Petlacalco, la zona de Padierna y la zona lacustre en la parte centro y oriente de la delegación.

En la delegación Xochimilco existen elevaciones importantes como los volcanes: Teuhtli y Tzempole y los cerros: Xochitepec y Tlaculleli de 2,710 msnm a 2,420 msnm.

Su orografía es la siguiente, al suroeste tenemos la cima del Cerro Teuhtli y la cumbre del Cerro de Tlaxmacaxco o Tlasmacatongo, al suroeste en línea recta no hay accidente definido y al oriente la Loma de Atezcayo, al norte la cima del cerro de la Cantera y la cima del Cerro Xochitepec.

En cuanto a la geomorfología del lugar, el 30% del terreno de la delegación, en su parte norte, se localiza dentro de la zona geomorfológica lacustre. El acuífero de esta zona se hospeda en materiales granulares de baja a mediana permeabilidad. Es cubierto por un acuitardo alojado en las grallas lacustres que pueden tener hasta 300 m de espesor en Xochimilco-Chalco. El 70% restante se ubica en la zona hidrológica I. Esta zona se localiza en las porciones sur y oriente del Distrito Federal formando las sierras Chichinautzin y Santa Catarina. Está constituida por rocas basálticas de alta permeabilidad, mismas que a su vez alojan los acuíferos de mayor rendimiento de la cuenca. Así como las zonas de recarga más importantes, haciendo que la calidad del agua sea excelente en la mayoría de los pozos localizados en la sierra de Chichinautzin, con excepción de algunos ubicados en la porción sureste que se han contaminado por afluentes locales.

Por lo anterior, la cuenca hidrológica de Xochimilco es vital para el equilibrio ecológico de la Ciudad de México. Por lo que es de gran importancia tomar acciones orientadas a la preservación y protección del lago, los canales, las chinampas y las montañas pues están íntimamente relacionados formando un ecosistema.

Sus características geológicas más importantes están representadas por la zonas plana o lacustre, de lomas y de transición. En la zona plana o lacustre predominan sedimentos de tipo arcilloso intercalados con arenas de grano fino; en esta zona se formó el sistema de canales de Xochimilco ubicados en la parte norte de la delegación, en donde se presentan además basaltos fracturados de gran permeabilidad.

La zona de transición esta localizada entre las regiones altas y bajas, se compone de grava y arenas gruesas intercaladas con arcillas y pequeñas coladas de basalto (derrames líquidos producidos por erupciones volcánicas). Por último, en la zona de lomas existen intercalaciones de basaltos, tobas y vesículas que se formaron en estos materiales ocasionado por el enfriamiento de lava original.

La zona lacustre está localizada en la parte centro y norte de la delegación anteriormente tanto flora y fauna eran abundantes y variadas.

### **II.3.2.- Hidrografía.**

Para hacer la caracterización hidrológica es necesario mencionar que las cuencas y zonas hidrológicas según la carta hidrológica de aguas superficiales, 1:250,000 del INEGI ubica tres regiones hidrológicas en el D.F., la región Lerma Santiago, la del Balsas y la del Pánuco, espacio donde confluyen 3 cuencas, la cuenca del Río Moctezuma que ocupa la mayor superficie del D.F. (94.90%) donde se ubican las delegaciones existentes y que corresponde a la región del Pánuco; la cuenca del Lerma Toluca que ocupa el 0.50% de la superficie y corresponde a la región Lerma Santiago (abarca una pequeña porción de las delegaciones Magdalena Contreras y Cuajimalpa) y finalmente la cuenca del Balsas que ocupa un 4.60% de la región del Balsas (abarca la parte sur de las delegaciones de Milpa Alta y Tlalpan).

Ahora bien, otras características más específicas de las delegaciones son: Para Cuajimalpa tenemos que en sus partes más altas presentan fallas geológicas que hacen que se infiltren grandes volúmenes de agua precipitada hacia la planicie donde la permeabilidad se hace

prácticamente nula, por lo que se forman pequeños cauces, por donde corre superficialmente el agua de lluvia en forma de lodo estacional. Entre las corrientes de agua de la zona destacan los ríos Tacubaya, Santo Desierto y Borracho.

En la delegación Magdalena Contreras existen cuatro corrientes de agua superficial importantes, los ríos Magdalena, Chichicarpa, las Regaderas y Oxaixtla.

Algunos cauces a cielo abierto como el río Magdalena es el único en el Distrito Federal que sigue siendo de agua dulce sin embargo al realizar su curso por el área urbana, desempeña funciones de drenaje, al introducirse en la zona urbana recibe descargas de varios colectores que se encuentra a su paso. El río se encuentra entubado a partir del Pueblo de la Magdalena Contreras, con tubería de concreto armado de diámetro variable de 61 a 107 cm y descarga a la Presa Anzaldo. Su cuenca presenta factores elevados de escurrimiento debido a que gran parte del área se encuentra pavimentada, aunado a más fuertes precipitaciones registradas cada año que originan grandes caudales en época de lluvia

Este río recibe la aportación del Río Eslava una vez rectificado su cauce, incrementando en más del cien por ciento, lo que origina desbordamientos aguas debajo de la confluencia de ambas corrientes y antes de llegar a la Presa Anzaldo donde finalmente descarga.

Con el objeto de disminuir los índices de contaminación del río, se llevó a cabo la eliminación de todas las descargas domiciliarias que vertían en él, mediante la incorporación de colectores marginales.

El río Eslava nace en la sierra del Ajusco con dirección sureste-noreste, es utilizado como cuerpo receptor de las aguas negras de las colonias San Nicolás Totolapan y Lomas de Padierna. Se encuentra entubado a la altura de la colonia la Concepción con tubería de concreto armado de diámetro variable de 45 a 91 cm hasta su descarga al río Magdalena.

Se puede considerar prácticamente como el límite de las delegaciones Magdalena Contreras y Tlalpan, inicia en la cota 2,735 msnm y durante su recorrido se aloja en ambas delegaciones, descargando finalmente en la Magdalena Contreras.

Su cuenca inicia a la altura de la colonia Bosques del Pedregal (en la delegación Tlalpan), recibiendo los escurrimientos de las colonias Pedregal, Chichicarpa, Ejidos del Pedregal, Barrios Las Calles y Plazuela del Pedregal. Su cuenca es de las más extensas, presentando factores de escurrimiento relativamente bajos debido a la gran parte del área no urbanizada.

En épocas de avenidas registra gastos elevados los cuales son captados por el río Magdalena antes de su descarga final. Cabe mencionar que este río fue rectificado en su cauce original, desviándolo hacia el río Magdalena.

Registra precipitaciones de las cuencas normales dentro del Valle de México. Además se construyó el colector marginal para mejorar el funcionamiento del río.

El río Coyotes más conocido como el río San Jerónimo, se forma al bifurcarse el río Presillas a la altura de la calle Lena, el que a su vez alimenta a la planta potabilizadora del mismo nombre (DGCOH.1995).

Cabe mencionar que por su sistema de barrancas y cañadas es una delegación muy importante para recarga de acuíferos.

En cuanto a recursos hidrológicos la delegación Milpa alta cuenta con los siguientes arroyos o ríos intermitentes: el Cuautzin, ubicado al noroeste y el Tlatixhualanca al noreste.

Dentro del territorio de la delegación Tláhuac fluyen cuatro canales, el de Chalco y el Guadalupano, son importantes para la zona chinampera de la delegación y un atractivo de tipo turístico; los otros dos son el Atecuycuac y el Amecameca.

Adicionalmente existen otros canales más pequeños que configuran el sistema de riego de la zona agrícola. En la colindancia con el Estado de México se encuentra una zona de inundación permanente llamada ciénaga de Tláhuac.



Tlalpan tiene una red hidrográfica formada por arroyos de carácter intermitente que por lo general recorren cortos trayectos para perderse en las áreas de mayor permeabilidad.

Actualmente sólo existen los cauces de los que fueron ríos de caudal importante: San Buenaventura y San Juan de Dios. La fuente nutriente del San Buenaventura, fue el pedregal del Xitle, al sur del mismo cerro. Dichos ríos solo vuelven a formar su caudal en la temporada de lluvia, por las corrientes de agua que bajan de los cerros y fertilizan los llanos de Tlalpan, el San Buenaventura corre de oeste a este y el San Juan de Dios, de sur a norte. El primero de dichos ríos se junta con el lago de Xochimilco, en cambio, el río San Juan de Dios se dirige hacia el canal que sale del lago de Xochimilco, por Tomatlán y enfila a la Ciudad de México con el nombre de canal de la Viga. Al río San Juan de Dios, se le une un río afluente que desciende del Pedregal del Xitle.

Cerca del pueblo de Parres, pasa el río del mismo nombre, el cual tiene su nacimiento en la estibación del Cerro El Guarda, al cual se le unen las corrientes de lluvia del Cerro Oyameyo, desembocando finalmente, en la Presa de San Lucas, Xochimilco.

Cabe subrayar, que el río Eslava es intermitente e importante con cauce fijo y sirve de límite natural para las delegaciones Tlalpan y Magdalena Contreras.

La Hidrología de la cuenca de Xochimilco está condicionada por la permeabilidad de los suelos y el fracturamiento de las rocas (basaltos, andesitas y otros materiales de origen volcánico). El nivel máximo de escurrimiento se alcanza en el vaso lacustre, lugar en el que las aguas son drenadas artificialmente al Lago de Texcoco vía el Canal Nacional, para ahí ser dirigidas al tajo de Nochistongo y finalmente salir a la cuenca del Pánuco.

Las corrientes que configuran la cuenca de Xochimilco son: los arroyos San Buenaventura, Santiago, San Lucas y San Gregorio, así como numerosa y pequeñas corrientes que bajan a Nativitas, San Luis Tlaxialtemalco, Tulyehualco, Iztapalapa y Coyoacán, provienen actualmente de los cerros y volcanes que rodean el sur de la ciudad.

Los escurrimientos provenientes del Teoca y Tzompole que captan en la presa el Pato, ubicada en San Lucas Xochimilco y otras avenidas del Teoca son desviadas a Santa María Nativitas, San Lorenzo Atemoaya y Santa Cruz Aclpíxca, corrientes que durante su trayecto se infiltran para recargar los mantos acuíferos de Xochimilco.

Los arroyos que bajan del Teuhtli se dirigen a los poblados San Gregorio, San Luis Tlaxialtemalco y Tulyehualco, recargando los acuíferos de esta zona. En el recorrido de estos cauces, así como en el resto que alimentan el vaso lacustre de Xochimilco, se reciben las descargas domiciliarias que contaminan y azolvan estos cauces.

En el perímetro de la cuenca hay dos zonas de recarga acuífera importantes: la formación montañosa Ajusco-Chichinautzin-Tláloc y los cerros y volcanes de la sierra de Santa Catarina.

### **II.3.3.- Infraestructura.**

#### Álvaro Obregón

El crecimiento de la delegación en cuanto a urbanización mediante la construcción de casas habitación se da entre los años de 1970 y 1980, época durante la cual la construcción de casas habitación se duplica de 74,132 a 122,236 construyéndose un promedio de 4,810 casas por año, en tanto que de 1980 a 1990 la construcción de casas habitación disminuyó a 1,170 casas por año, actualmente la delegación cuenta con un total de 165,186 viviendas de las cuales 113,148 viviendas poseen el carácter de casa habitación albergando una población de 498,519 habitantes. Del total de casas habitación ubicadas en la demarcación 159,676 poseen el servicio de agua potable, 161,760 cuentan con drenaje y 162,680 con distribución de energía eléctrica.



Para la distribución de agua potable se cuenta con una red primaria constituida de 64.7 km de tubería y una red secundaria con 834.9 km de tubería.

En la delegación se genera un volumen total de basura de 326,675 toneladas anuales las cuales son recolectadas por 143 camiones recolectores que tienen diversas ruta y horarios de recolección.

Los servicios de salud son cubiertos por tres dependencias principales, el ISSSTE (Instituto de Seguridad y Servicios Sociales para los Trabajadores del Estado), IMSS (Instituto Mexicano del Seguro Social) y las clínicas y hospitales dependientes del DDF (Departamento del Distrito Federal); en este aspecto el ISSSTE cuenta con 8 unidades de atención en el área de consulta, principalmente, así como dos hospitales de carácter regional y general respectivamente; el DDF proporciona atención solamente de consulta externa con 23 clínicas distribuidas en toda la delegación.

En referencia a la oferta educativa la demarcación cuenta con 216 instituciones de educación preescolar, 249 primarias, 88 secundarias, 8 escuelas profesionales, 34 bachilleratos, 2 escuelas normales; estos servicios son proporcionados en mayor parte por particulares, en el caso de preescolar y bachillerato) además en el contexto cultural se cuenta con 77 bibliotecas con un acervo variado.

La industria que se desarrolla en la delegación esta compuesta por 1,503 empresas, principalmente en el área alimentaria, metalúrgica y mueblera; así mismo se cuenta con 7,980 comercios destacando los dedicados al comercio al por menor en el ramo papelerero y de tlapalería.

Los servicios recreativos se complementan con la existencia de 203 restaurantes, 6 bares, 2 cantinas, 34 cafeterías y 10 centros nocturnos; además cuenta la delegación con 97 sucursales bancarias.

### Coyoacán

El crecimiento de la delegación en cuanto a urbanización se da tras la construcción de la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional Autónoma de México. Del total de casas habitación ubicadas en la demarcación 161,084 poseen el servicio de agua potable, 161,734 cuentan con drenaje y 162,588 con distribución de energía eléctrica. Para la distribución de agua potable se cuenta con una red primaria constituida de 59.4 km de tubería y una red secundaria con 876.8 km de tubería. En la delegación se genera un volumen total de basura de 318,280 toneladas anuales las cuales son recolectadas por 130 camiones recolectores que tienen diversas ruta y horarios de recolección.

Los servicios de salud son cubiertos por tres dependencias principales, el ISSSTE (Instituto de Seguridad y Servicios Sociales para los Trabajadores del Estado), IMSS (Instituto Mexicano del Seguro Social) y las clínicas y hospitales dependientes del DDF (Departamento del Distrito Federal); en este aspecto el ISSSTE cuenta con 5 unidades de atención en el área de consulta, principalmente, así como un hospital de carácter regional y general respectivamente; el DDF proporciona atención de consulta externa con 25 clínicas distribuidas en toda la delegación y un hospital regional.

En referencia a la oferta educativa la demarcación cuenta con 183 instituciones de educación preescolar, 224 primarias, 101 secundarias, 9 escuelas profesionales, 50 bachilleratos, 1 escuelas normales; estos servicios son proporcionados en mayor parte por particulares, en el caso de preescolar y bachillerato) además en el contexto cultural se cuenta con 137 bibliotecas con un acervo variado.

La industria que se desarrolla en la delegación esta compuesta por 1,311 empresas, principalmente en el área alimentaria, así mismo se cuenta con 8,087 comercios destacando los dedicados al comercio al por mayor.

Los servicios recreativos se complementan con la existencia de 174 restaurantes, 9 bares, 3 cantinas, 47 cafeterías y 3 centros nocturnos; además cuenta la delegación con 93 sucursales bancarias.

### Cuajimalpa de Morelos

Al igual que en la Delegación Álvaro Obregón, el crecimiento de ésta se da entre los años 1970 y 1980, época durante al cual la construcción de casas habitación se triplica de 5,388 a 15,446 construyéndose un promedio de 1,010 casas por año, en tanto que de 1980 a 1990 la construcción de casas habitación disminuyó a 800 casas por año, actualmente la delegación cuenta con un total de 34,043 viviendas de las cuales 26,625 poseen el carácter de casa habitación albergando una población de 121,687 habitantes. Del total de casas habitación ubicadas en la demarcación 31,174 poseen el servicio de agua potable, 32,230 cuentan con drenaje y 32,961 con distribución de energía eléctrica. Para la distribución de agua potable se cuenta con una red primaria constituida de 19.8 km de tubería y una red secundaria de 290.5 km. En la delegación se genera un volumen total de basura de 438,000 toneladas anuales las cuales son recolectadas por 205 camiones recolectores que tienen diversas rutas y horarios de recolección.

Los servicios de salud son cubiertos por tres dependencias principales, el ISSSTE (Instituto de Seguridad y Servicios Sociales para los Trabajadores del Estado), IMSS (Instituto Mexicano del Seguro Social) y las clínicas y hospitales dependientes del DDF (Departamento del Distrito Federal); en este aspecto el ISSSTE cuenta tan solo con 2 unidades las cuales son de carácter de consulta externa y unidad de medicina familiar; el DDF proporciona atención solamente de consulta externa con 19 clínicas distribuidas en toda la delegación; por la razón anterior los servicios de salud en la delegación son ineficientes.

En referencia a la oferta educativa la demarcación cuenta con 58 instituciones de educación preescolar, 68 primarias, 40 secundarias, 2 escuelas profesionales medio y 3 bachilleratos; estos servicios son proporcionados en mayor parte por particulares (en el caso de preescolar y bachillerato), además en el contexto cultural se cuenta con 27 bibliotecas con un acervo variado; se observa una amplia cobertura en los niveles básicos de educación pero un rezago en la educación media y media superior.

En la delegación se ubican 324 industrias, dedicadas principalmente a la rama mueblera y de fabricación de productos con base en materiales no metálicos; además se cuenta con 2,139 comercios destacando los dedicados al comercio al por menor en el ramo papelerero y de textiles.

Los servicios recreativos se complementan con la existencia de 112 restaurantes, 15 cafeterías y 1 centros nocturnos; además la delegación cuenta con 31 sucursales bancarias.

### Magdalena Contreras

El crecimiento de la delegación en cuanto a urbanización mediante la construcción de casas habitación se da entre los años de 1970 y 1980, época durante al cual la construcción de casas habitación se triplica creciendo un promedio de 2,000 casas por año, en tanto que de 1980 a 1990 la construcción de casas habitación disminuyó a 900 casas por año y de 1990 a 1995 se han construido 1,700; actualmente la delegación cuenta con un total de 52,793 viviendas de las cuales 42,510 viviendas poseen el carácter de casa habitación albergando una población de

221,355 habitantes. Del total de casas habitación ubicadas en la demarcación 49,694 poseen el servicio de agua potable, 49,969 cuentan con drenaje y 51,499 con distribución de energía eléctrica. Para la distribución de agua potable se cuenta con una red primaria constituida de 21.3 km de tubería y 288 km de red secundaria. En la delegación se genera un volumen total de basura de 115 toneladas anuales las cuales son recolectadas por 65 camiones recolectores que tienen diversas rutas y horarios de recolección.

Los servicios de salud son cubiertos por el IMSS (Instituto Mexicano del Seguro Social) y las clínicas y hospitales dependientes del DDF (Departamento del Distrito Federal); en este aspecto el DDF proporciona atención solamente de consulta externa con 17 clínicas y una unidad de hospitalización especializada.

La oferta educativa en la demarcación es cubierta por 63 instituciones de educación preescolar, 71 primarias, 29 secundarias, 4 escuelas profesionales medio y 7 bachilleratos, además en el contexto cultural se cuenta con 19 bibliotecas.

La industria que se desarrolla en la delegación esta compuesta por 355 unidades, principalmente en el área alimentaria; así mismo se cuenta con 2,240 comercios destacando los dedicados al comercio al por menor de bebidas y tabaco.

Los servicios recreativos se complementan con la existencia de 15 restaurantes; además cuenta la delegación con 15 sucursales bancarias.

### Milpa Alta

De 1970 a 1980 el crecimiento del número de viviendas particulares fue en el orden de 350 por año que simplemente comparado con la delegación Magdalena Contreras fue muy bajo, de 1980 a 1990 disminuyó a 281 casas por año, de 1990 a 1995 se nota un incremento en la construcción de casas habitación elevándose a 500 por año, lo que no se veía desde 35 años atrás; actualmente la delegación cuenta con un total de 21,560 viviendas de las cuales 20,395 viviendas poseen el carácter de casa habitación albergando una población de 96,758 habitantes. Del total de casas habitación ubicadas en la demarcación 18,575 poseen el servicio de agua potable, 18,293 cuentan con drenaje y 21,134 con distribución de energía eléctrica. Para la distribución de agua potable se cuenta con una red primaria constituida de 6.4 km de tubería y 256 km de red secundaria.

En la delegación se genera un volumen total de basura de 39,055 toneladas anuales las cuales son recolectadas por 29 camiones recolectores que tienen diversas ruta y horarios de recolección pero solamente en los poblados cercanos a la cabecera delegacional. Los servicios de salud son cubiertos por tres dependencias principales, el ISSSTE (Instituto de Seguridad y Servicios Sociales para los Trabajadores del Estado), el IMSS (Instituto Mexicano del Seguro Social) y las clínicas y hospitales dependientes del DDF (Departamento del Distrito Federal); en este aspecto el ISSSTE cuenta con solo 2 unidades de atención en su modalidad de clínicas, el DDF proporciona atención solamente de consulta externa con 19 clínicas y una unidad de hospitalización especializada. La oferta educativa en la demarcación es cubierta por 33 instituciones de educación preescolar, 37 primarias, 14 secundarias y 3 escuelas profesionales medio; se cuenta con 21 bibliotecas.

En la delegación se ubican 244 industrias destacando la industria alimentaria; así mismo se cuenta con 1,811 comercios destacando los dedicados al comercio al por menor de bebidas y tabaco y papeleros. Los servicios recreativos se complementan con la existencia de 16 restaurantes; la delegación cuenta tan solo con 4 sucursales bancarias.



## Tláhuac

El aumento más notable en la construcción de casas habitación fue de 1970 a 1980 donde éstas se triplicaron de 8,461 a 24,127 creciendo un orden de casi 1,600 por año, en esta delegación no se notó gran disminución en la construcción de viviendas durante la década de 1980 a 1990 ya que crecieron del orden de 1,523 casas por año, mostrando un notable aumento de 1990 a 1995 con 3,300 casas por año, se observa que es un patrón de distribución muy distinto al de las demás demarcaciones debido al precio de la tierra y la migración generada de otros estados; actualmente la delegación cuenta con un total de 70,473 viviendas de las cuales 49,908 poseen el carácter de casa habitación albergando una población de 302,570 habitantes. Del total de casas habitación ubicadas en la demarcación 67,459 poseen el servicio de agua potable, 67,450 cuentan con drenaje y 69,240 con distribución de energía eléctrica. Para la distribución de agua potable se cuenta con una red primaria constituida de 52.5 km de tubería y una red secundaria de 478.8 km.

En la delegación se genera un volumen total de basura de 161,400 toneladas anuales las cuales son recolectadas por 51 camiones recolectores que tienen diversas ruta y horarios de recolección.

Los servicios de salud son cubiertos por el IMSS (Instituto Mexicano del Seguro Social) y las clínicas y hospitales dependientes del DDF (Departamento del Distrito Federal); en este aspecto el DDF proporciona atención de consulta externa con 22 clínicas distribuidas en toda la delegación y 1 hospital de medicina especializada.

En referencia a la oferta educativa la demarcación cuenta con 116 instituciones de educación preescolar, 104 primarias, 35 secundarias, 4 escuelas profesionales medio y 6 bachilleratos, además de contar con 27 bibliotecas públicas.

La delegación cuenta con 1,031 industrias dedicadas principalmente a la rama de las bebidas y del tabaco y a la fabricación de productos metálicos; se cuenta con 4,796 comercios destacando los dedicados al comercio al por menor en el ramo de alimentos y tabaco.

Los servicios recreativos se complementan con la existencia de 13 restaurantes y 4 cafeterías; la delegación cuenta con 10 sucursales bancarias.

## Tlalpan

El crecimiento poblacional más grande en esta delegación se da de 1970 a 1980 donde las casas habitación casi se triplican, construyéndose a razón de 4,774 casas por año, de 1980 a 1990 esta relación disminuye ligeramente siendo de 3,339 y de 1990 a 1995 vuelve a disminuir su velocidad de construcción hasta 2,625 casas por año; actualmente la delegación cuenta con un total de 142,071 viviendas de las cuales 105,045 poseen el carácter de casa habitación albergando una población de 575,533 habitantes. Del total de casas habitación ubicadas en la demarcación 124,733 poseen el servicio de agua potable, 135,914 cuentan con drenaje y 139,313 con distribución de energía eléctrica.

Para la distribución de agua potable se cuenta con una red primaria constituida de 54.7 km de tubería y una red secundaria de 769.8 km. En la delegación se genera un volumen total de basura de 318,280 toneladas anuales las cuales son recolectadas por 83 camiones recolectores que tienen diversas rutas y horarios de recolección.

Los servicios de salud son cubiertos por tres instituciones principales, el ISSSTE (Instituto de Seguridad y Servicios Sociales para los Trabajadores del Estado) el IMSS (Instituto Mexicano del Seguro Social) y las clínicas y hospitales dependientes del DDF (Departamento del Distrito Federal); en este aspecto el ISSSTE proporciona servicio de clínica familiar mediante 9 unidades,



el DDF proporciona atención de consulta externa con 24 clínicas distribuidas en toda la delegación y un hospital general.

En referencia a la oferta educativa la demarcación cuenta con 185 instituciones de educación preescolar, 219 primarias, 93 secundarias, 8 escuelas profesionales medio, 529 bachilleratos, 2 escuelas normal, además de contar con 62 bibliotecas públicas.

La delegación cuenta con 1,198 industrias dedicadas principalmente a la fabricación de productos metálicos y alimenticios; se cuenta con 7,819 comercios destacando los dedicados al comercio al por menor en el ramo de alimentos y tabaco, textiles y papelería.

Los servicios recreativos se complementan con la existencia de 95 restaurantes, 4 bares, 2 cantinas y 25 cafeterías así como un parque de diversiones; la delegación cuenta con 52 sucursales bancarias.

### Xochimilco

El crecimiento que se observa más grande respecto al número de las casas habitación es durante la década de 1970 a 1980 donde crecieron a más del doble a razón de 2,006 casas por año, en tanto que de 1980 a 1990 el crecimiento anual fue de 1,380 como reflejo de la crisis económica, de 1990 a 1995 se aprecia una recuperación donde se vuelve a construir un promedio de 2,000 casas por año; actualmente la delegación cuenta con un total de 83,337 viviendas de las cuales 69,209 viviendas poseen el carácter de casa habitación albergando una población de 365,701 habitantes. Del total de casas habitación ubicadas en la demarcación 74,300 poseen el servicio de agua potable, 75,372 cuentan con drenaje y 81,000 con distribución de energía eléctrica.

Para la distribución de agua potable se cuenta con una red primaria constituida de 35.0 km de tubería y 617.7 km de red secundaria. En la delegación se genera un volumen total de basura de 154,760 toneladas anuales las cuales son recolectadas por 58 camiones recolectores que tienen diversas ruta y horarios de recolección pero solamente en los poblados cercanos a la cabecera delegacional.

Los servicios de salud son cubiertos por tres dependencias principales, el ISSSTE (Instituto de Seguridad y Servicios Sociales para los Trabajadores del Estado), el IMSS (Instituto Mexicano del Seguro Social) y las clínicas y hospitales dependientes del DDF (Departamento del Distrito Federal); en este aspecto el ISSSTE cuenta con solo 4 unidades de atención en su modalidad de consultorios auxiliares, el DDF proporciona atención de consulta externa con 24 clínicas y una unidad de hospitalización especializada.

La oferta educativa en la demarcación es cubierta por 122 instituciones de educación preescolar, 122 primarias, 45 secundarias 4 escuelas profesionales medio y 11 bachilleratos; se cuenta con 41 bibliotecas.

En la delegación se ubican 899 industrias destacando la industria alimentaria; así mismo se cuenta con 66,791 comercios destacando los dedicados al comercio al por menor de bebidas y tabaco y enceres domésticos. Los servicios recreativos se complementan con la existencia de 112 restaurantes y 15 cafeterías; la delegación cuenta tan solo con 17 sucursales bancarias.

Un resumen de los datos de infraestructura anteriormente descritos, para cada delegación, se muestra en la siguiente tabla (**Tabla 2.1**):

Delegación		Álvaro Obregón	Coyoacán	Cuajimalpa	Magdalena Contreras	Milpa Alta	Tláhuac	Tlalpan	Xochimilco
Factor									
Viviendas		165,186	164,920	34,043	52,793	21,560	70,473	142,071	83,337
Población		685,191	638,273	151,137	221,355	96,758	302,570	575,533	365,701
Salud	Hospitales	2	1	1	1	1	1	2	2
	Clínicas	29	31	20	17	17	21	33	26
Educación	Preescolar	216	183	58	63	33	116	185	122
	Primaria	249	224	68	71	37	104	219	122
	Secundaria	88	101	40	29	14	35	93	45
	Profesional	8	9	2	4	3	4	8	4
	Bachillerato	34	50	18	7	5	6	29	11
	Normal	2	1	0	0	0	0	2	0
	Bibliotecas	77	137	27	19	21	27	62	41

Tabla 2.1 Características de delegaciones en la zona sur del Distrito Federal

## Capítulo III.- Determinación de Nuevos Polos de Desarrollo

Los asentamientos humanos dentro de la Cuenca de México se han desarrollado gracias a factores de distinta importancia, los cuales se han conjuntado en etapas de tiempo distintas condicionado así la ubicación de los lugares o sitios en los que grupos de población han logrado su desarrollo.

Para comprender un de mejor manera la situación urbana del Distrito Federal en este capítulo se muestra una breve historia de factores naturales tales como: localización, geografía, geología, topografía e hidrografía de la Cuenca de México y la manera de como ellos han actuado en la selección, por parte de los pobladores, de los diversos puntos de ubicación de aldeas y pueblos que una vez desarrollados conforman la Ciudad de México; además se presentan las diversos factores de ingeniería en aspectos de servicios, vialidades y transporte que han impulsado el desarrollo de la ciudad y la distribución de quienes la habitan.

### III.1.- Requisitos para la conformación de polos de desarrollo.

Una metrópoli no es simplemente una ciudad que crece demasiado, en todo caso, un símil más valadero es decir que se trata de diferentes estructuras urbanas, organizadas bajo distintas bases sociales y económicas, las cuales se encuentran superpuestas en un mismo espacio físico, donde la competencia por el suelo y su uso es el principal vínculo de conexión entre ellas.

Bajo esta visión, los polos de desarrollo deben considerarse una ciudad misma, un área edificada, habitada o urbanizada con uso de suelo de naturaleza no-agrícola y que, partiendo de un núcleo, presente continuidad física en todas direcciones, pudiendo ser interrumpida o delimitada por terrenos de uso no-urbano como bosques, sembradíos o cuerpos de agua.

Debido a ello, deben considerarse importantes puntos de atracción demográfica y de mano de obra, polos de crecimiento económico que pueden llegar a brindar innovación tecnológica, científica y cultural conformando así, centros que irradian hacia su periferia cierto desarrollo de corto alcance y cubran una parte de extensos espacios que desde un punto de vista socioeconómico se encuentren aislados; incorporando localidades pequeñas cercanas producto de mejores y más amplios sistemas de comunicación y transporte, exigiendo una determinada relación de densidad de población así como un área económica funcional o un campo específico de migración intra-metropolitana en la ciudad.

Históricamente, la organización territorial de los espacios económicos en la ciudad es resultado de un proceso histórico estructuralmente complejo, en el que han concurrido factores sociales, económicos, tecnológicos y políticos, siendo un elemento distintivo la gran incidencia que ha tenido el medio físico natural y la distribución geográfica de los recursos explotables. Actualmente dicha organización en la ciudad se asocia más con las formas de acomodo espacial de las actividades económicas de la población, que con los mecanismos de transformación y cambio social que operan, existe la tendencia a relacionar el ordenamiento del espacio, casi exclusivamente con la adecuación de la infraestructura física de las ciudades, difiriendo del análisis nacional y enfoque espacial de desarrollo el cual se encuentra fuertemente impregnado por consideraciones económicas.

Uniendo las dos consideraciones anteriores, para un análisis estricto de polos de desarrollo debemos tratar temas tan disímiles como patrones alternativos de crecimiento, renovación urbana, precarismo, congestión y deterioro ambiental, sistemas de transporte, costos comparados de urbanización, regularización de la tenencia de la tierra, sistemas de abasto, políticas de vivienda, participación ciudadana en la gestión del desarrollo, análisis y programación de las inversiones gubernamentales, etc.

Distintas las variables han sido utilizadas por los gobiernos de la ciudad en esfuerzos por crear centros y subcentros urbanos, con el propósito de estructurar la metrópoli creando ciudades dentro de la ciudad, dentro de ellas encontramos:

- PEA (Población económicamente activa) no agrícola.- Definido como lugar de residencia de trabajadores no-agrícolas dedicados a actividades de los sectores secundario y terciario, que laboran en el mismo sitio o que lo hacen en otra parte de la ciudad a la cual se trasladan diariamente.
- Nivel de urbanización.- Correspondientes a poblaciones de 5,000 a 10,000 habitantes.
- Valor agregado de la industria de transformación.- El caso de localizarse en la periferia de la ciudad, contando con actividades industriales que inducen un flujo de bienes, servicios y mensajes con otras partes de la ciudad.
- Tasa de crecimiento de la población.
- Distancia al centro de la ciudad.- A una mayor distancia disminuye la intensidad de las características metropolitanas.
- Actividades y espacios.- Toda actividad involucra un espacio sobre el suelo, o una forma de uso del suelo. No se debe mezclar la idea de actividades con el suelo sobre el que se tiene lugar, los edificios donde ocurren o los motivos humanos para continuar las actividades.
- Localización y extensión de las unidades zonales.- El "espacio" tal como nosotros lo utilizamos es aquello que acomoda o puede acomodar actividades; comprende la superficie de la tierra, incluyendo superficies de agua, espacio aéreo por encima de la tierra, y el espacio por debajo de la superficie; debiéndose de conocer los límites o la localización geográfica de cada zona a la cual se le aplican datos.
- Espacios adaptados y mejoras del terreno.- El espacio se adapta para poder acomodar y facilitar actividades, de modo que a menudo hay una correspondencia muy cercana entre las actividades y las adaptaciones; la mayoría de los espacios sobre los que podemos pensar pueden ser utilizados para una amplia variedad de actividades museos, almacenes, colegios, talleres, casas, comercio a la venta al por menor, etc.
- Intensidad de las actividades.
- Terreno desocupado o no utilizado.- Terrenos, que se describen de varias maneras, como desocupados, baldíos o sin uso.
- Posesión y propiedad.
- Características del suelo y precios.
- Vías de comunicación y canales.
- Medios de comunicación.
- Localización de orígenes y destinos.- puesto que la comunicación es fundamentalmente la transmisión entre actividades localizadas, debemos describirlas en parte por la localización de orígenes y destinos.
- Tendencias demográficas de la metrópoli.- migraciones internas de reacomodo en la ciudad, principalmente por el agotamiento del área susceptible de ocupar y por el encarecimiento del suelo urbano y la vivienda, limitado por las barreras naturales.
- Suelo urbano y transporte.
- Posibilidades de crecimiento urbano.



En épocas anteriores la tendencia de ocupación de la ciudad se explica por su dinamismo industrial, en la actualidad se caracteriza más por su expansión en tamaño, el cual se genera de manera desordenada, afectado de tres variables principales, las cuales además de estar íntimamente ligadas al desarrollo de nuevos centros urbanos, son de interés de estudio en la ingeniería civil:

### Geotecnia

Se considera que dentro de los factores correspondientes al llamado medio físico transformado, los relativos a la infraestructura física tienen inevitablemente mayor importancia en la determinación de la capacidad del suelo, que la limitación impuesta por la vegetación o los cultivos existentes, ya que la infraestructura se suma a las demás ventajas de localización que ofrece la Ciudad de México, respeta las zonas menos accesibles que cuentan con bosques y potencial agrícola, pero reconoce que la inversión hecha en infraestructura, servicios o vialidad constituye por sí misma un aspecto sumamente importante para valorar la aptitud del suelo para el desarrollo urbano futuro; se toma en cuenta que ese suelo tiene la capacidad de albergar, aunque sea en teoría, ciertos usos potenciales. Es evidente que una escala más particular revela la existencia de infinidad de pequeñas áreas que presentan valores u obstáculos muy localizados, por ejemplo, las áreas minadas o áreas inundables, las zonas con suelos de muy baja resistencia, o de macizos rocosos, las zonas de valor ecológico particular, las zonas de valor agrícola sobresaliente y las zonas con accesibilidad muy alta, entre otras.

Como se puede apreciar, el análisis geotécnico de las diversas zonas es necesario y básico debido a la falta de espacio físico en la ciudad, al concentrarse dentro de la traza urbana zonas habitacionales, fraccionamientos, grandes empresas en zonas industriales, pequeñas empresas, etc; con ello se generan conflictos importantes en cuanto al uso de suelo, se incrementa fuertemente la especulación del suelo urbano y se aumentan las presiones sobre la tierra ejidal, que en algunos casos llega a ser constitucionalmente inafectable, zonas que no han podido desarrollarse porque están sujetas a un interminable proceso de expropiación, o porque están previstas dentro de algún programa de renovación urbana que nunca se llegó a realizar o simplemente por que sus características físicas y mecánicas no lo permiten, teniendo como resultado práctico una ciudad extensa, desarticulada y sectorizada en áreas de pobres y áreas de ricos con un equipamiento e infraestructura diferencial según la capacidad económica de los residentes, y del suelo en que se ubican; los cuales exigen cumplimiento a necesidades de agua, drenaje, vivienda, escuelas, hospitales y seguridad pública.

Dentro de los factores del medio físico natural, se considera que los relativos a las características mecánicas del terreno tienen mayor influencia en la determinación de la capacidad del suelo para su distinción entre los diversos usos urbanos, usos agropecuarios y/o forestales, debido a que son características existentes permanentes y no tienden a perderse según avanza el crecimiento urbano.

### Hidráulica

Las restricciones secundarias provienen de dificultad generalizada en la distribución de agua potable así como de su posterior conducción una vez utilizada. El agua en el Valle de México es un recurso cada día más escaso. Por una parte las fuentes habituales de suministro resultan insuficientes a causa de la creciente demanda tanto para uso doméstico, industrial y comercial, como para el mantenimiento de parques y jardines urbanos. Por otra parte, la descarga de

grandes volúmenes de aguas residuales genera también graves problemas de contaminación y salud pública en los habitantes de la ciudad.

La Comisión de Aguas del Valle de México (CAVM) ha calculado que la recarga natural de los acuíferos en el Valle de México es del orden de 20 a 25 m<sup>3</sup>/seg, mientras que la extracción total actualmente es de más de 50 m<sup>3</sup>/seg. Esto obliga a la CAVM a importar aguas de la cuenca del río Lerma y del Cutzamala, en futuro próximo del Tecolutla y Amacuzac.

Del total del agua extraída en el Valle de México, el 68% es para uso doméstico, la restante se utiliza en la agricultura y la industria. La agricultura en todo el valle emplea 13.4 m<sup>3</sup>/seg (50% de fuentes subterráneas, 21.5% de superficiales y 28.5% de aguas residuales) con los que se riegan 45,202 hectáreas.

Aunado a ello en cada nueva etapa de crecimiento de la ciudad se desecan o entuban nuevos cuerpos de agua, se eliminan pastizales y bosques que se sustituyen por fraccionamientos o carreteras rompiendo el equilibrio entre la recarga y la extracción del agua de los mantos acuíferos de la ciudad.

## Infraestructura

Un razonamiento similar se aplica al desarrollo de la infraestructura, tanto en lo que se refiere a la saturación y deterioro de las calles y avenidas, como a las inversiones utilizadas en nuevas líneas del metro y transporte público masivo, destinados a refuncionalizar el sistema de movimientos urbanos, las redes de distribución eléctrica y de telecomunicaciones. La red vial de buena parte de la ciudad, especialmente la de las zonas periféricas, ha sido diseñada sin considerar el sistema de transporte público, en todo caso, ha sucedido al revés, son los diseñadores del metro y los encargados del transporte de superficie quienes tienen que ajustar sus proyectos al crecimiento urbano, sin disponer de margen alguno para anticiparse al proceso. Recordemos que el adecuado funcionamiento de las actividades urbanas en general, depende de su localización y accesibilidad, y de la existencia de un sistema vial y de transporte capaz de reducir al mínimo los costos de movilización de personas y mercancías, la gran mayoría de los fraccionamientos se ha construido sin considerar su enlazamiento vial al resto de la estructura urbana y generalmente carecen de un sistema de transporte, distribución eléctrica y telecomunicaciones eficientes, siendo solo algunos centros urbanos donde se concentran, principalmente en el norte de la ciudad y en menor medida en el sector sur.

La persistencia de un patrón de asentamiento extensivo que se basa en una infraestructura disponible saturada y que se caracteriza por la adición anárquica de nuevas áreas habitacionales e industriales, sin respetar las barreras naturales o costos, ha generado peligrosas e inevitables consecuencias sociales, económicas e incluso políticas, esta situación propicia la elevación de los costos para el Estado, como principal prestador de los servicios lo que trae consigo el encarecimiento e ineficiencia de los servicios descritos (agua potable, alcantarillado y vialidades) así como los de prevención de emergencias urbanas, los relativos a la seguridad pública (bomberos, policía) y los de recolección de basura; además del incremento de la contaminación ambiental, mayores distancias (en tiempo) entre los centros de empleo (comercio, industria, servicios) y la vivienda y un alejamiento progresivo de las áreas recreativas y de esparcimiento.

La generación de nuevos núcleos urbanos exige una respuesta planeada, pues de no ser así, el poblamiento en la ciudad ocurrirá, de todas maneras, pero en la forma caótica en que se ha producido en las últimas décadas.

### III.2.- Abastecimiento de agua potable.

El suministro de agua potable en la Ciudad de México ha sido una lucha constante a través del tiempo, en la cual se han aprovechado las fuentes de abastecimiento disponibles y se ha ido construyendo una infraestructura que actualmente se caracteriza por su complejidad operativa recorriendo en la actualidad una distancia de 127 km y venciendo un desnivel de 1,200 m para llegar a la ciudad. Además de soportar los problemas de:

- Hundimientos en la zona de transición.
- El déficit de extracción y la infiltración de agua del acuífero del Valle de México.
- La reducción del área de recarga del acuífero.

En la Ciudad de México el agua proviene principalmente de un manto acuífero que se está sobre explotando; el sistema Cutzamala, que transporta agua localizada casi a 140 km de la ciudad y a una altitud aproximada de 1,000 m por debajo de la Cuenca de México, además de los diversos pozos profundos que son administrados y operados por la DGCOH (Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica).

En la **Tabla 3.1** se muestra un resumen de las fuentes de abastecimiento y los gastos que aportan en conjunto al Distrito Federal.

Fuentes de abastecimiento		
Fuente	% de aportación	Gasto (m <sup>3</sup> / s)
Pozos del Valle de México (fuentes Propias)	50	17.48
Pozos del Valle de México (Fuente Gerencia de Aguas del Valle de México)	8	2.82
Manantiales	3	1.0
Sistema Lerma	12	4.3
Sistema Cutzamala	27	9.6
Total	100	35.2

**Tabla 3.1** Fuentes de abastecimiento de agua potable del Distrito Federal

La distribución del agua en la ciudad se da en un 98% mediante tomas domiciliarias y en un 2% restante mediante carros tanque, teniendo tres usos principales:

- Doméstico (68%)
- Industrial (16%)
- Servicios (riego, lavado de calles, etc. 16%)

Para la población en general se cuenta con una dotación de 360 litros/habitante/día, la cual no se llega a dar en todos los casos debido a la deficiencia en la red de distribución de cada

delegación política. En general, las instalaciones para el abastecimiento de agua potable (Tabla 3.2) en la Ciudad de México son:

Instalaciones para la distribución de agua potable	
Red primaria	965 kilómetros
Red secundaria	12,000 kilómetros
Tanques de almacenamiento	295
Capacidad de almacenamiento	1'705,000 m <sup>3</sup>
Plantas de bombeo	295
Capacidad	26 m <sup>3</sup> /seg
Líneas de conducción y acueductos	514
Plantas potabilizadoras	30 (25 a pie de pozo)
Plantas cloradoras	12
Pozos en operación	783
Manantiales	68
Estaciones medidoras de presión	56
Acueducto perimetral	34 kilómetros en operación

**Tabla 3.2** Instalaciones para la distribución de agua potable en el Distrito Federal

Para el análisis de la zona de estudio a continuación se muestran las características de la red de distribución de agua potable por delegación así como las fuentes de abastecimiento más representativas en cada una de ellas.

#### Delegación Álvaro Obregón

El nivel de servicio de agua potable en la delegación es del 100% operando un caudal de 429 lps (litros por segundo), solamente por pozos, las principales fuentes de abastecimiento son los volúmenes aportados por los pozos de los sistemas Lerma y Cutzamala, junto con los ubicados en el perímetro delegacional que son administrados por la DGCOH (Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica) y particulares, complementándose con los del sistema de manantiales del poniente de la Ciudad de México. El ramal sur del Lerma conduce los gastos que abastecen a la delegación, proveniente del sistema de pozos profundos del valle de Lerma hacia la Ciudad de México, en tanto que el Acueducto Periférico conduce el agua proveniente del sistema Cutzamala, derivándose tres líneas que conectan al ramal Sur del Lerma, complementando el suministro de agua a la población de la delegación.

La **Tabla 3.4** muestra un resumen de la infraestructura de agua potable de la delegación.

Para el abastecimiento de la delegación se cuenta con los manantiales:

- Sta. Rosa Xochiac
- San BV. Ameyalco
- Santa Fe



- El Ranchito\*
- Xometitla\*
- ubicados en Cujaimalpa, pero que contribuyen a la disposición de agua en la delegación.

Actualmente la delegación cuenta con 18 pozos (en operación), siendo 5 de ellos operados por particulares, que abastecen de agua potable a la población, los pozos que aportan mayor caudal (Tabla 3.5).

Existen en la delegación un total de 35 pozos operados por la DGCOH, 17 los pozos que no se muestran en la tabla se encuentran en nivel de recuperación o ya están fuera de servicio.

Descripción	Cantidad
Manantiales	5
Pozos operados por la DGCOH	35
Pozos particulares	5
Acueducto	17,400 (m)
Tanques de agua potable	68
Plantas de bombeo y rebombeo	17
Red primaria (diámetro igual o mayor a 50 cm)	64.6 (km)

**Tabla 3.4** Infraestructura de agua potable de la Delegación Álvaro Obregón

Pozo	Ubicación	Caudal (lps)
Alta Vista	Cda. De la Cerca, casi esquina Altavista, Col. Altavista	36
Avenida Central	Av. Central y C. 10, Col. San Pedro de los Pinos	40
Castañeda 5	Dr. Miranda entre Miguel Ocaranza y Av. Centenario s/n, Col. Lomas de Plateros	37
Jardines de San Jacinto	Dr. Gálvez esq. Plaza San Jacinto, Col. San Ángel	39
Fabrica de Papel Loreto y Peña Pobre, S.A. (3 pozos)*	Altamirano No. 4 Col. San ángel	No hay dato
Círculo Francés de México, A.C*	Av. Francia No. 75, Col. Florida	
Televisa S.A*	Blvr. Adolfo López Mateos No. 232, Col. Lomas de San Ángel Inn	
Inmuebles e Inverisiones* S.A	Av. San Antonio No. 425, Col. Arvide	
Panteón Jardín, S.A*	Carretera al Desierto de los Leones km 14 ½, Col. Flor de María.	

\*Pozos particulares que abastecen de agua potable a la empresa que los explota.

**Tabla 3.5** Pozos con mayor aportación de la Delegación Álvaro Obregón

### Delegación Coyoacán

La delegación cuenta con un nivel de cobertura del 100%, por medio de caudales bombeados por la planta Xotepingo, que recibe agua de los acueductos de Xohimilco y el de los pozos auxiliares de Xotepingo, con la opción de recibir aportaciones de la planta de bombeo Cerro de la Estrella, siendo otra fuente importante de abastecimiento los pozos profundos que aportan su caudal directamente a la red de distribución manejando un caudal de 3,170 lps (solamente por pozos). La zona norte de la delegación es abastecida por agua subterránea que proviene de los acuíferos del valle de Lerma, a través de la línea que parte del tanque de oscilación Jardín del Arte, ubicado en la delegación Álvaro Obregón; y la zona oriente es alimentada por la planta de bombeo Cerro de la Estrella, por topografía cuenta únicamente con dos tanques de almacenamiento. El resumen de la infraestructura así como los pozos con mayor aporte en la delegación son mostrados en las **Tablas 3.6 y 3.7** respectivamente.

Descripción	Cantidad
Pozos operados por la DGCOH	55
Pozos de la Gerencia de aguas del Valle de México operados por la DGCOH	22
Pozos particulares	11
Acueducto	9,500 (m)
Tanques de agua potable	2
Plantas de bombeo y rebombeo	5
Red primaria (diámetro igual o mayor a 50 cm hasta 183 cm)	54.503 (km)
Red secundaria (diámetros menores a 50 cm)	997.745 (km)
Tomas domiciliarias	639,021
Tomas con gran consumo no domésticas	725
Garzas de agua potable	2
Estaciones medidoras de presión	4

**Tabla 3.6** Infraestructura de agua potable de la Delegación Coyoacán

### Delegación Cuajimalpa

En la delegación el abastecimiento de agua potable es del 98% realizándose mediante los Ramales Sur del Lerma y del Acueducto Periférico cuyas fuentes externas a la delegación aportan agua en bloque, además de los gastos provenientes del sistema de manantiales del poniente de la ciudad y pozos profundos. El Ramal Sur del Lerma con 1.6 km de longitud en esta jurisdicción y de diámetro de 3.26 m y el Ramal Sur del Acueducto Periférico con 5.82 km y diámetro de 4 m, aportan parte de su caudal en la trifurcación "El Cartero", cuya planta de bombeo alimenta el tanque El Yaqui, donde se realiza la distribución del líquido para la zona norte de la delegación, manejándose un caudal de 41 lps (solamente por pozos)

La **Tabla 3.8** muestra un resumen de la infraestructura de agua potable de la delegación.

Pozo	Ubicación	Caudal (lps)
Auxiliar 1-B	Calz. Tlalpan	70
Auxiliar 11-B*	Retorno 23 Santa Ana, Col. Avante	81
Periférico 13*	Canal de Miramontes y Estrella Binaria	64
Periférico 14*	Calz. Del Hueso y Rancho Piedras, Col. Santa Cecilia	67
Metro C.U.	Paradero de Camiones de la Estación Universidad	66
Centro Asturiano de México A. C.°	Calz. El Rloj No. 118, Col.Churubusco Country Club.	No se presentan datos
Delmist S.A de C.V°	Calz. de Tlalpan No. 3001, Col. El Reloj	
Derivados de Frutas, S.A de C.V.°	Calz. de Tlalpan No. 3322 Col. Santa Úrsula Coapa.	
Estudios Churubusco Azteca, S.A de C.V°	Atletas No. 2, Col. Churubusco Country Club	
Fábrica de Papel Coyoacán, S.A°	Fernández Leal No. 60 al 82, Col. La concepción.	
Ind. Embotelladora de México, S.A de C.V.°	Calz. de Tlalpan No. 2754, Col. Espartaco	
Ind. Embotelladora de México, S.A de C.V.°	Calz. de Tlalpan No. 2754, Col. Espartaco	
U. Embotelladora Nacional, S.A de C.V.°	Calz. De Tlalpan No. 3001, Col. El Reloj	
Villanueva Guadalupe Rodríguez Vda.°	Copilco No. 236, Col. Copilco el Alto	
Club Campestre de la Ciudad de México, S.A de C.V.°	Calz. De Tlalpan No. 1978, Col. Country Club	
Club Campestre de la Ciudad de México, S.A de C.V.°	Calz. De Tlalpan No. 1978, Col. Country Club	

\*Pozos particulares que abastecen de agua potable a la empresa que los explota.

\*Operación automatizada. Además se cuenta con 22 pozos pertenecientes a la GAVM (Delegación Gustavo A. Madero) los cuales no se mencionarán, pero generan un caudal de 1,241 lps.

**Tabla 3.7** Pozos con mayor aportación de la Delegación Coyoacán

Actualmente la delegación cuenta con los siguientes manantiales:

Agua de Peñas, Agua de Gallinas, Ajolotes, Chinaco, Cruz Blanca, Arcoque, Chumalpa, Agua de Leones, Ilano Grande, Piletas, San Miguel, Lloronas, La Potrería, Zorrillos, Monarcas, Otates, Lobos, Capulines, Sabandijas, Presa de Leones, Ruedas, Los Pantanos, Xometitla, El Ranchito, Agua Bendita y San Mateo Tlaltenango.

Además los pozos operados por la DGCOH, cuyos caudales son los más representativos se observan en la **Tabla 3.9**.

Dentro del terreno de la delegación se encuentran importantes acueductos como los correspondientes al ramal sur del sistema Lerma, el ramal sur del Acueducto Periférico y el ramal Norte del sistema Lerma.

Descripción	Cantidad
Manantiales	28
Pozos operados por la DGCOH	2
Acueducto	8,280 (m)
Tanques de agua potable	16
Plantas de bombeo	4
Caja rompedora de presión	1
Red primaria (diámetro igual o mayor a 50 cm hasta 183 cm)	19.80 (km)
Red secundaria (diámetros menores a 50 cm)	290.50 (km)
Tomas domiciliarias	30,500
Tomas no domésticas	112
Garzas de agua potable	1

**Tabla 3.8** Infraestructura de agua potable de la Delegación Cuajimalpa

Pozo	Ubicación	Caudal (lps)
Vista Hermosa	Vista Hermosa casi esuina Tlapexco No. 28, Col. Vista Hermosa	24.0
Totoloapan	Prol. Lomas de Vasco de Quiroga (frente al centro comercial Santa Fe), Col. Pueblo Cruz Manca	17.0

**Tabla 3.9** Pozos con mayor aportación de la Delegación Cuajimalpa

### Delegación Milpa Alta

La delegación presenta un nivel de cobertura de 96.4% y se abastece principalmente a través de los sistemas de pozos profundos, denominados "Milpa Alta" y "Tecoxta", que aportan un caudal de 816 lps.

El resumen de la infraestructura de agua potable de la delegación es mostrado en la **Tabla 3.10**. La principal zona de recarga en Milpa Alta es la sierra Chichinautzin, ubicada en la porción sur del Distrito Federal, la cual se compone de rocas basálticas que alojan los acuíferos de mayor rendimiento en la cuenca, convirtiéndose en una de las más importantes zonas de recarga. El agua que se extrae de los pozos ubicados al pie de la Sierra es de excelente calidad.

A continuación, en la **Tabla 3.11** se muestran los pozos que son operados, dentro de la delegación, por la DGCOH cuyos caudales son los más representativos.



Descripción	Cantidad
Pozos operados por la DGCOH	21
Acueducto	18,930 (m)
Tanques de agua potable	22
Plantas de bombeo	9
Red primaria (diámetro igual o mayor a 50 cm hasta 183 cm)	6.4 (km)
Red secundaria (diámetros menores a 50 cm)	90.6 (km)
Tomas domiciliarias	17,638
Tomas no domésticas	3,472
Garzas de agua potable	1

**Tabla 3.10** Infraestructura de agua potable de la Delegación Milpa Alta

Pozo	Ubicación	Caudal (lps)
TC-10, TC-11, TC-12, TC-13, TC-14, TC-15 y TC-17	En la parte posterior del rebombeo nuevo Tecómitl	49, 53, 44, 79, 49 y 64
R-18	Carr. Tecómitl-Villa Milpa Alta, rumbo a San Fco. Tecoxpa, lado derecho a 50 m aprox. Antes del rebombeo Tecoxpa	53
R-19, R-21, R-22 y R-24	Calle Matamoros, casi esquina Benito Juárez, pueblo de San Francisco Tecoxpa	18, 40, 55 y 39
R-25	Cruce de la carretera Tecómitl-Villa Milpa Alta, rumbo a San Francisco Tecoxpa, lado izquierdo camino de terracería Francisco Villa	55
R-26	En la parte más alta donde se ubica el R-21	60
R-28	Lado izquierdo de la carretera Tecómitl-Villa Milpa Alta, rumbo a San Francisco Tecoxpa, a 900 m después del pozo TC-7	43
San Juan Tepenahuac	San José esquina Vicente Guerreo, San Juan Tepenahuac	29
San Pedro Atocpan	Cuitláhuac 311, esq. Carretera a Oaxtepec, San Pedro Atocpan.	50

**Tabla 3.11** Pozos con mayor aportación de la Delegación Milpa Alta

### Delegación Magdalena Contreras

El nivel de cobertura en la delegación es del 98%, cuenta actualmente con los gastos provenientes de las fuentes de abastecimiento del sistema Lema Ramal Sur a través de la derivación San Bernabé-Picacho, el río Magdalena, el sistema de manantiales del sureste de la ciudad y en menor aportación por pozos municipales y particulares. El resumen de la infraestructura de agua potable de la delegación es mostrado en la **Tabla 3.12**.

Los manantiales existentes en la delegación son:

El Potrero, Rancho Viejo, El Sarco, Agua Azul, Cieneguillas, Cieneguillitas, Cañada de los cuervos, Libros, Piedra del Agua, Lomita de Paja, Campanario 1, Campanario 2, San Miguel, Palmas, Hueyatitla, Temamatla, La Cerería, Alie, Temaxcalco, San José, Las Ventanas, Malpaso, Apaxtla, Agua de Tepozan, Los Pericos, Ojo de Agua, Las Palomas, Chichitcaspatl, Ojo de Agua.

Descripción	Cantidad
Captación a cielo abierto (río)	1
Manantiales	29
Pozos operados por la DGCOH	5
Acueducto	9,340 (m)
Sifones	3
Tanques de agua potable	39
Plantas de bombeo	6
Caja rompedora de presión	6
Planta potabilizadora	1
Red primaria (diámetro igual o mayor a 50 cm hasta 183 cm)	21.3 (km)
Red secundaria (diámetros menores a 50 cm)	288 (km)
Tomas domiciliarias	49,292
Tomas no domésticas	125

**Tabla 3.12** Infraestructura de agua potable de la Delegación Magdalena Contreras

### Delegación Tláhuac

La cobertura de la infraestructura es del 98% obteniendo el agua potable mediante la explotación de pozos profundos los cuales forman parte de los ramales Tecómitl y Tulyehualco. El primero se localiza al norte de Milpa Alta y sur de Tláhuac, y el segundo se ubica al oriente de Xochimilco y sur de Tláhuac. La extracción de agua se efectúa mediante pozos profundos los cuales aportan un caudal inyectado a los acueductos denominados Chalco-Xochimilco, Tláhuac y Nezahualcóyotl; se maneja un caudal, solamente por aportación de pozos de 545 lps. La infraestructura de agua potable (Tabla 3.13) de la delegación es:

Descripción	Cantidad
Pozos operados por la DGCOH	16
Acueducto	36,340 (m)
Tanques de agua potable	6
Plantas de bombeo	7
Planta potabilizadora	1
Red primaria (diámetro igual o mayor a 50 cm hasta 183 cm)	52.5 (km)
Red secundaria (diámetros menores a 50 cm)	478.8 (km)
Tomas domiciliarias	57,858
Tomas domiciliarias de gran consumo	21
Garzas de agua potable	2
Estación medidora de presión	1

**Tabla 3.13** Infraestructura de agua potable de la Delegación Tláhuac

Los pozos ubicados en la zona de Tláhuac tienen una profundidad de 200 m aproximadamente y aportan gastos variables de 80 a 120 lps; además tienen una capacidad variable de 10 a 40 lps de abatimiento y niveles de 30 a 40 m. En la región sur de la sierra de Santa Catarina, la franja sur de la Av. Tláhuac y el pueblo de San Nicolás Tetelco, los pozos perforados en esta zona tienen profundidades proporcionales a las cotas de perforación y aportan gastos variables entre 80 y 160 lps teniendo una capacidad específica entre 10 y 80 lps de abatimiento y niveles estáticos de 30 a 40 m.

Los pozos que son operados, dentro de la delegación, por la DGCOH que cuentan los caudales más representativos son dados en la **Tabla 3.14**.

Pozo	Ubicación	Caudal (lps)
Tecómiltl 1	Calle Educación Secundaria esq. Verso, col. Torres Bodet	39
Tecómiltl 21	Calle 20 de Noviembre esq. Nieves, San Nicolás Tetelco	39
Tecómiltl 22	Calle Nieves, Pueblo Tetelco	40
Tulyehualco 2	Camino Real, Paraje el Capulín, Pueblo San Juan Ixtayopan	26
Tulyehualco 4	Carretera Tulyehualco, Pueblo San Juan Ixtayopan	51
Tulyehualco 5	Av. La Paz, col. Santa María Olivar, Pueblo de Tulyehualco	27
Santa Catarina 2	Camino Real y Camino al Monte, San Francisco Tlatenco	40
Santa Catarina 3	Prolongación Muralla Real esq. Eje 10, Tlatenco	40
Santa Catarina 4	La Turba esquina Guillermo Prieto	40
San Lorenzo Tezonco	La Turba esquiuna Villa col. V. Centro Americana	40
Escudo Nacional No. 2		25
Ampliación Tláhuac No. 20 bis		58

**Tabla 3.14** Pozos con mayor aportación de la Delegación Tláhuac

### Delegación Tlalpan

La cobertura del servicio de agua potable en la delegación es del 95%, 91% a través de tomas domiciliarias y el 4% restante por medio de carros tanque, considerando únicamente el área urbana y los pueblos localizados dentro de la zona de reserva ecológica. El agua se obtiene principalmente de los manantiales ubicados en el cerro del Ajusco y pozos profundos ubicados al norte de su territorio, ene le centro y Cabecera de Tlalpan, además de pozos de uso particular que en su total aportan al sistema 2,773 lps. La distribución de agua se realiza a base de tanques de regulación que abastecen por gravedad a las zonas bajas y a través de rebombes escalonados que alimentan a las partes altas. Las zonas que no cuentan con infraestructura son

abastecidas a través de carros tanque que son llenados con ocho garzas existentes en la delegación. La **Tabla 3.15** muestra un resumen de la infraestructura de agua potable:

Descripción	Cantidad
Manantiales	8
Pozos de la GAVM operados por la DGCOH	35
Pozos operados por la DGCOH	58
Pozos operados por particulares	4
Acueducto	57,473 (m)
Tanques de agua potable	49
Plantas de bombeo	27
Red primaria (diámetro igual o mayor a 50 cm hasta 183 cm)	54.7 (km)
Red secundaria (diámetros menores a 50 cm)	796.8 (km)
Tomas domiciliarias	133,235
Tomas domiciliarias de gran consumo	430
Garzas de agua potable	8
Estación medidora de presión	2

**Tabla 3.15** Infraestructura de agua potable de la Delegación Tlalpan

Se muestran los pozos que son operados, dentro de la delegación, por la DGCOH cuyos caudales son los más representativos (**Tabla 3.16**):

Pozo	Ubicación	Caudal (lps)
Tulyehualco No. 1 Bis	No se presentan datos	130.00
Tulyehualco No. 2 Bis		96.0
Tulyehualco No. 5		71.0
Tulyehualco No. 7 Bis		97.0
Tulyehualco No. 10		76.0
Tulyehualco No. 11		92.0
Tulyehualco No. 12		84.0
Xochimilco No. 28 BIs		64.0

**Tabla 3.16** Pozos con mayor aportación de la Delegación Tlalpan

### Delegación Xochimilco

La delegación cuenta con una cobertura en infraestructura de agua potable del 90% la cual proviene de pozos profundos ubicados al oriente en la parte alta de la delegación y a lo largo de la nueva carretera México-Tulyehualco, estos pozos alimentan a los acueductos Xochimilco y Chalco-Xochimilco aportando en conjunto 964 lps.

Un resumen de la infraestructura de agua potable de la delegación se muestra en la **Tabla 3.17**. El acuífero de esta zona se hospeda en materiales granulares de baja a mediana permeabilidad. Es cubierto por un acuitardo alojado en las arcillas lacustres que pueden tener hasta 300 m de espesor en Xochimilco-Chalco y 400 m en el área de Texcoco. Los pozos perforados en esta zona, con profundidad de 200 a 400 m tienen sus niveles de profundidad que



varía en 10 m, la calidad del agua es deficiente hacia la porción oriente del Distrito Federal, debido a la contaminación por desechos sólidos y por el drenado del acuitardo constituido por arcillas lacustres. El 70% restante se ubica en las porciones sur y oriente del Distrito Federal, formando las Sierras Chichinautzin y Santa Catarina, los pozos perforados en esta zona varían en profundidad de 90 a 250m siendo la calidad del agua excelente.

Descripción	Cantidad
Pozos operados por la DGCOH	79
Acueducto	27,790 (m)
Tanques de agua potable	27
Plantas de bombeo	17
Red primaria (diámetro igual o mayor a 50 cm hasta 183 cm)	34.70(km)
Red secundaria (diámetros menores a 50 cm)	617.70(km)
Tomas domiciliarias	74,902
Tomas domiciliarias de gran consumo	41
Garzas de agua potable	1
Estación medidora de presión	1

**Tabla 3.17** Infraestructura de agua potable de la Delegación Xochimilco

A continuación se muestran los pozos que son operados, dentro de la delegación, por la DGCOH cuyos caudales son los más representativos (**Tabla 3.18**):

Pozo	Ubicación	Caudal (lps)
El Mirador 1	Costado Carretera a Oaxtepec	63
El Mirador 2	Costado Carretera a Oaxtepec	65
Nativitas 2	Carretera San Lorenzo Atemoaya-San Andrés Ahuayucan	53
Nativitas 3	Carretera San Lorenzo Atemoaya-San Andrés Ahuayucan	50
Noria 2	Antiguo Camino a Xochimilco-San Pablo	63
Noria 4	Plaza las Fuentes, Col. Jardines del Sur, cabecera delegacional	74
Residencial Sur	Rincón del Amor, esq. Rincón del Sur, col. Bosques Residenciales del Sur	54
S-8	Monte Carmelo esq. Montebello, Pueblo San Lucas Xochimanca	63
San Luis 7	Acueducto y Av. Juárez	106
San Luis 18	Entre Av. Tenochtitlán y carretera Xochimilco-Tulyehualco, Pueblo Santa Cruz Acalpixca	94
Santa Cruz Xochitepec	Av. Prolongación Comercio, entre Mira Flores y Ejido, Pueblo de Santa Cruz Xochitepec	84

**Tabla 3.18** Pozos con mayor aportación de la Delegación Xocimilco

### III. 3.- Zonificación Geotécnica.

Como se mostró en el capítulo II, la zonificación de la Ciudad de México ha servido para la caracterización del subsuelo sobre el cual se desplantan las diversas estructuras de tipo civil, en función con las características mineralógicas, físicas y mecánicas del comportamiento del suelo, pero enfocándose en el factor de hundimientos y sismicidad.

En la ciudad, las zonas bajas están cubiertas por depósitos aluviales y lacustres del cuaternario. De la misma edad se supone la serie volcánica basáltica de cerro Gordo, Chimalhuacán, cerro de la Estrella y Chiconautla y la sierra Chichinautzin que cerró al valle en la parte sur. Corresponden al terciario superior tobos y brechas de la formación Tarango y las lavas andesíticas del Iztaccíhuatl y el Ajusco. Tomando en cuenta que por el norte de la cuenca, en Apasco, y al sur, en Cuernavaca y Cuautla, afloran las calizas del cretácico superior, cabe suponer que este tipo de rocas debe formar el fondo de la Cuenca de México.

De acuerdo con Raúl Marsal y Graue (1969), hasta una profundidad de 2,605 m la litología de la cuenca está constituida por una superposición de depósitos volcánicos que abarcan desde el oligoceno hasta el reciente.

Raúl Marsal y Marcos Mazari (1959) dividieron en tres zonas el área urbana de la Ciudad: del lago (parte virgen y parte precargada), de transición y de lomas. Recientemente se agregó la zona de lago Xochimilco-Chalco (Jaime, 1987).

Tomando en cuenta estudios anteriores (Marsal y Mazari, 1959, Reséndiz et al., 1970; del Castillo, 1978) y nueva información recabada por el autor (Jaimes y Romo 1987 y Jaimes et al., 1987), se presenta la zonificación del valle de México atendiendo a las características del suelo y las curvas de igual profundidad a los depósitos profundos. Estos últimos sirven de base a los suelos arcillosos, blandos y compresibles del valle.

En la zona de estudio encontramos las características geológicas siguientes:

- La zona de lomas del oeste de la ciudad está caracterizada por suelos compactos, arenolimosos, con alto contenido de gravas y tobos pumíticas bien cementadas. Al sur se tiene el derrame basáltico del Pedregal con espesor máximo de unos 20 m y en general errátil. Al oriente, en las faldas de la sierra de Santa Catarina y alrededor de Chialhuacán, también se encuentra basalto del Cerro de la Estrella, donde el manto superficial. Se caracteriza por una formación heterogénea en la cual se presentan arenas limosas y arcillas limosas, también existen arcillas compresibles de color café oscuro, gris y verde, de consistencia media a blanda y es posible encontrar relleno de arena arcillosa, con arena fina suelta y materia orgánica. Se detectan dos estratos principales: el primero, muy heterogéneo, formado por arena fina y media, con algunos boleos de basalto en la parte superior y en el contacto con el estrato subyacente, subyaciendo al terreno heterogéneo, se localiza una toba con algunas gravas aisladas.
- La zona de transición se identifica por presentar variaciones estratigráficas muy marcadas de punto a punto. Se encuentra entre la zona de lomas y las zonas de los lagos. La zona de transición representa los avances y retrocesos de las riberas de los lagos de Texcoco y Xochimilco-Chalco y en otros casos deltas de ríos, por ello se pueden encontrar en tal parte alternancias de materiales limosos y arenosos compactos con estratos de arcilla muy blanda, se encuentran depósitos de basalto a una profundidad de 15 m; sobreyaciendo esta capa, se encuentran intercalados

estratos de arcilla compresible y arena fina volcánica, al pie de la sierra Chichinautzin, hacia el norte se observa que el basalto encontrado aparece a mayor profundidad y hacia el sur se observa intercalación de lentes de arena. Debido a estos cambios erráticos en la estratigrafía en esta zona, se han presentado problemas de agrietamientos y de hundimientos, el subsuelo está constituido principalmente por arcilla volcánica de consistencia variable, con lentes de arena fina negra.

- La zona de Xochimilco-Chalco, se puede caracterizar como zona de lago, se distingue por tener capas de arcillas blandas de gran espesor; en algunas partes alcanza profundidades superiores a los 110 m. Los espesores de arcilla tienden a aumentar hacia el centro de los antiguos lagos (Chalco y Xochimilco), en cambio el espesor de la capa dura disminuye y tiende a desaparecer en algunas partes del lago, la profundidad de los depósitos profundos también tiende a aumentar hacia el interior del lago.

De la descripción anterior podemos agrupar a las distintas delegaciones del área de estudio en zonas como lo muestra la **Tabla 3.19**.

### **III.4.- Infraestructura urbana.**

La ciudad de México se conforma con una gran infraestructura que permite que se realicen de manera óptima la mayor parte de las actividades cotidianas como lo debe ser en una metrópoli; se observa que la infraestructura varía de acuerdo a importancia observando que en ella se incluyen desde avenidas hasta parabuses y semáforos.

A continuación se muestra un resumen de algunas características de infraestructura con que cuenta la ciudad:

#### Infraestructura Vial

- Longitud total de la red vial en el Distrito Federal: 10 mil 200 km.
- Longitud de vialidades primarias: 930 Km (9%).
- Longitud de vías de acceso controlado: 171.42 km.
- Longitud de ejes viales: 421.16 Km.
- Longitud de arterias principales: 320.57 Km.
- Longitud de vialidades secundarias: 9 mil 229 Km.
- Ejes viales construidos en la ciudad de México: 31
- Longitud de los ejes viales construidos: 328.60 Km.
- Red vial secundaria, longitud estimada: 9 mil 229 Km.

#### *Sistema de Transporte Colectivo*

- Km de vías dobles del STC-Metro: 200
- Líneas del STC Metro: 11
- Estaciones del STC Metro: 175
- Trenes del STC Metro: 302

Delegación	Zonificación Geotécnica
Álvaro Obregón	La delegación se encuentra la zona lomas en su parte pétreo y aluvial.
Coyoacán	El 75% de la delegación se localiza dentro la zona de lomas, el territorio en su parte este se ubica sobre zona de transición progresiva y parte en la zona de lago, siendo éste el extremo sur este de la delegación.
Cuajimalpa	Se localiza en su totalidad dentro de la zona de lomas, (pétreo)
Magdalena Contreras	La delegación se ubica en su totalidad en zona de lomas.
Milpa Alta	Se encuentra situada en zona de lomas
Tláhuac	Solamente el extremo sur este de la delegación se encuentra en zona de lomas, la mayor parte de la delegación se caracteriza por suelos lacustre en su parte norte y una pequeña franja de transición progresiva y abrupta al acercarse a los antiguos lagos.
Tlalpan	La delegación se encuentra en su totalidad en zona de lomas.
Xochimilco	La delegación se encuentra localizada en su parte norte dentro de la zona de lago y en parte mínima en zona de transición progresiva, solamente el extremo sur de la delegación se encuentra en zona de lomas.

**Tabla 3.19** Agrupación de las delegaciones en zonas de estudio

*Servicio de Transportes Eléctricos*

- Extensión de la red actual de trolebuses: 422.14 km.
- Líneas de la red de trolebuses: 17
- Trolebuses en operación: 344
- Extensión del Tren Ligero: 13 km de doble vía.
- Trenes en operación: entre 12 y 15.

*Red de Transporte de Pasajeros (RTP)*

- Unidades de parque vehicular: 1,400.
- Unidades en operación por día: 1,140.
- Km recorridos al día por las unidades de RTP : 250,000 km.
- Rutas operadas por la RTP: 100

*Organizaciones y empresas del transporte concesionado*

- Empresas concesionarias de autobuses: 9.
- Parque vehicular de las empresas concesionadas: 1,197 unidades.
- Rutas que cubren las empresas concesionadas: 97.
- Extensión de las 9 rutas concesionadas: 3,000 km.



### Estacionamientos

- Estacionamientos públicos en el Distrito Federal: 1,216.
- Cajones de estacionamiento en el DF: 160,966.
- Parquímetros en operación (Colonias Juárez y Cuauhtémoc ): 1,645 y 2,700 respectivamente.

En este subcapítulo, la infraestructura más importante a considerar, de cada delegación, se ha decidido componerla por las características siguientes: vivienda particular, red de drenaje, red de distribución de energía eléctrica, escuela, centros de salud, seguridad, unidades de producción y centros de abastecimiento, áreas naturales así como servicios financieros. Dichos factores se enuncian de manera general para cada delegación del área de estudio.

### Delegación Álvaro Obregón

La delegación cuenta con una población de 685,191 habitantes los cuales habitan 165,252 viviendas de carácter particular considerándose casa habitación, departamento y vecindades, el total de viviendas en la delegación es de 165,252 con una población total de 687,020 habitantes. Del total de viviendas habitadas 159,676 cuentan con servicios de agua potable, 161,760 con servicios de drenaje y 162,680 con servicio de energía eléctrica. En lo que se refiere al sistema de drenaje, el servicio en la delegación es del 98%. En los cauces que posee la delegación se han construido un sistema de presas reguladoras o derivadoras, cuya finalidad es controlar los picos de las avenidas que se presentan en sus respectivas cuencas, evitando inundaciones en las partes bajas después de las tormentas que se presentan en la zona. Además del drenaje profundo, en la zona existen cuatro túneles de interconexión que conectan las presas Mixcoac-Becerra, Becerra-Tacubaya, Tacubaya-Tecamachalco y Texcalatlaco-Anzaldo. La **Tabla 3.20** muestra un resumen de la infraestructura de drenaje de la delegación –

Descripción	Cantidad
Red secundaria (diámetros menores a 45 cm)	726.10 (km)
Red primaria (diámetros igual o mayores a 61 cm)	131.80 (km)
Cauces entubados	2,600 (m)
Planta de Bombeo	1
Presas reguladoras	16
Lumbreras del drenaje profundo	11
Interceptor del drenaje profundo	7.5 (km)
Túnel de interconexión de presas	5
Estaciones pluviográficas	4

**Tabla 3.20** Infraestructura de drenaje de la Delegación Álvaro Obregón

La delegación genera un volumen de basura de 326.675 toneladas las cuales son recolectadas mediante 143 vehículos. En la infraestructura eléctrica se cuenta con una subestación de transmisión con potencia de 100 megawatts así como dos subestaciones de distribución.

Los servicios médicos de la delegación son cubiertos por 23 unidades de salud dependientes del DDF (Departamento del Distrito Federal) así como 8 entidades del ISSSTE (Instituto de

Seguridad y Servicios sociales para los Trabajadores del Estado), siendo estos en su mayoría clínicas de atención, del total de los servicios solamente se cuenta con 2 hospitales.

La infraestructura de educación se compone por un total de 598 instituciones educativas desde el nivel preescolar hasta profesional medio, contando en mayor medida con servicios de educación básica con 249 primarias; complementan estos servicios la existencia de 77 bibliotecas públicas que cuentan con 730,246 títulos.

En cuanto a los servicios de seguridad pública la delegación tiene 6 agencias del ministerio público así como 4 juzgados del registro civil.

Las unidades de comercio y servicios en la delegación se constituyen por 75 tianguis y 43 lecherías, con un total de 1,503 industrias siendo la más representativa la dedicada al sector de la alimentación; con un total de 7,980 comercios en su mayoría al por menor de material y artículos de papelería.

Los servicios financieros se componen de 97 sucursales bancarias; en cuanto a servicios de recreación la delegación cuenta con 652 locales entre restaurantes, bares y centros nocturnos así como "Lomas de Padierna" área natural protegida de control federal.

Las principales vialidades con que cuenta la delegación son Av. Constituyentes, Camino A Santa Fe, Santa Lucía, Av. Central, Calz. De las Águilas, Camino al Desierto de los Leones, Av. Toluca, B de la Luz, B. Pedregal, Periférico, Av. Revolución y Av. Insurgentes.

### Delegación Coyoacán

La delegación cuenta con una población de 638,273 habitantes los cuales habitan 164,920 viviendas de carácter particular considerándose casa habitación, departamento y vecindades, el total de viviendas en la delegación es de 164,990 con una población total de 640,423 habitantes.

Del total de viviendas habitadas 161,184 cuentan con servicios de agua potable, 161,340 con servicios de drenaje y 162,588 con servicio de energía eléctrica.

En lo que se refiere al sistema de drenaje, el servicio en la delegación es del 98%.

Las aguas residuales se desalojan a través de dos drenes principales: al oriente por el Canal Nacional y al norte por medio del río Churubusco., que captan los volúmenes de colectores que en su mayoría presentan sentidos de flujo de poniente a oriente y de sur a norte en la delegación, además el colector semiprofundo Canal Nacional-Canal de Chalco, con 3.10 m de diámetro, que mediante la operación de la planta de bombeo Miramontes, descarga al río Churubusco. Un resumen de la infraestructura de drenaje de la delegación se muestra en la **Tabla 3.21**.

La delegación genera un volumen de basura de 318.280 toneladas las cuales son recolectadas mediante 130 vehículos. En la infraestructura eléctrica se cuenta dos subestaciones de distribución. Los servicios médicos de la delegación son cubiertos por 25 unidades de salud dependientes del DDF (Departamento del Distrito Federal) así como 7 entidades del ISSSTE (Instituto de Seguridad y Servicios sociales para los Trabajadores del Estado), siendo estos en su mayoría clínicas de atención, del total de los servicios solamente se cuenta con 1 hospital.

La infraestructura de educación se compone por un total de 568 instituciones educativas desde el nivel preescolar hasta profesional medio, contando en mayor medida con servicios de educación básica con 183 escuelas preescolares; complementan estos servicios la existencia de 137 bibliotecas públicas que cuentan con 2,072,509 títulos. En esta delegación se ubica Ciudad Universitaria sede de la Universidad Nacional Autónoma de México.

En cuanto a los servicios de seguridad pública la delegación tiene 7 agencias del ministerio público así como 3 juzgados del registro civil.

Las unidades de comercio y servicios en la delegación se constituyen por 102 tianguis, 20 mercados y 24 lecherías, con un total de 1,311 industrias siendo la más representativa la dedicada al sector de la alimentación; con un total de 8,087 comercios en su mayoría al por menor bebidas y alimentos.

Descripción	Cantidad
Red secundaria (diámetros menores a 45 cm)	766.42 (km)
Red primaria (diámetros igual o mayores a 61 cm)	198.93 (km)
Cauces a cielo abierto	8 (km)
Cauces entubados	5,900 (m)
Planta de Bombeo	4
Planta de bombeo en pasos a desnivel para vehículos.	1
Lumbreras del drenaje profundo	8
Interceptor del drenaje profundo	6.83 (km)
Estaciones pluviográficas	1

**Tabla 3.21** Infraestructura de drenaje de la Delegación Coyoacán

Los servicios financieros se componen de 93 sucursales bancarias; en cuanto a servicios de recreación la delegación cuenta con 526 locales entre restaurantes, bares y centros nocturnos así como el jardín Viveros de Coyoacán así como jardines y plazas públicas.

Las principales vialidades de la delegación son Av. Río Churubusco, Av. México, Av. División del Norte, Calz. Tlalpan, Av Miguel Ángel de Quevedo, Av. De las Torres, Av. Dalias, Eje 1 OTE, Eje 2 OTE, Av. Aztecas, Av. Insurgentes, Periférico, Av. Del Imán. Calz. De las Bombas, Canal Nacional y Calz. Del Hueso.

### Delegación Cuajimalpa

La delegación cuenta con una población de 151,137 habitantes los cuales habitan 34,043 viviendas de carácter particular considerándose casa habitación, departamento y vecindades, el total de viviendas en la delegación es de 34,048 con una población total de 151,222 habitantes. Del total de viviendas habitadas 31,174 cuentan con servicios de agua potable, 32,230 con servicios de drenaje y 32,961 con servicio de energía eléctrica.

En cuanto al sistema de drenaje, la cobertura es del 95% mediante dos sistemas de drenaje, el tipo combinado que desaloja tanto las aguas residuales y pluviales, y el tipo separado que conduce en forma independiente: El sistema atiende el total de la mancha urbana a excepción de las colonias de reciente creación y aquellas ubicadas en zonas de desarrollo controlado como: Cola de Pato, La Pila y Las Lajas. A continuación se muestra un resumen de la infraestructura de drenaje de la delegación (**Tabla 3.22**).

La delegación genera un volumen de basura de 76.650 toneladas las cuales son recolectadas mediante 37 vehículos.

En la infraestructura eléctrica se cuenta una subestación de transmisión así dos subestaciones de distribución.

Los servicios médicos de la delegación son cubiertos por 19 unidades de salud dependientes del DDF (Departamento del Distrito Federal) así como 2 entidades del ISSSTE (Instituto de



Seguridad y Servicios sociales para los Trabajadores del Estado), siendo estos en su mayoría clínicas de atención, del total de los servicios solamente se cuenta con 1 hospital.

La infraestructura de educación se compone por un total de 186 instituciones educativas desde el nivel preescolar hasta profesional medio, contando en mayor medida con servicios de educación básica con 55 escuelas preescolares; complementan estos servicios la existencia de 27 bibliotecas públicas que cuentan con 187,872 títulos.

Descripción	Cantidad
Red secundaria (diámetros menores a 45 cm)	226.9 (km)
Red primaria (diámetros igual o mayores a 61 cm)	32 (km)
Cauces a cielo abierto	18,072 (km)
Barrancas	3,000 (m)
Colectores marginales	27,152 (m)
Estaciones pluviográficas	3

**Tabla 3.22** Infraestructura de drenaje de la Delegación Cuajimalpa

En cuanto a los servicios de seguridad pública la delegación tiene 2 agencias del ministerio público así como 2 juzgados del registro civil.

Las unidades de comercio y servicios en la delegación se constituyen por 11 tianguis, 6 mercados y 20 lecherías, con un total de 324 industrias siendo la más representativa la dedicada al sector de la alimentación; con un total de 2,139 comercios en su mayoría al por menor de alimentos, bebidas y tabaco.

Los servicios financieros se componen de 31 sucursales bancarias; en cuanto a servicios de recreación la delegación cuenta con 303 locales entre restaurantes, bares y centros nocturnos así como "El Desierto de los Leones" área natural protegida de carácter federal además de las "Barrancas de Tecamachalco" del orden de protección estatal.

La delegación cuenta con las vialidades Autopista Constituyentes-La Venta, Calz. Al Desierto de los Leones, Carretera México –Toluca y Camino a Santa Lucía.

### Delegación Magdalena Contreras

La delegación cuenta con una población de 221,355 habitantes los cuales habitan 52,793 viviendas de carácter particular considerándose casa habitación, departamento y vecindades, el total de viviendas en la delegación es de 52,811 con una población total de 222,050 habitantes.

Del total de viviendas habitadas 49,694 cuentan con servicios de agua potable, 49,969 con servicios de drenaje y 51,499 con servicio de energía eléctrica.

La cobertura del sistema de drenaje es del 98% y es de tipo combinado. Las aguas negras que se generan en la delegación son desalojadas a través del sistema de colectores existentes cuyo diámetro varía de 30 a 180 cm hasta su descarga en la presa Anzaldo, las barrancas forman parte del sistema de desalojo. Existe un gran número de barrancas en la delegación, con dirección preferencial de escurrimiento sureste-noreste y son utilizadas como receptores de aguas negras, además de colectores marginales que captan las descargas de aguas residuales de los ríos y barrancas.

A continuación se muestra un resumen de la infraestructura de drenaje de la delegación (**Tabla 3.23**).



Descripción	Cantidad
Red secundaria (diámetros menores a 45 cm)	277.8 (km)
Red primaria (diámetros igual o mayores a 61 cm)	32.8 (km)
Colectores marginales	46,050 (m)
Cauces a cielo abierto	4,000 (m)
Barrancas	7
Colectores marginales	22,079 (m)
Presa	1
Túnel de interconexión	1,513 (m)
Estaciones Pluviográficas	4

**Tabla 3.23** Infraestructura de drenaje de la Delegación Magdalena Contreras

La delegación genera un volumen de basura de 115 toneladas las cuales son recolectadas mediante 65 vehículos. En la infraestructura eléctrica se cuenta una subestaciones de distribución.

Los servicios médicos de la delegación son cubiertos por 18 unidades de salud dependientes del DDF (Departamento del Distrito Federal), siendo estos en su mayoría clínicas de atención, del total de los servicios solamente se cuenta con 1 hospital.

La infraestructura de educación se compone por un total de 174 instituciones educativas desde el nivel preescolar hasta profesional medio, contando en mayor medida con servicios de educación básica con 63 primarias; complementan estos servicios la existencia de 19 bibliotecas públicas que cuentan con 530,002 títulos.

En cuanto a los servicios de seguridad pública la delegación tiene 2 agencias del ministerio público así como 1 juzgado del registro civil.

Las unidades de comercio y servicios en la delegación se constituyen por 24 tianguis, 21 mercados y 5 lecherías, con un total de 355 industrias siendo la más representativa la dedicada al sector de la alimentación; con un total de 2,240 comercios en su mayoría al por menor de alimentos, bebidas y tabaco.

Los servicios financieros se componen de 15 sucursales bancarias; en cuanto a servicios de recreación la delegación cuenta con 72 locales entre restaurantes, bares y centros nocturnos.

Las principales vialidades de la delegación son Periférico (paramento poniente) y Avenidas como Contreras, San Bernabé, Emiliano Zapata, San Jerónimo, Luis Cabrera y Camino A Santa Teresa.

### Delegación Milpa Alta

La delegación cuenta con una población de 96,773 habitantes los cuales habitan 21,560 viviendas de carácter particular considerándose casa habitación, departamento y vecindades, el total de viviendas en la delegación es de 21,562 con una población total de 96,773 habitantes. Del total de viviendas habitadas 18,575 cuentan con servicios de agua potable, 18,293 con servicios de drenaje y 21,134 con servicio de energía eléctrica.

La cobertura del sistema de drenaje es del 53.7%, el restante 46.3% carece de este servicio y se ubica en las zonas periféricas de los poblados, descargando sus aguas en zanjas a cielo abierto. Además de las redes primarias y secundarias existen colectores marginales alojados en las márgenes de las barrancas principalmente. La mayor parte de los poblados cuenta con

infraestructura de red secundaria para cubrir las necesidades a excepción del poblado de San Juan Tepenáhuac.

A continuación se muestra un resumen de la infraestructura de drenaje de la delegación (Tabla 3.24).

Descripción	Cantidad
Red secundaria (diámetros menores a 45 cm)	184.5 (km)
Red primaria (diámetros igual o mayores a 61 cm)	14.10 (km)
Colectores marginales	46,050 (m)

**Tabla 3.24** Infraestructura de drenaje de la Delegación Milpa Alta

La delegación genera un volumen de basura de 39.055 toneladas las cuales son recolectadas mediante 29 vehículos.

Los servicios médicos de la delegación son cubiertos por 17 unidades de salud dependientes del DDF y 1 dependiente al ISSSTE, siendo estos en su mayoría clínicas de atención, del total de los servicios solamente se cuenta con 1 hospital.

La infraestructura de educación se compone por un total de 92 instituciones educativas desde el nivel preescolar hasta profesional medio, contando en mayor medida con servicios de educación básica con 37 primarias; complementan estos servicios la existencia de 21 bibliotecas públicas que cuentan con 76,141 títulos.

En cuanto a los servicios de seguridad pública la delegación tiene 2 agencias del ministerio público así como 1 juzgado del registro civil.

Las unidades de comercio y servicios en la delegación se constituyen por 1 tianguis, 8 mercados y 12 lecherías, con un total de 244 industrias siendo la más representativa la dedicada al sector de la alimentación; con un total de 1,811 comercios en su mayoría al por menor de alimentos, bebidas y tabaco.

Los servicios financieros se componen de 4 sucursales bancarias; en cuanto a servicios de recreación la delegación cuenta con 21 locales entre restaurantes, bares y centros nocturnos.

La delegación cuenta como vialidad principal la Carretera a Oaxtepec además de varias vialidades secundarias que la comunican con las delegaciones y municipios vecinos.

### Delegación Tláhuac

La delegación cuenta con una población de 302,790 habitantes los cuales habitan 70,473 viviendas de carácter particular considerándose casa habitación, departamento y vecindades, el total de viviendas en la delegación es de 70,485 con una población total de 302,790 habitantes. Del total de viviendas habitadas 67,459 cuentan con servicios de agua potable, 67,450 con servicios de drenaje y 69,240 con servicio de energía eléctrica.

La cobertura de la red de drenaje en la delegación es del 96%, el sistema tiene como finalidad desalojar las aguas residuales y reducir encharcamientos e inundaciones mediante un sistema integrado por redes primaria y secundaria de tipo combinado, conductos a cielo abierto, cárcamos y plantas de bombeo, así como una laguna de regulación. La mayor parte de la demarcación de Tláhuac se encuentra ubicada en la zona lacustre, por tal motivo cuenta con canales que se utilizan para fines agrícolas y para desalajo de aguas residuales y pluviales,

constituyendo estos últimos parte de la principal estructura de drenaje. A continuación se muestra la descripción del mismo (**Tabla 3.25**):

La delegación genera un volumen de basura de 131.400 toneladas las cuales son recolectadas mediante 51 vehículos.

Los servicios médicos de la delegación son cubiertos por 22 unidades de salud dependientes del DDF, siendo estos en su mayoría clínicas de atención, del total de los servicios solamente se cuenta con 1 hospital.

La infraestructura de educación se compone por un total de 265 instituciones educativas desde el nivel preescolar hasta profesional medio, contando en mayor medida con servicios de educación básica con 116 escuelas preescolares; complementan estos servicios la existencia de 27 bibliotecas públicas que cuentan con 127,420 títulos.

En cuanto a los servicios de seguridad pública la delegación tiene 2 agencias del ministerio público así como 1 juzgado del registro civil.

Las unidades de comercio y servicios en la delegación se constituyen por 10 tianguis, 18 mercados y 28 lecherías, con un total de 1,031 industrias siendo la más representativa la dedicada al sector de bebidas y tabaco; con un total de 4,796 comercios en su mayoría al por menor de alimentos, bebidas y tabaco.

Los servicios financieros se componen de 10 sucursales bancarias; en cuanto a servicios de recreación la delegación cuenta con 47 locales entre restaurantes, bares y centros nocturnos; además la delegación cuenta con una área natural protegida a nivel estatal "Bosque de Tláhuac".

Cuenta con vialidades como Av. Tláhuac, Av. Chalco, Tlaltenco, Acueducto, Calz. Tláhuac-Chalco, E. Ramírez, Sta Catarina, Av. Del Comercio y P. E Calles.

Descripción	Cantidad
Red secundaria (diámetros menores a 45 cm)	424.5 (km)
Red primaria (diámetros igual o mayores a 61 cm)	78.5 (km)
Cauces a cielo abierto	39.6 (km)
Plantas de bombeo	2
Cárcamos de bombeo	2
Lagunas de regulación	1
Estaciones pluviográficas	3

**Tabla 3.25** Infraestructura de drenaje de la Delegación Tláhuac

### Delegación Tlalpan

La delegación cuenta con una población de 575,533 habitantes los cuales habitan 142,071 viviendas de carácter particular considerándose casa habitación, departamento y vecindades, el total de viviendas en la delegación es de 142,178 con una población total de 581,781 habitantes. Del total de viviendas habitadas 124,733 cuentan con servicios de agua potable, 135,914 con servicios de drenaje y 139,313 con servicio de energía eléctrica.

La infraestructura de drenaje es del 77%, considerando únicamente el área urbana y pueblos ubicados dentro de la zona de reserva ecológica, el 52% de la población cuenta con descarga domiciliar a la red y el 48% realiza sus descargas a fosas sépticas y resumideros.

El conjunto de colectores y ramales se enlazan al colector Miramontes, que es la estructura encargada de conducir aguas negras generadas en esta delegación hasta el río Churubusco y de



ahí al Sistema General de Desagüe. A continuación se muestra la descripción del mismo (**Tabla 3.27**):

La delegación genera un volumen de basura de 318.280 toneladas las cuales son recolectadas mediante 83 vehículos.

Los servicios médicos de la delegación son cubiertos por 26 unidades de salud dependientes del DDF y 9 del ISSSTE, siendo estos en su mayoría clínicas de atención, del total de los servicios solamente se cuenta con 1 hospital.

En la delegación se encuentran la mayor parte de los institutos de salud a nivel nacional. (los cuales en este apartado no se mencionan)

La infraestructura de educación se compone por un total de 536 instituciones educativas desde el nivel preescolar hasta profesional medio, contando en mayor medida con servicios de educación básica con 185 escuelas preescolares; complementan estos servicios la existencia de 62 bibliotecas públicas que cuentan con 736,193 títulos.

En cuanto a los servicios de seguridad pública la delegación tiene 4 agencias del ministerio público así como 3 juzgados del registro civil.

Las unidades de comercio y servicios en la delegación se constituyen por 93 tianguis, 17 mercados y 36 lecherías, con un total de 1,198 industrias siendo la más representativa la dedicada al sector alimenticio; con un total de 7,819 comercios en su mayoría al por menor de alimentos, bebidas y tabaco.

Los servicios financieros se componen de 52 sucursales bancarias; en cuanto a servicios de recreación la delegación cuenta con 322 locales entre restaurantes, bares y centros nocturnos; además la delegación cuenta con una área natural protegida a nivel Federal con "Fuentes Brotantes" y "Cumbres del Ajusco" así como a nivel estatal de "Reserva Ecológica del Ajusco".

Las principales vialidades con que cuenta la delegación son Blvd. Picacho Ajusco, Calz. Del Hueso, Periférico, Viaducto Tlalpan, Calza de Tlalpan, Av. Insurgentes, Calz. Acoxpa, Carretera a Cuernavaca y Circuito Ajusco.

Descripción	Cantidad
Red secundaria (diámetros menores a 45 cm)	555.9 (km)
Red primaria (diámetros igual o mayores a 61 cm)	104.10(km)
Cauces a cielo abierto	17 (km)
Plantas de bombeo	1
Estaciones pluviográficas	6

**Tabla 3.27** Infraestructura de drenaje de la Delegación Tlalpan

### Delegación Xochimilco

La delegación cuenta con una población de 365,701 habitantes los cuales habitan 83,337 viviendas de carácter particular considerándose casa habitación, departamento y vecindades, el total de viviendas en la delegación es de 893,365 con una población total de 369,787 habitantes. Del total de viviendas habitadas 74,300 cuentan con servicios de agua potable, 75,372 con servicios de drenaje y 81,000 con servicio de energía eléctrica.

La infraestructura de drenaje es del 90%, llevando el agua pluvial hacia los canales de la zona chinampera de los pueblos de Santa María Nativitas, San Gregorio Atlapulco y San Luis Tlaxialtemalco; también existe un sistema de colectores marginales en los pueblos de la montaña



para evitar la contaminación del acuífero. La descripción del sistema es mostrada en la **Tabla 3.28**.

La delegación genera un volumen de basura de 154.760 toneladas las cuales son recolectadas mediante 58 vehículos; cuenta con dos subestaciones de distribución de energía eléctrica que generan 82 megawatts.

Los servicios médicos de la delegación son cubiertos por 24 unidades de salud dependientes del DDF y 4 del ISSSTE, siendo estos en su mayoría clínicas de atención, del total de los servicios solamente se cuenta con 1 hospital.

La infraestructura de educación se compone por un total de 304 instituciones educativas desde el nivel preescolar hasta profesional medio, contando en mayor medida con servicios de educación básica con 122 escuelas preescolares y primarias; complementan estos servicios la existencia de 41 bibliotecas públicas que cuentan con 230,570 títulos.

En cuanto a los servicios de seguridad pública la delegación tiene 2 agencias del ministerio público así como 1 juzgado del registro civil. Las unidades de comercio y servicios en la delegación se constituyen por 30 tianguis, 11 mercados y 23 lecherías, con un total de 899 industrias siendo la más representativa la dedicada al sector alimenticio; con un total de 6,791 comercios en su mayoría al por menor de alimentos, bebidas y tabaco.

Descripción	Cantidad
Red secundaria (diámetros menores a 45 cm)	433.7 (km)
Red primaria (diámetros igual o mayores a 61 cm)	70.1 (km)
Plantas de bombeo	10
Lagunas de regulación	2
Presas	1
Estaciones pluviográficas	3

**Tabla 3.28** Infraestructura de drenaje de la Delegación Xochimilco

Los servicios financieros se componen de 17 sucursales bancarias; en cuanto a servicios de recreación la delegación cuenta con 66 locales entre restaurantes, bares y centros nocturnos; además la delegación cuenta con una área natural protegida a nivel estatal con "Ejidos de Xochimilco" y "Parque de la Ciudad de México".

Las principales vialidades de la delegación son Anillo Periférico, Prol. División del Norte, Av. Nuevo León, Camino a Nativitas, Av. 18 de Septiembre, Autopista a Cuernavaca, Autopista a Oaxtepec, Antiguo Camino a Xochimilco, Carretera Xochimilco Tulyehualco, Av. México y Hombres Ilustres.

### **III.5.- Identificación de zonas que pueden ser señaladas como posibles zonas de desarrollo.**

La preselección de los lugares que poseen las características de albergar polos de desarrollo se realizará mediante los factores enunciados anteriormente en este capítulo, se debe aclarar que la selección de las delegaciones se hará en este capítulo en cuanto a la infraestructura existente (distribución de agua potable, drenaje, etc) no en cuanto a territorio no urbanizado

debido a que el costo de la introducción de servicios en sería demasiado alto al igual que su acoplamiento correcto a la infraestructura existente en delegaciones vecinas.

Dentro de las características que se toman en cuenta para la selección en esta etapa se encuentran:

- Red de distribución de agua potable (principal y secundaria)
- Red de drenaje (principal y secundaria)
- Vialidades primarias.
- Zonificación geotécnica.
- Viviendas (porcentaje de servicios)
- Servicios (educación, salud, seguridad, recreativos)
- Industria y comercio.
- Áreas naturales protegidas.

Siendo las más importantes para la selección de las delegaciones la red de distribución de agua potable y alcantarillado, vialidades primarias y zonificación geotécnica. Las características generales que se muestran en la tabla de clasificación sirven de apoyo secundario en la toma de decisiones.

Tres Delegaciones Políticas serán seleccionadas tomando en cuenta los factores siguientes:

- Zonificación geotécnica.- se dará preferencia a las delegaciones que se encuentren sobre un solo tipo de suelo, siendo éste de lomas (zona I), debido a que es el que presenta menores problemas geotécnicos así como hundimientos diferenciales y sismicidad.
- Red de distribución de agua potable.- se tomarán los valores más altos en red de distribución de agua tanto primaria como secundaria así como las delegaciones que cuenten con mayores caudales de agua potable extraída de pozos ubicados en la delegación.
- Red de drenaje.- se tomarán los valores más altos en red de distribución tanto primaria como secundaria.
- Vialidades.- las que cuenten con mayor cantidad de vialidades principales, debido a que son las que mantienen en comunicación a la delegación con las demás entidades.
- Servicios.- se opta por las Delegaciones Política que cuenten con una distribución eficiente de agua potable, drenaje o luz además que cuentan con suficiencia de servicios básicos en el área de salud y educación.

Como parte secundaria a las demás características se seleccionarán los valores más altos en cuanto a cobertura de servicios, servicios de salud y educativos así como en industria, comercio, bancos, etc.

Se muestra la tabla de características y valores representativos de cada Delegación Política incluida dentro del área de estudio (**Tabla 3.29**).

La selección mostrada se realiza de manera cualitativa, de ella se han elegido tres áreas principales, las de mayor puntaje, las cuales se compararan de manera más detallada y concisa en capítulos posteriores logrando así la obtención de las zonas que pueden ser consideradas como polos de desarrollo.

Delegación		Álvaro Obregón	Coyoacán	Cuajimalpa	Magdalena Contreras	Milpa Alta	Tláhuac	Tlalpan	Xochimilco
Factor									
Red de Agua potable	Primaria (km)	64.7	59.4	19.8	21.3	6.4	50.5	54.7	35
	Secundaria (km)	834.9	876.8	290.5	288	256	478.8	796.8	617.7
	Caudal generado por pozos (lps)	429	3170	41	816	0	545	2773	964
Drenaje	Primaria (km)	131.8	180.6	32	32.8	14.1	78.8	104.1	70.1
	Secundaria (km)	726.1	695.1	227	277.8	184.5	410.1	555.9	433.7
Vialidades		12	16	4	7	1	8	9	11
Zonificación		I	I, II y III	I	I	I	I, II y III	I	I, II y III
Viviendas		165,186	164,920	34,043	52,793	21,560	70,473	142,071	83,337
Servicios (viviendas que poseen el servicio)	Agua Potable	159,676	161,184	31,174	49,694	18,575	67,459	124,733	74,300
	Drenaje	161,760	161,340	32,230	49,969	18,293	67,450	135,914	75,372
	Luz	162,680	162,588	32,961	51,499	21,134	69,240	139,313	81,000
Población		685,191	638,273	151,137	221,355	96,758	302,570	575,533	365,701
Generación de basura	(ton)	326.675	318.28	76.65	115	39.055	131.4	318.28	154.76
Salud	Hospitales	2	1	1	1	1	1	2	2
	Clínicas	29	31	20	17	17	21	33	26
Educación (escuelas)	Preescolar	216	183	58	63	33	116	185	122
	Primaria	249	224	68	71	37	104	219	122
	Secundaria	88	101	40	29	14	35	93	45
	Profesional	8	9	2	4	3	4	8	4
	Bachillerato	34	50	18	7	5	6	29	11
	Normal	2	1	0	0	0	0	2	0
	Bibliotecas	77	137	27	19	21	27	62	41
Seguridad	Ministerio Público	6	7	2	2	2	2	4	2
Industria		1,503	1,311	324	355	244	1,031	1,198	899
Comercio		798	8,087	2,139	224	1,811	4,796	7,819	6,791
Sucursales bancarias		97	93	31	15	4	10	52	17
Áreas de reserva ecológica		1	0	1	0	0	0	3	3
Recreación		652	526	303	72	21	47	322	66
<b>SUMA DE VALORES</b>		<b>55</b>	<b>55</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>55</b>	<b>5</b>

**Tabla 3.29** Identificación de zonas que pueden ser señaladas como posibles zonas de desarrollo

Al realizar el análisis de las delegaciones que cuentan con mayores características (de importancia) en ellas, obtenemos las tres Delegaciones Políticas a analizar de manera más detallada, siendo éstas:

- Álvaro Obregón.
- Coyoacán.
- Tlalpan.

Las delegaciones que no serán tomadas en cuenta para el estudio son:

- Cuajimalpa
- Magdalena Contreras.
- Milpa Alta.
- Tláhuac.
- Xochimilco.
- 

Éstas fueron descartadas en la selección debido a factores como:

- Zonificación geotécnica.- delegaciones como Tláhuac y Xochimilco se encuentran en zona de lago y zonas inundables.
- Agua potable.- poca generación de agua potable, lo que implica que la Delegación Política depende en gran manera de fuentes externas para su abastecimiento o pocas líneas de distribución de la misma.
- Drenaje.- poca capacidad para desalojar sus aguas residuales, principalmente en zonas de lago las cuales son inundables.
- Vialidades.- vialidades primarias insuficientes lo que indica que la delegación posee grandes problemas de traslado de sus habitantes hacia otras partes del Distrito Federal lo que se observa en congestionamientos viales severos en horas pico.
- Servicios.- distribución deficiente de agua potable, drenaje o luz además de la insuficiencia de servicios básicos en el área de salud y educación.



## Capítulo IV.- Selección de Nuevos Polos de Desarrollo

### IV.1.- Análisis de las zonas que se señalan como posibles polos de desarrollo.

#### IV.1.1.- Factores de Análisis.

El enfoque de desarrollo nacional se encuentra fuertemente impregnado por análisis y consideraciones económicas, los análisis local y urbano no deben basarse en ello, debe existir la tendencia a generar polos de desarrollo, casi exclusivamente mediante la adecuación de la infraestructura física de las ciudades.

A la letra del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos señala:

“La Nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las necesidades que dicte el interés público así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de las poblaciones rural y urbana. En consecuencia, se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas, planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población”.

La generación de polos de desarrollo debe de ser entendida como un proceso histórico, estructuralmente complejo, si bien esto podría decirse de cualquier territorio o proceso social, existe en el caso del Distrito Federal un elemento distintivo: la gran incidencia que sobre él tiene el medio físico natural mediante las condiciones geotécnicas así como la distribución geográfica de la infraestructura y redes de servicio existentes; actualmente la práctica dominante de crecimiento urbano se ha empeñado en corregir las presuntas imperfecciones territoriales del modelo, postula incentivos para la desconcentración económica, desvía algunos recursos hacia las regiones periféricas e intenta forzar polos de desarrollo en diversos lugares de esa periferia.

Se debe comprender que una metrópoli no es simplemente una ciudad que creció demasiado, un símil más valedero es decir que se trata de varias ciudades diferentes organizadas bajo distintas bases sociales y económicas, y superpuestas en un mismo espacio físico, donde la competencia por el suelo es el principal vínculo de conexión entre estas diferentes estructuras urbanas.

El caso del área de estudio, correspondiente a la zona sur del Valle de México, trata acerca de la localización de posibles polos de desarrollo en dicha zona. Como se ha señalado anteriormente las zonas elegidas para dicho análisis han sido aquellas que cuentan con una adecuada infraestructura vial, de distribución de agua potable y drenaje así como de servicios además de características propias de extracción de agua potable y tipo de zonificación geotécnica que presenta el suelo.

El análisis no busca ubicar espacialmente predios o lotes en los cuales se pueda llevar a cabo una obra en particular; se busca ubicar los sitios o zonas más apropiados para la ubicación de polos de desarrollo en un marco regional, sean éstos viviendas o industrias, se debe señalar que dichos sitios pueden o no contar con espacios disponibles para la construcción de obra civil ya que se trata de aprovechar la infraestructura existente así como la zonificación geotécnica no solo para desarrollar nuevas construcciones sino plantear la posibilidad de regenerar dicha zona adecuándola a un tipo específico de servicio.

Las características particulares de las delegaciones que conforman la zona de estudio ya han sido mencionadas anteriormente de manera general y en algunos casos de manera detallada. En este capítulo dichas características se conjuntan para llevar a cabo un análisis mediante el criterio siguiente:

La información representativa se manejará en mapas delegacionales, en los cuales se mostrará la información pertinente de acuerdo a los criterios tomados en cuenta, la información se manejará con los principios de un sistema de información geográfica el cual se basa en análisis mediante la superposición de distintas capas de información para ubicar una región o zona en específico que cumpla con los requerimientos y condiciones necesarias establecidas para dicho análisis.

Para elaborar el análisis se tomarán en cuenta los parámetros siguientes que se encaminan a medir beneficios en las distintas alternativas de ocupación territorial que se puedan plantear:

- **Geotécnia.-** posibilidad para adecuarse a los suelos más aptos para desarrollo urbano (capacidad de carga, bajo coeficiente sísmico) preservando tierras agrícolas de gran capacidad productiva así como recursos minerales y terrenos con paisajes. Dentro de este apartado se incluirán:
  - Zonificación geotécnica.
  - Problemas geotécnicos.
  - Costo de la tierra.
  - Uso de suelo.
  
- **Agua potable.-** optimización de la red de agua potable así como de los caudales que cada Delegación Política genera mediante los pozos con que cuenta y opera la DGCOH (Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica), posibilidad de lograr los trazos de redes más sencillos, menos costosos y cuyos plazos de optimización sean mínimos, en términos generales el crecimiento a altas densidades poblacionales. Dentro de estos aspectos se tomarán en cuenta:
  - Disponibilidad de agua potable.
  - Red primaria de distribución de agua potable.
  
- **Infraestructura urbana.-** posibilidad de optimizar la red vial existente además de un crecimiento modular con posibilidad de reducir el tiempo o esfuerzo que se invierte para desplazarse entre distintas áreas de actividad, preferentemente alternativas que permiten la fácil implantación de sistemas de transporte colectivo rápido; aunado a esto la posibilidad de la población de acceder a servicios básicos de salud, educación, comercio, distribución de alimentos y espacios recreativos cerca de su lugar de vivienda. Dentro de este aspecto se tomarán en cuenta parámetros como:
  - Red de drenaje.
  - Vialidades primarias.
  - Red de transporte ("Metro")
  - Salud.
  - Educación.
  - Áreas verdes o reservas ecológicas.

- **Ambientales.-** es estos aspectos se tomarán en cuenta principalmente la inclusión de generación de desechos sólidos, disposición final y rutas de recolección de basura y en caso que se presenten plantas de tratamiento de agua u algún otro tipo de tratamiento a desechos sólidos.

### Criterios de evaluación de alternativas de polos de desarrollo

Como el propósito de esta parte del estudio es proponer y evaluar diversas opciones de polos de desarrollo, todo el análisis precedente debe entenderse como orientado a establecer criterios específicos de evaluación de alternativas espaciales.

En particular los fines del análisis quedan definidos por:

- Una reordenación progresiva de la estructura urbana en las áreas ya construidas, que presenten mayor atención a la refuncionalización del sistema de movimientos, la redensificación de zonas seleccionadas y la reducción de incompatibilidades en los usos de suelo.
- La definición anticipada de la estructura vial y de usos y destinos de suelo, en las áreas de futuro crecimiento, para alojar, en forma adecuada nuevos contingentes de población.
- Mayor acceso al equipamiento urbano, áreas recreativas y, especialmente a las fuentes de empleo.
- Reducción del costo de la tierra.
- Aplicación efectiva de la legislación existente para controlar la contaminación ambiental.

Por lo tanto, los aspectos mencionados deben cumplir con dos características, la primera de congruencia, es decir la posibilidad de coordinar los distintos elementos de la estructura urbana, lograr la correspondencia entre los espacios adaptados y las actividades que alojan las redes y flujos de personas y bienes, en particular la posibilidad de inducir en una rearticulación entre los nuevos espacios y los construidos; la aceptabilidad o facilidad de adaptación a nuevas funciones o requerimientos con un mínimo costo, especialmente tanto la posibilidad de adaptarse a las variaciones de la demanda de suelo por parte de diversos grupos sociales y generar una amplia gama de elementos urbanos, actividades y mezclas espaciales de los mismo y modificar los tipos de transporte principalmente.

Una vez mostrado el esquema con que se generará el análisis se detallan los parámetros a tomar en cuenta.

#### *Geotécnia*

Los factores geológicos han generado e intervienen en distintas características de la ciudad como su topografía, clima, distribución de ríos y cuerpos de agua tanto subterránea como de superficie, vegetación, etc. Además de éstas encontramos las que afectan o intervienen en la construcción de una obra civil como inundaciones, hundimientos, coeficientes sísmicos elevados, etc. Poca gente se basa en la geotécnia como consideración debido a que generalmente se busca ubicar un polo de desarrollo en zonas cercanas a ciertos puntos de interés político o social generado anteriormente o ubicarse en zonas donde el terreno sea de un precio relativamente bajo sin saber las consecuencias que esto puede traer. En este caso dicho factor es el de mayor importancia en el análisis por los hechos ya descritos.



- **Zonificación geotécnica.-** el Distrito Federal se divide en tres zonas con las siguientes características generales:
  - o **Zona I.-** Lomas, formadas por rocas o suelos generalmente firmes que fueron depositados fuera del ambiente lacustre, pero en los que pueden existir, superficialmente o intercalados, depósitos arenosos en estado suelto o cohesivos relativamente blandos. En esta zona, es frecuente la presencia de oquedades en roca y de cavernas y túneles excavados en el suelo para explotar minas de arena;
  - o **Zona II.-** Transición, en la que los depósitos profundos se encuentran a 20 m de profundidad, o menos, y que está constituida predominantemente por estratos arenosos y limoarenosos intercalados con capas de arcilla lacustre; el espesor de éstas es variable entre decenas de centímetros y pocos metros.
  - o **Zona III.-** Lacustre, integrada por potentes depósitos de arcilla altamente compresible, separados por capas arenosas con contenido diverso de limo o arcilla. Estas capas arenosas son de consistencia firme a muy dura y de espesores variables de centímetros a varios metros. Los depósitos lacustres suelen estar cubiertos superficialmente por suelos aluviales y rellenos artificiales; el espesor de este conjunto puede ser superior a 50 m.

En el estudio se dará mayor importancia a la zona I “Lomas” debido a que es la que presenta una mayor capacidad de carga y un coeficiente sísmico relativamente bajo, aunque puede presentar problemas geotécnicos diversos, la segunda zona de importancia será la zona II “Transición” debido a que en ella se presentan ya una gran cantidad de problemas geotécnicos, se buscará tener en cuenta la zonas que no presente transición abrupta o abanicos aluviales, finalmente la zona más desfavorable zona III “de Lago” de achura con puntos y se trata de evitar en la localización.

- **Problemas geotécnicos.-** Cada zona geotécnica tiene sus problemas geotécnicos en mayor o menor medida, en este caso se tratarán de ubicar las regiones con menor cantidad de problemas los cuales en su mayoría se consideran de cavernas, minas, abanicos aluviales y en zona de transición abrupta, problemas de hundimientos o zonas inundación.
- **Costo de la tierra.-** desde el punto de vista económico, el suelo es un recurso escaso susceptible de numerosas formas de aprovechamiento, su precio real o estimado se determina por las rentas absolutas y diferenciales que de cada terreno se extraen, la proliferación de asentamientos irregulares en las peores localizaciones no es el producto de falta de planes urbanos o de excesivo crecimiento demográfico, sino el resultado natural de una estructura económica en la cual los grupos económicos más poderosos, guiados por el interés de la ganancia, han podido ubicar sus inversiones en los mejores suelos, los cuales en relación directa nos llevan a analizar el costo del suelo, más por su capacidad de carga y bajo coeficiente sísmico que por su ubicación cercana a ciertos polos o regiones de crecimiento dentro de zonas con vegetación y poco tránsito o movimiento de personas.
- **Uso de suelo.-** los suelos urbanos y la intensidad de usos dependen directamente del precio unitario del terreno, generando una anárquica distribución de los distintos usos de suelo, especialmente en la periferia urbana, en el trabajo se considera que la



determinación del tipo de uso de suelo depende directamente de la capacidad de carga del mismo así como para los procesos urbanos que pueda generar, debido a que los factores agrícolas y forestal son características cambiantes y latentes que tienden a perderse según avanza el crecimiento urbano. Se debe recordar que en la Ciudad de México el uso de suelo, salvo en casos excepcionales, no está directamente relacionado con la capacidad de carga de suelo o las características del mismo, sino se rige en parte por intereses políticos y de las comunidades que habitan ese espacio. En los mapas se muestra el uso del suelo actual para cada delegación; al final del trabajo se realizarán los comentarios al respecto debido que el uso del suelo al no estar condicionado por factores geotécnicos varía a través del tiempo y del desarrollo de la ciudad pudiéndose convertir un uso de suelo habitacional a un uso comercial en un tiempo muy corto de acuerdo a los intereses presentados en el área.

De manera similar se considera dentro de los factores correspondientes al llamado medio físico transformado, los relativos a la infraestructura física tienen inevitablemente mayor importancia en la determinación de la capacidad del suelo, que la limitación impuesta por la vegetación o los cultivos existentes ya que la infraestructura se suma además a las ventajas de localización que ofrece la ciudad. Se deben respetar las zonas menos accesibles que cuentan con bosques y potencial agrícola, reconoce que la inversión hecha en infraestructura, servicios o vialidad constituye por sí misma un aspecto sumamente importante para valorar la aptitud del suelo para desarrollo urbano futuro. También se toma en cuenta que ese suelo tiene la capacidad para albergar, aunque sea en teoría, otros usos potenciales.

### *Agua potable*

El agua potable en la Ciudad de México es un recurso cada vez más escaso, por una parte las fuentes habituales de suministro resultan insuficientes a causa de la creciente demanda tanto de uso doméstico, industrial y comercial, como para el mantenimiento de parques y jardines urbanos. Del total del agua extraída en el Valle de México, el 68% es para uso doméstico, la restante se utiliza en agricultura e industria, empleando sobre todo fuentes subterráneas. Además actualmente se presenta el problema de cuantiosas inversiones realizadas para la conducción del líquido desde fuentes externas para evitar la desecación de pozos y disminución de volumen de aguas subterráneas. La CAVM (Comisión de Aguas del Valle de México) ha calculado que la recarga natural de los acuíferos en el Valle de México es del orden de 20 a 25 m<sup>3</sup>/seg, mientras que la extracción total actualmente es de más de 50 m<sup>3</sup>/seg. La agricultura en todo el valle emplea 13.4 m<sup>3</sup>/seg (50% de las fuentes subterráneas, 21.5% de superficie y 28.5% de aguas residuales) con los que se riegan 46,202 ha; por lo anterior los factores a considerar son:

- Extracción de Agua potable.- este aspecto es tomado en cuenta debido a que ciertas delegaciones presentan una cantidad de pozos de extracción importantes mediante los cuales es posible su autoabastecimiento si se toma en cuenta un uso específico y bien controlado, lo cual disminuye el costo del traslado del agua desde grandes distancias a los posibles centros de desarrollo.
- Red de distribución de agua potable.- se trata de aprovechar los trazos actuales de la red para de ella poder generar trazos secundarios sencillos y poco costosos para una optimización hacia las zonas de desarrollo.

El agua en el Valle de México es un recurso cada vez más escaso. Por una parte las fuentes habituales de suministro resultan insuficientes a causa de la creciente demandada tanto para uso doméstico, industrial y comercial, como para el mantenimiento de parques y jardines urbanos.

Por otra parte la descarga de grandes volúmenes de aguas residuales genera también grandes problemas de contaminación y salud pública entre los habitantes del valle y áreas vecinas. Estos dos problemas son actualmente la preocupación principal de técnicos y gobernantes.

La solución integral de ambos parece imposible. En este caso se presentan los caudales en litros / segundo que son generados exclusivamente por los pozos y/o manantiales existentes en cada delegación operados por la DGCOH o particulares, ya que se busca el autoconsumo de los polos a ubicar, presentando una tabla con su ubicación geográfica respecto a las vialidades de la ciudad.

### *Infraestructura urbana*

En el caso de la infraestructura, se toma en cuenta la ya existente debido a que los costos de urbanización de zonas con una densidad de población baja presenta inversiones iniciales muy altas cuya optimización tiende a alejarse con el tiempo, esto aplicado al desarrollo de la red vial y distribución de agua potable y drenaje, en la saturación y deterioro de las cercanas al centro de la ciudad o existentes y las subutilizadas en la periferia que son relativamente nuevas. Esta situación propicia la elevación de costos para el estado como prestador de servicios; en este aspecto los factores a tomar en cuenta son:

- Red de drenaje.- se debe adecuar la red existente para evitar la saturación de la misma, en el análisis se toman en cuenta las regiones que presentan una mayor red de drenaje lo cual se asocia a una disminución de problemas de inundaciones y un alejamiento de los centros de plantas de tratamiento o cauces a cielo abierto.
- Vialidades primarias.- cada vez con mayor frecuencia se deben realizar tiempos mayores de traslado entre lugares dentro de la misma ciudad, diversas unidades habitacionales, fraccionamientos y zonas residenciales son creadas sin tomar en cuenta su unión a las vialidades primarias lo que genera en horas pico la saturación de las vialidades secundarias lo que implica la saturación de una vialidad primaria debido a que todas las generadas convergen en ella.
- Red de transporte colectivo.- se basa principalmente en la red de "Metro" la cual en algunas zonas estudiadas esta subutilizada, actualmente la red de "Metro" es la base del sistema de transporte de la ciudad, por lo que se considerará como la más importante en el análisis y se incluirán ciertas rutas de transporte colectivo. principales, que complementen el sistema.
- Servicios.- los servicios se mencionarán de manera general, tratando de que los polos de desarrollo a ubicar cuenten con la mayor cantidad de estos servicios principalmente los de salud, educación y en los casos donde sea posible la ubicación de áreas verdes, relacionados todos con los tiempos de traslado de los habitantes hacia estos centros

### *Ambientales*

En este apartado se tiene en cuenta la contaminación del suelo, la generación de basura y los problemas de recolección, tratamiento y disposición final, se toma en cuenta que el espacio a desarrollar debe propiciar un ordenamiento en el que se hagan más sencillos dichos procesos favoreciendo la disposición adecuada y uso correcto de los mismos; en cada nueva etapa de

crecimiento de la ciudad se desecan o entuban nuevos cuerpos de agua, se eliminan pastizales y bosques que se sustituyen por fraccionamientos o carreteras, se rompe el equilibrio entre la recarga y extracción de agua en los mantos acuíferos del valle, se contamina el aire urbano con la emisión de gases y contaminantes de nuevas industrias y automóviles, se emite más ruido, se genera más basura y aguas residuales que se arrojan a los cauces ya muertos de los pocos ríos que subsisten en el valle.

Como consideraciones generales se tienen:

- Las áreas industriales y habitacionales, así como vías de comunicación se deben generar buscando la disminución de emisiones contaminantes, evitando la concentración de las mismas en un espacio y tiempo determinado.
- La ubicación de áreas habitacionales deberá realizarse lejos de centros de disposición de basura, plantas de tratamiento de agua o desecho sólidos y lejos de cauces a cielo abierto en los que fluya agua residual.

Se estima que el promedio nacional de producción de basura por habitante es de 690 gr por día, cifra demasiado baja pues incluye a la población rural. En la ciudad de México según estudios realizados por el G.D.F (Gobierno del Distrito Federal), la producción de basura en las delegaciones varía de 1,000 gr/habitante/día a los 1,600 gr/hab/día. La variación depende de los ingresos de la población los cuales determinan la cantidad y el tipo de consumo de los habitantes.

Es necesario en esta dirección, buscar patrones o modalidades alternativas de desarrollo urbano que impliquen estrategias orientadas a una interacción más racional con el medio ambiente. La repetición en lo formal del modelo seguido por algunos países industrializados sólo producirá efectos más desfavorables.

Se ubican dentro de los mapas mostrados las zonas de reserva ecológica tanto de carácter federal como local que pertenecen a cada delegación así como los diversos parques y espacios públicos.

En los mapas se muestran las principales redes de recolección de basura que posee cada delegación así como los depósitos finales de los desechos sólidos y en su caso de aguas tratadas, al tiempo que se indica el tipo de recolección, el número de unidades utilizadas para el proceso y la cantidad de desecho recolectado al mes.

#### **IV.1.2.- Metodología.**

El procedimiento consiste en considerar a las delegaciones seleccionadas anteriormente e interpretar los valores de los sistemas y factores que se mencionaron para obtener la ubicación apropiada de los polos de desarrollo: Se debe aclarar que no es un plan de desarrollo ya que un plan implica un análisis para lograr ciertos cambios sociales, este estudio solo trata de ubicar los polos de desarrollo de acuerdo a factores geotécnicos, de infraestructura y ambientales determinando un sitio apropiado para su ubicación considerando cada delegación de manera independiente; también es conveniente aclarar que el análisis se llevará a cabo para la determinación de polos de desarrollo en un aspecto de vivienda tipo residencial y edificios de departamentos.



Una vez definidos los factores a analizar y dados los criterios de importancia se generan diversos mapas que contienen la información dada, dichos mapas se designaran de la manera siguiente e incluirán:

#### Geotécnia.-

1. Zonificación y problemas geotécnicos.
2. Uso del suelo.
3. Costo del suelo.

#### Agua potable.-

1. Red primaria de distribución de agua potable y pozos de extracción operados por la DGCOH.
2. Tabla anexa de los pozos ubicados mostrando su caudal de extracción.

#### Infraestructura.-

1. Red primaria de drenaje y alcantarillado.
2. Vialidades principales y sistema de transporte colectivo metro.
3. Tabla anexa de los servicios de salud y educativos.

#### Ambiental.-

1. Zonas federales y estatales de reserva ecológica.

Una vez vaciada la información en los diversos planos correspondientes a cada delegación determinamos tres tipos de zonas:

- Zona óptima.- es esta región se considera que el factor analizado es el óptimo, presenta la menor cantidad de problemas o la mayor cantidad de factores positivos, para albergar a un polo de desarrollo describiéndose de la siguiente manera:
  - Geotécnia.
    - Zonificación y problemas geotécnicos.- zonificación geotécnica tipo I (Lomas) así como la menor cantidad de problemas geotécnicos.
    - Uso del suelo.- zonas que presenten un uso de suelo determinado para una baja densidad demográfica así como aquellas zonas determinadas como comerciales y de áreas deportivas o verdes.
    - Costo del suelo.-se considera el menor costo de suelo.
  - Agua potable.
    - Red primaria de distribución de agua potable y pozos de extracción operados por la DGCOH.- zona que presente una mayor interconexión de redes primarias de agua potable así como donde se ubiquen la mayor cantidad de pozos de extracción.



- **Infraestructura.**
  - Red primaria de drenaje y alcantarillado.- zona donde se ubique la mayor interconexión y existencia de red primaria de drenaje, alejada de depósitos finales o plantas de tratamiento de aguas residuales.
  - Vialidades principales y sistema de transporte colectivo metro.- zona donde se encuentren la mayor cantidad de avenidas primarias así como estaciones del sistema de transporte colectivo "Metro".
- **Ambiental.**
  - Zonas federales y estatales de reserva ecológica.- Zonas donde no se ubiquen reservas ecológicas de carácter federal o estatal.
- **Zona con algunos problemas.-**
  - **Geotécnia.**
    - Zonificación y problemas geotécnicos.- zonificación geotécnica tipo II (Transición) que no presente grandes problemas como abanicos aluviales o suelos inundables de las riberas de los antiguos lagos o ríos así como problemas geotécnicos identificados que se puedan corregir.
    - Uso del suelo.- zonas que presenten un uso de suelo determinado para una densidad demográfica media o de unidades habitacionales de tipo vivienda social.
    - Costo del suelo.- costo de suelo no muy económico.
  - **Agua potable.**
    - Red primaria de distribución de agua potable y pozos de extracción operados por la DGCOH.- zona que presente interconexión de redes primarias de agua potable cercanas a algún tipo de población principal y algunos pozos de extracción aislados.
  - **Infraestructura.**
    - Red primaria de drenaje y alcantarillado.- zona donde se ubique existencia de red primaria de drenaje.
    - Vialidades principales y sistema de transporte colectivo metro. Zona donde se encuentren avenidas primarias.
  - **Ambiental.**
    - Zonas cercanas a las regiones protegidas.
- **Zona no viable.-**
  - **Geotécnia.**
    - Zonificación y problemas geotécnicos.- zonificación geotécnica tipo II (Transición) que presente grandes problemas como abanicos aluviales o suelos inundables de las riberas de los antiguos lagos o ríos, zonificación geotécnica tipo III (Lago) así como problemas geotécnicos no identificados claramente o que no se puedan corregir.

- **Uso del suelo.-** zonas que presenten un uso de suelo determinado unidades habitacionales de tipo vivienda social.
- **Costo del suelo.-** costo de suelo elevado.
- **Agua potable.**
  - **Red primaria de distribución de agua potable y pozos de extracción** operados por la DGCOH.- zona que no posea red primaria de agua potable ni pozos de extracción.
- **Infraestructura.**
  - **Red primaria de drenaje y alcantarillado.-** zona que no posea red primaria de drenaje o se ubique cerca de depósitos finales o plantas de tratamiento de aguas residuales.
  - **Vialidades principales y sistema de transporte colectivo metro.-** zonas que no cuente avenidas primarias ni sistema de transporte colectivo.
- **Ambiental.**
  - **Zonas de reserva natural.**

Cada zona es achurada con el color correspondiente, una vez identificadas las zonas en cada mapa se les asigna un achurado representativo, siendo éste el siguiente:

- **Zona óptima.-** ninguno.
- **Zona con algunos problemas.-** achurado vertical en color azul.
- **Zona no viable.-** achurado horizontal en color rojo

Con ello se obtienen mapas que representan la importancia de cada factor considerado dentro de un contexto delegacional; al estar elaborado cada mapa con la representación adecuada la elaboración del análisis consiste en superponer los diversos mapas de información, en este caso, o los mapas que contengan los factores con los que se desee elaborar el análisis; esta superposición puede ser en cualquier orden.

Una vez realizado lo anterior en la superposición de mapas, debido al entrecruzamiento del achurado, se observan claramente diversas zonas dentro de cada delegación, en este caso se considera la generación de cinco zonas importantes representadas, las cuales se identifican por las características que se mencionan a continuación:

- **Zona óptima.-** no presenta color o achurado alguno.
- **Zona con algunos problemas.-** presenta una cuadrícula con cuadros abiertos debido al entrecruzamiento de achurados rojo y azul.
- **Zona adecuada.-** presenta en mayor parte achurado vertical, poco entrecruzamiento de líneas, se identifica por predominar de gran manera el color azul del achurado.
- **Zona con grandes problemas.-** presenta una cuadrícula con cuadros poco abiertos, predominando el color rojo debido a los problemas que presenta la zona.
- **Zona no viable.-** se presenta únicamente achurado horizontal en color rojo o en otro caso una cuadrícula muy fina en la que predomina el color rojo.

En el caso de éste análisis se toman en cuenta todos los factores descritos y se enfoca con el criterio principal de generación de polos de desarrollo basados en edificios residenciales; para ello se considera que las zonas en las cuales se puede desarrollar este tipo de obra serán la zona óptima y la zona viable: En la zona óptima se encuentran las mejores condiciones para el desarrollo de la obra, en la zona viable se presentan solamente algunos problemas específicos que se consideran de fácil solución; en el caso de la zona con algunos problemas se considera que presentan una cantidad de problemas mayores lo que puede influir de manera representativa en el costo y desarrollo de la obra. En el caso de las zonas con grandes problemas y no viable se considera que presentan la mayor cantidad de problemas, desde el aspecto legal en tipo de uso de suelo o áreas verdes hasta problemas que ponen en riesgo la obra civil como el caso de presencia de minas no ubicadas, barrancas, fallas, etc.

## **IV.2.- Selección de polos de desarrollo.**

A continuación se presenta el análisis desarrollado a cada Delegación Política seleccionada previamente, bajo los criterios ya descritos en el trabajo. En este caso se muestran los mapas de información utilizados para cada, el resultado de su superposición y la ubicación de la clasificación de zonas descritas en la metodología con las cuales se ubican los posibles polos de desarrollo; los mapas presentados de cada delegación son los correspondientes a:

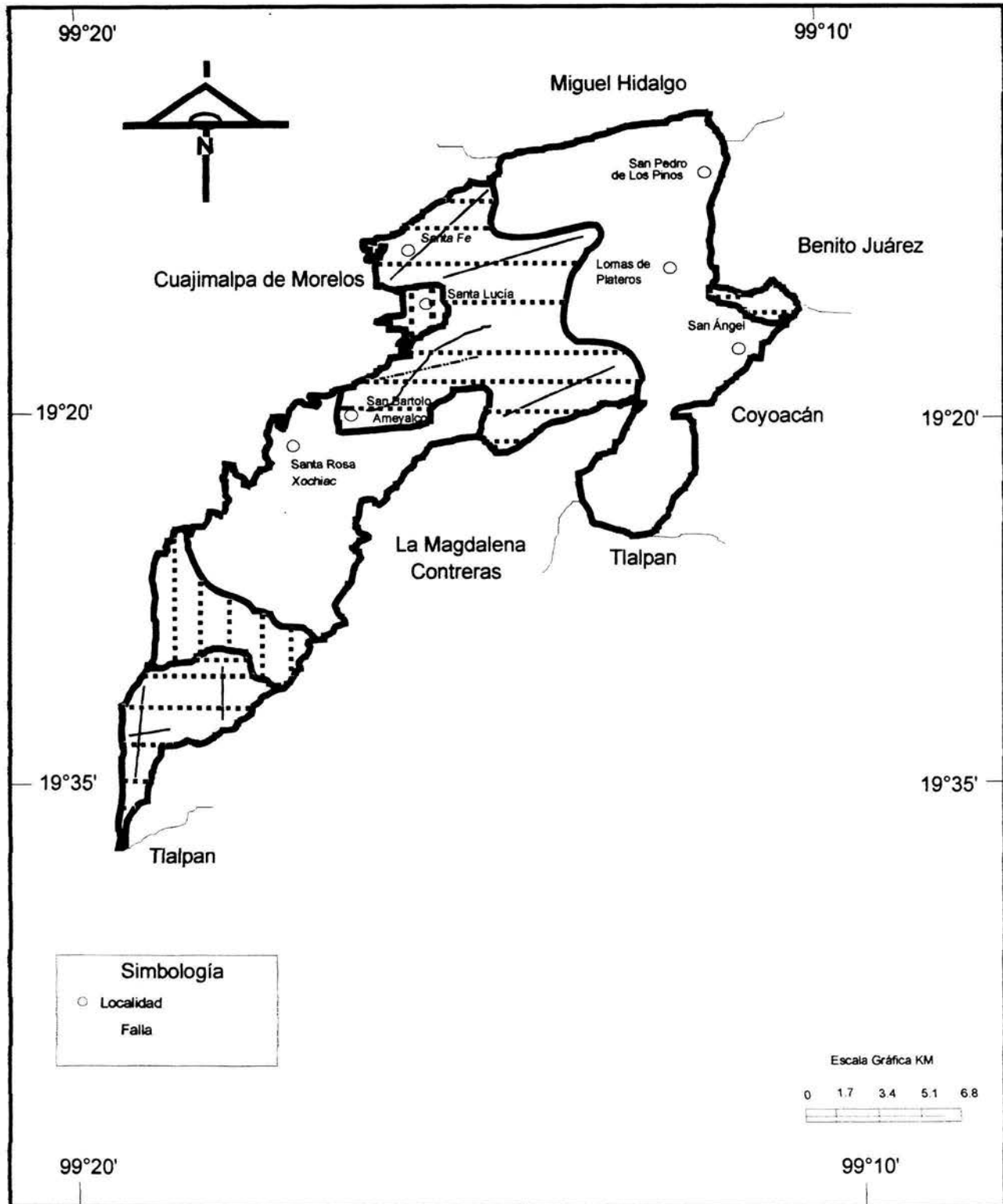
- Problemas geotécnicos.
  - Información acerca de la zonificación geotécnica
  - Problemas geotécnicos tipificados en la zona.
  - Uso de suelo.
- Agua Potable.
  - Red primaria de agua potable.
- Drenaje.
  - Red primaria de drenaje
  - Presas de regulación o plantas de tratamiento de aguas negras.
- Infraestructura del transporte.
  - Vialidades primarias
  - Red del sistema de transporte colectivo "Metro".
- Áreas naturales protegidas.
  - Áreas de reserva ecológica
  - Grandes áreas verdes
- Selección.
  - Presenta la superposición de las zonas analizadas en cada mapa.

Con respecto al mapa de selección en el capítulo siguiente se habla acerca de los resultados y características de los mismos con base en la información recopilada.

## Delegación Álvaro Obregón

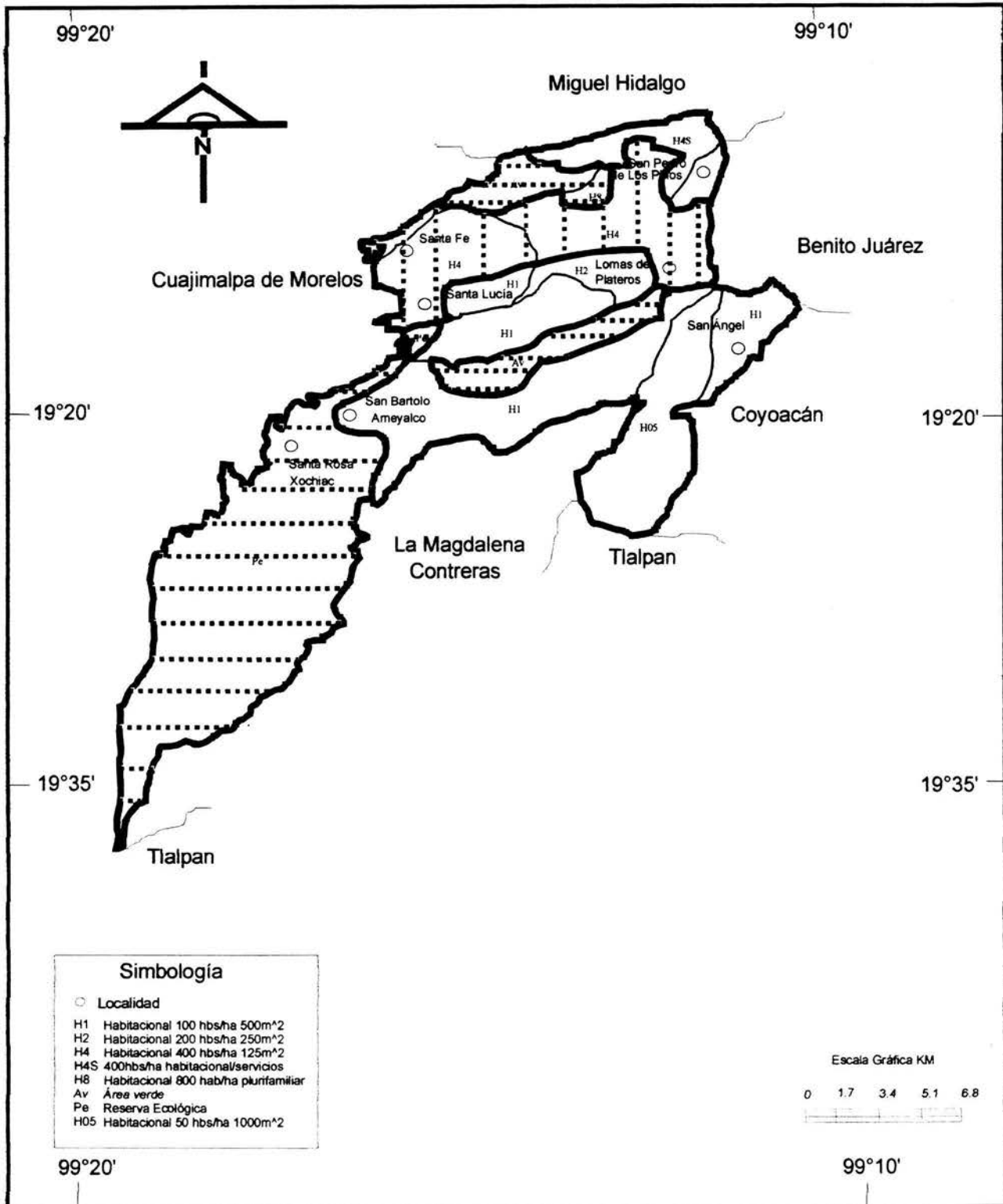


## Problemas Geotécnicos



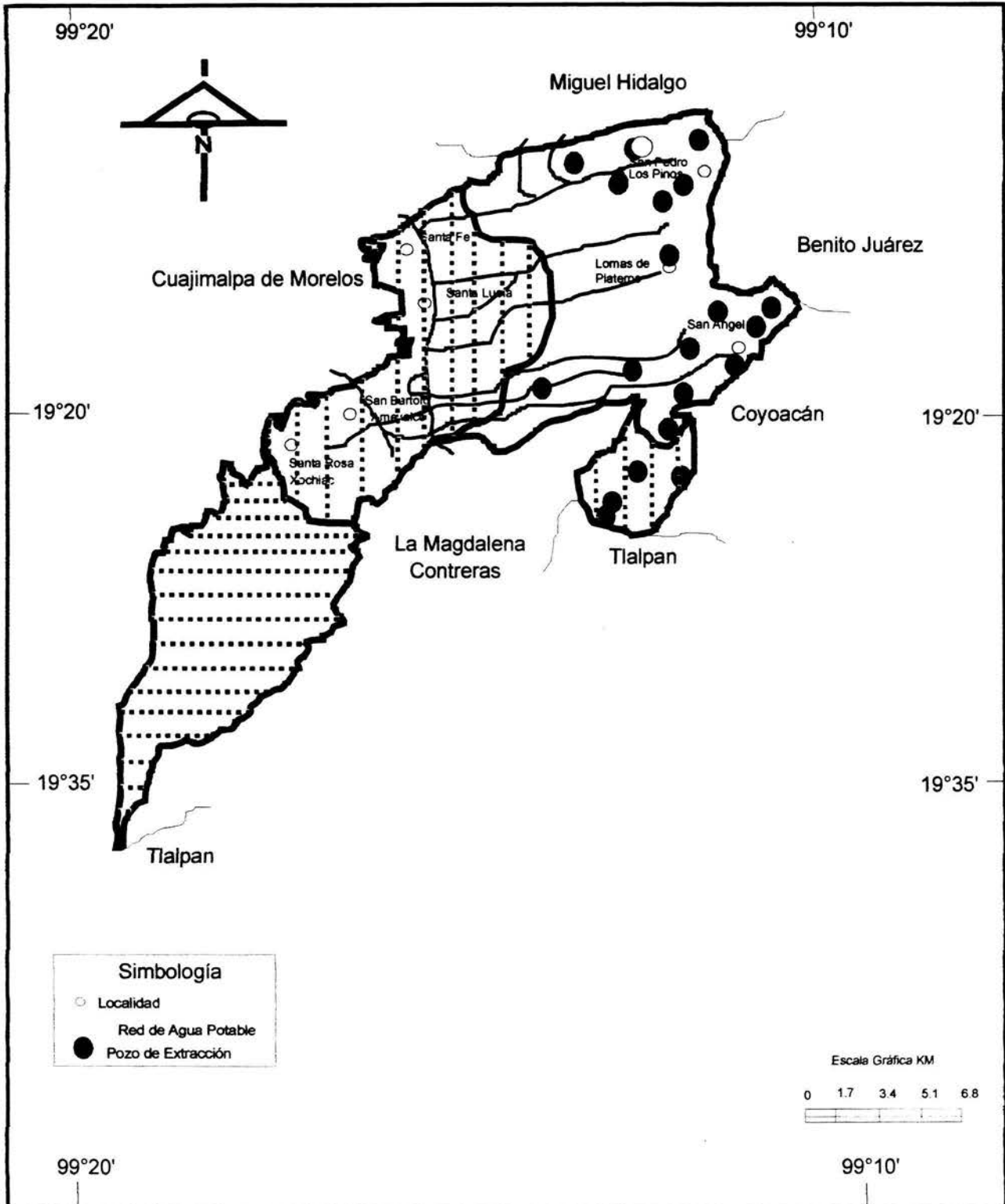
Fuente: CGSNEGI, Carta Geológica, 1 : 250 000.

# Uso de Suelo



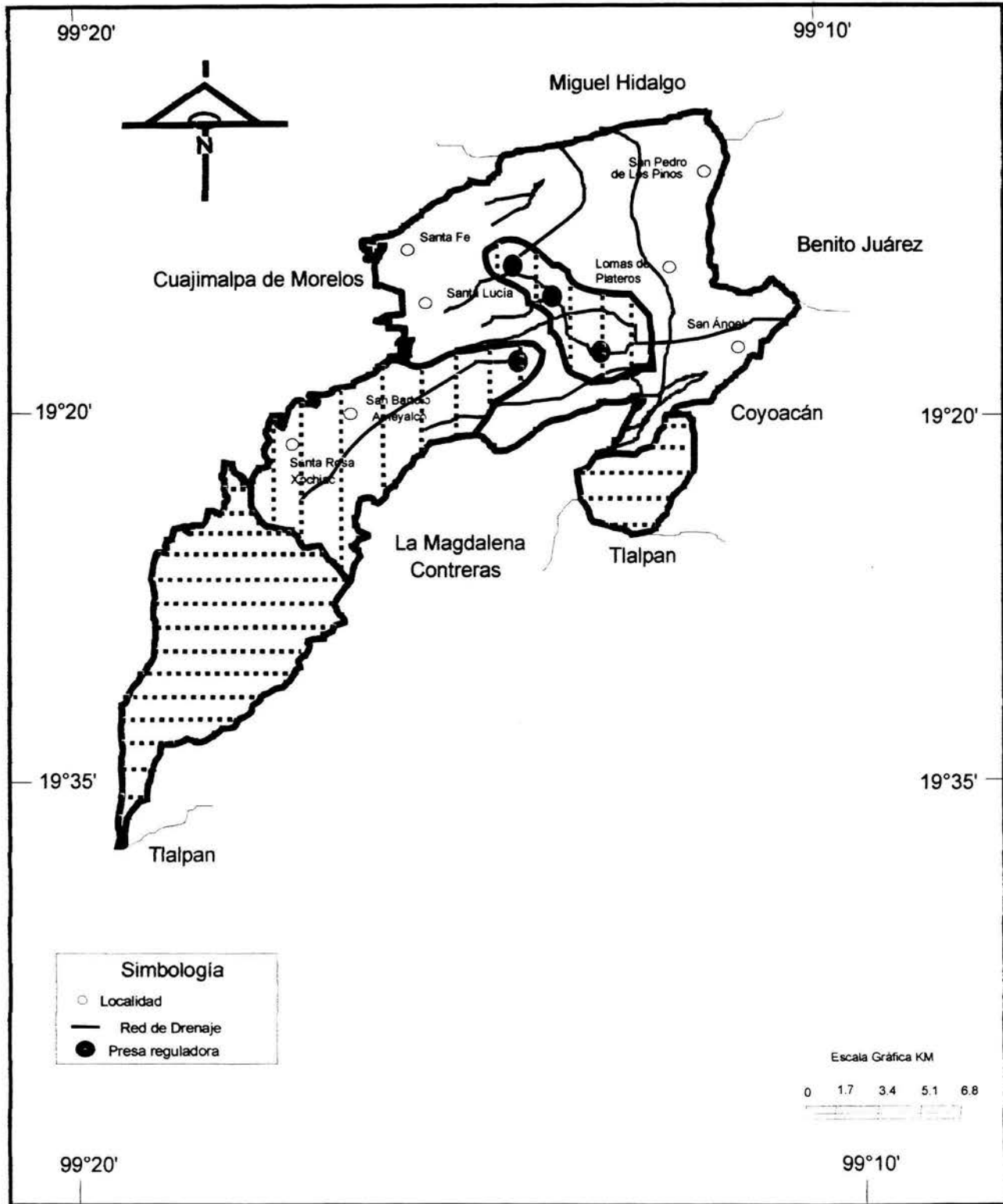
Fuente: Atlas de la Ciudad de México, G.D.F., 2000.

# Agua Potable



Fuente: INEGI. Carta Topográfica, 1 : 50 000.  
Plan de Acciones Hidráulicas 20014-2005, G.D.F, Secretaría de Obras y Servicios, D.G.C.O.H

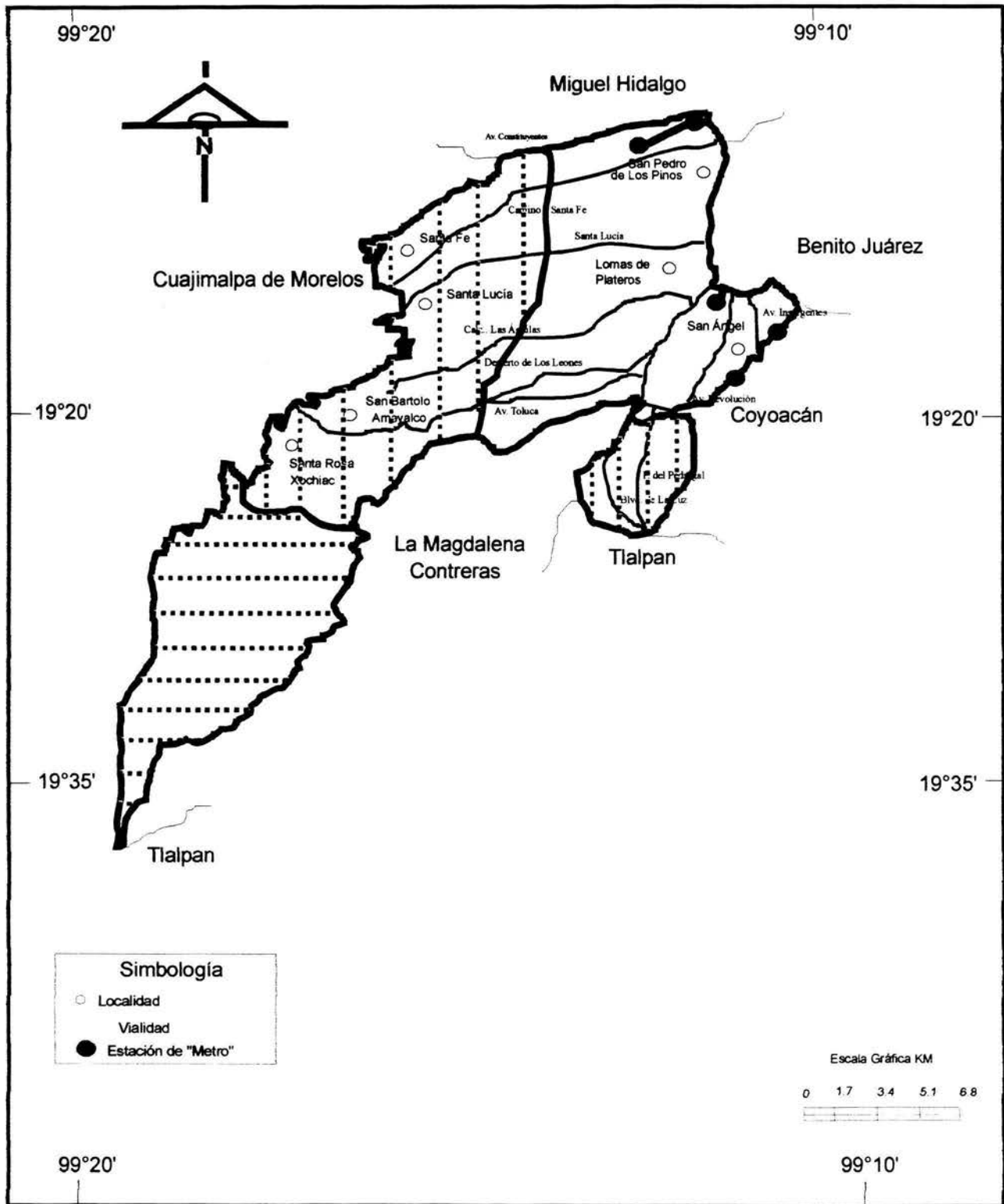
# Drenaje



Fuente: INEGI. Carta Topográfica, 1 : 50 000.  
 Plan de Acciones Hidráulicas 20014-2005, G.D.F, Secretaría de Obras y Servicios, D.G.C.O.H

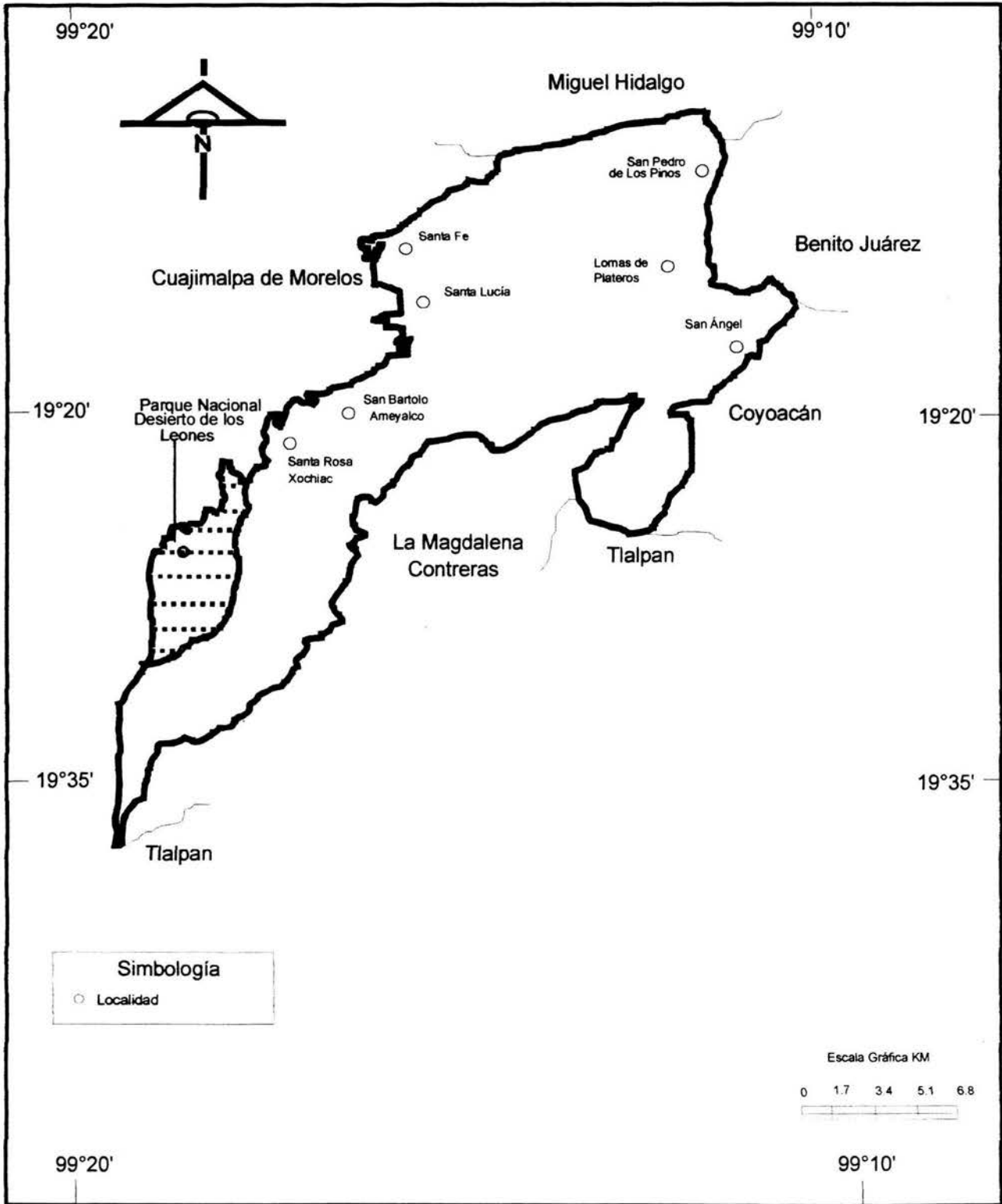


# Infraestructura del Transporte



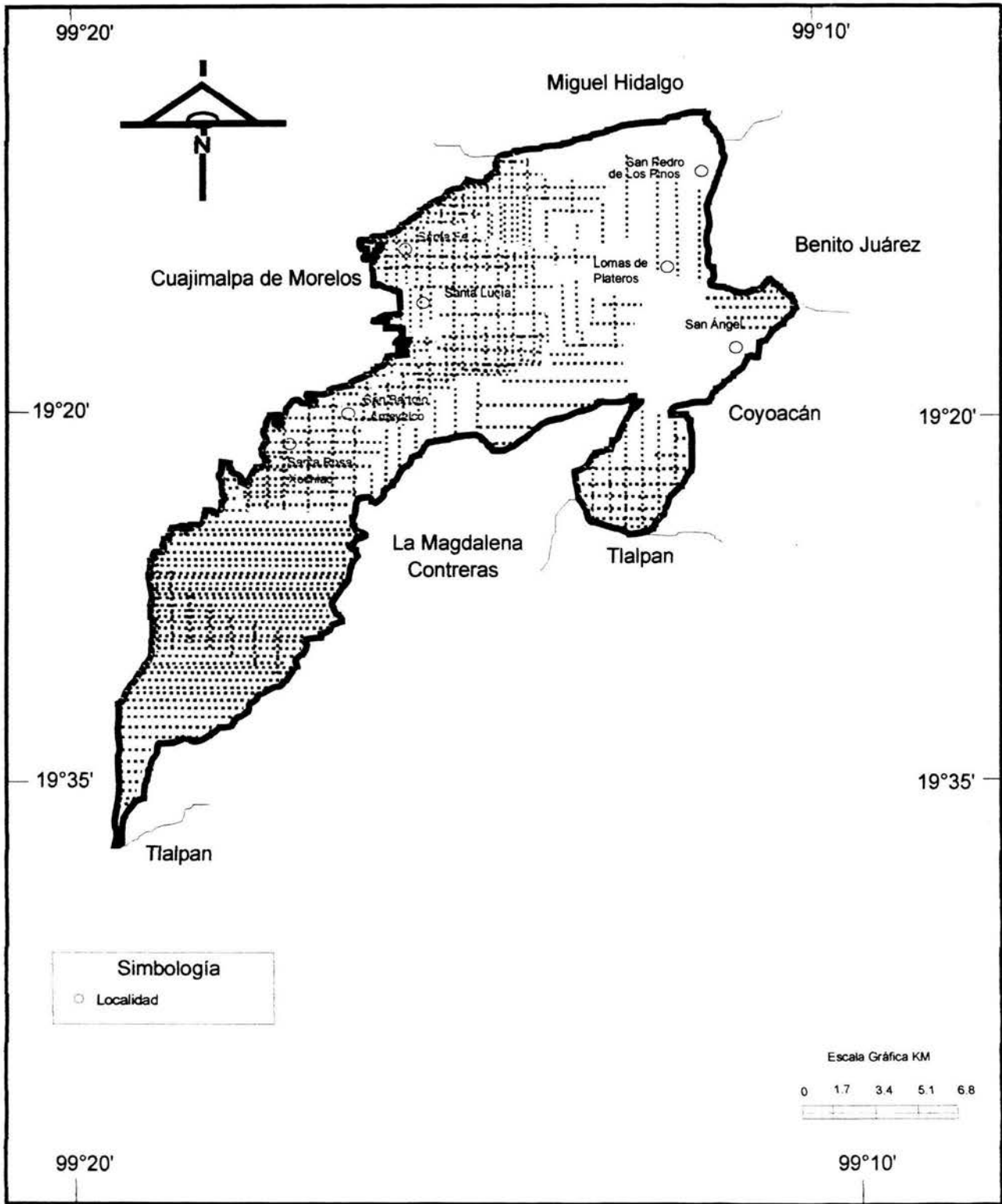
Fuente: INEGI. Carta Topográfica, 1 : 50 000.

# Áreas Naturales Protegidas



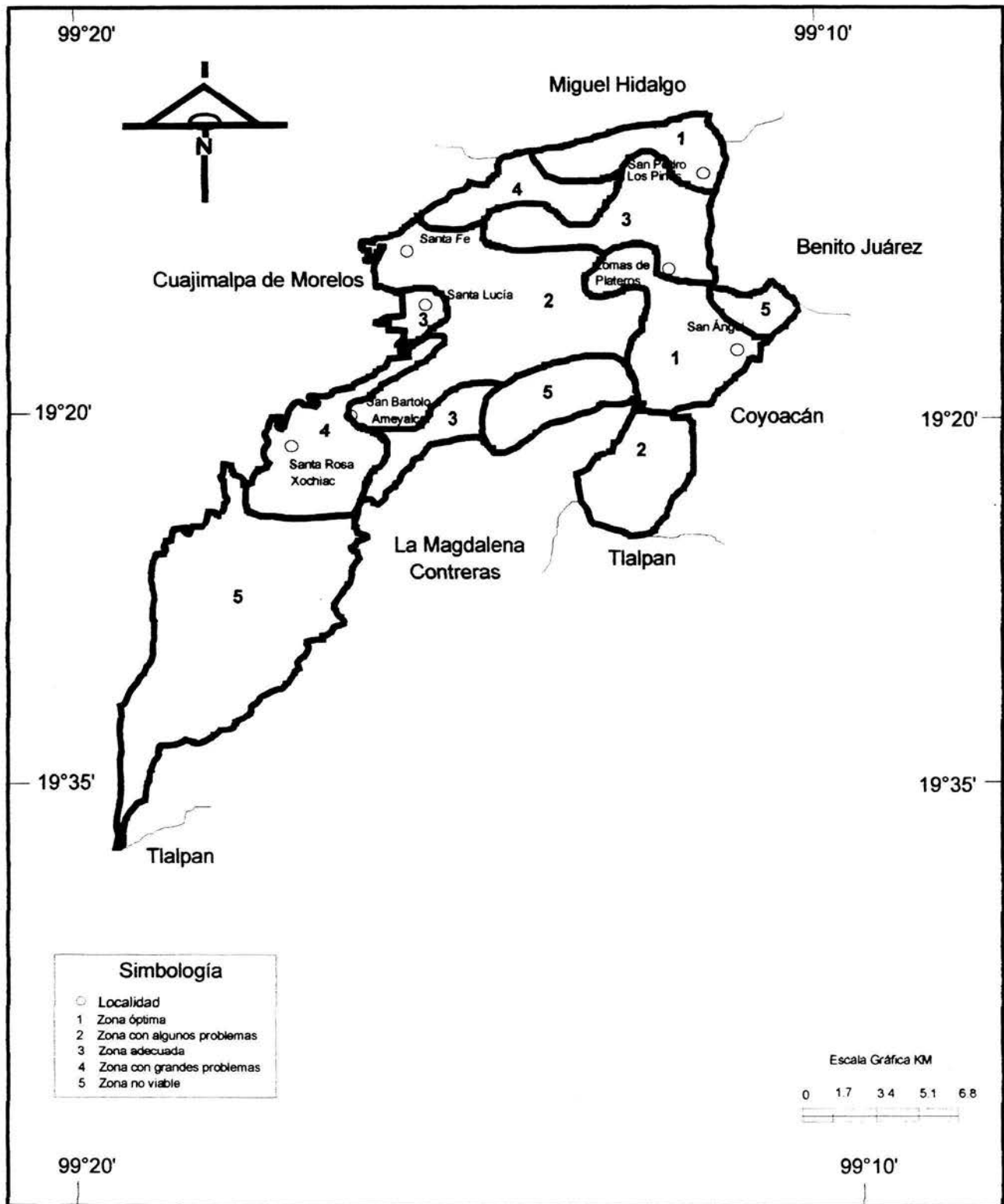
Fuente: SEMARNAP. INE. Balance del Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 1995-2000. México, julio de 2000.

### Selección de Polos de Desarrollo



Fuente: INEGI. Carta Topográfica, 1 : 50 000.

### Selección de Polos de Desarrollo

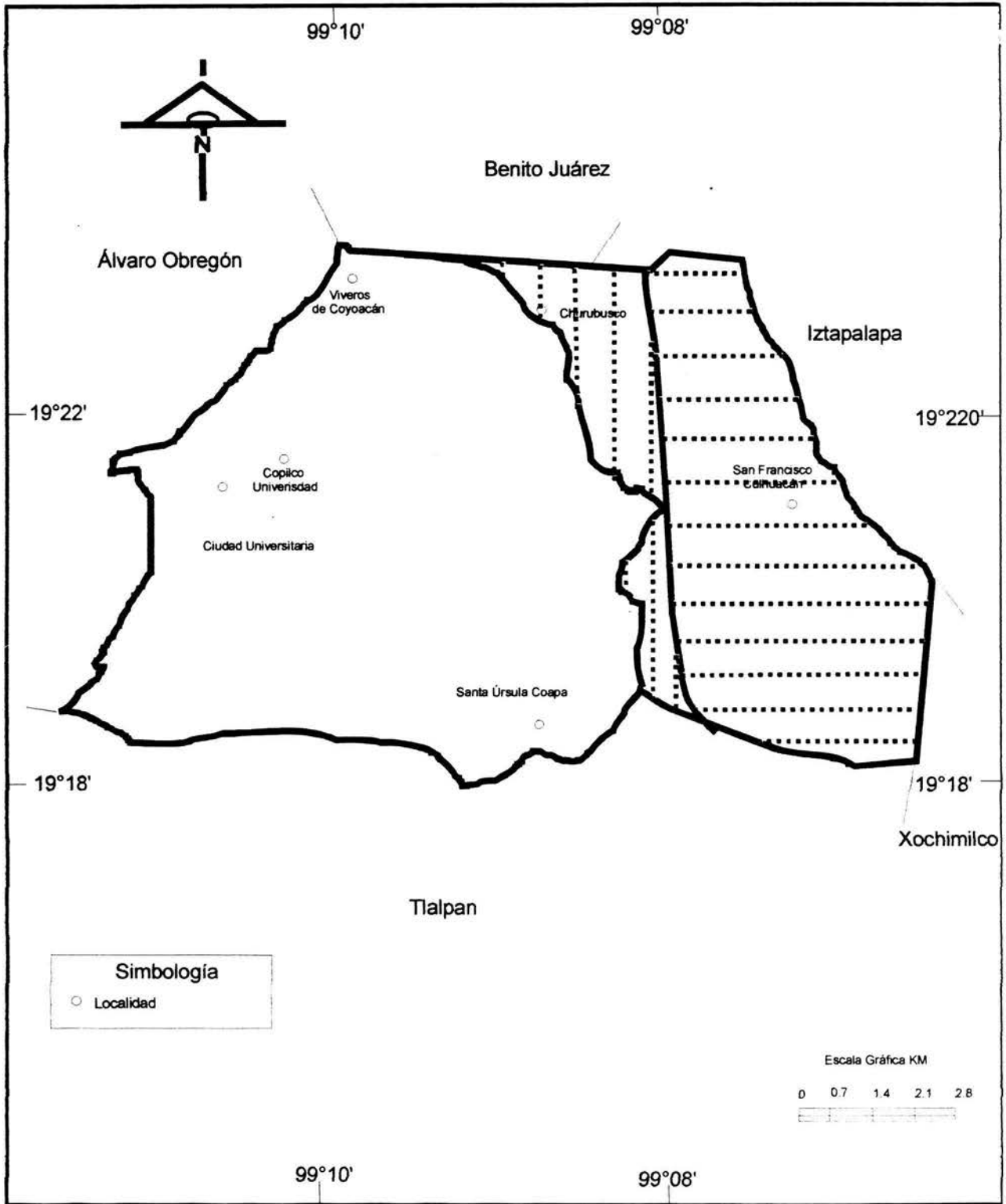


Fuente: INEGI. Carta Topográfica, 1 : 50 000



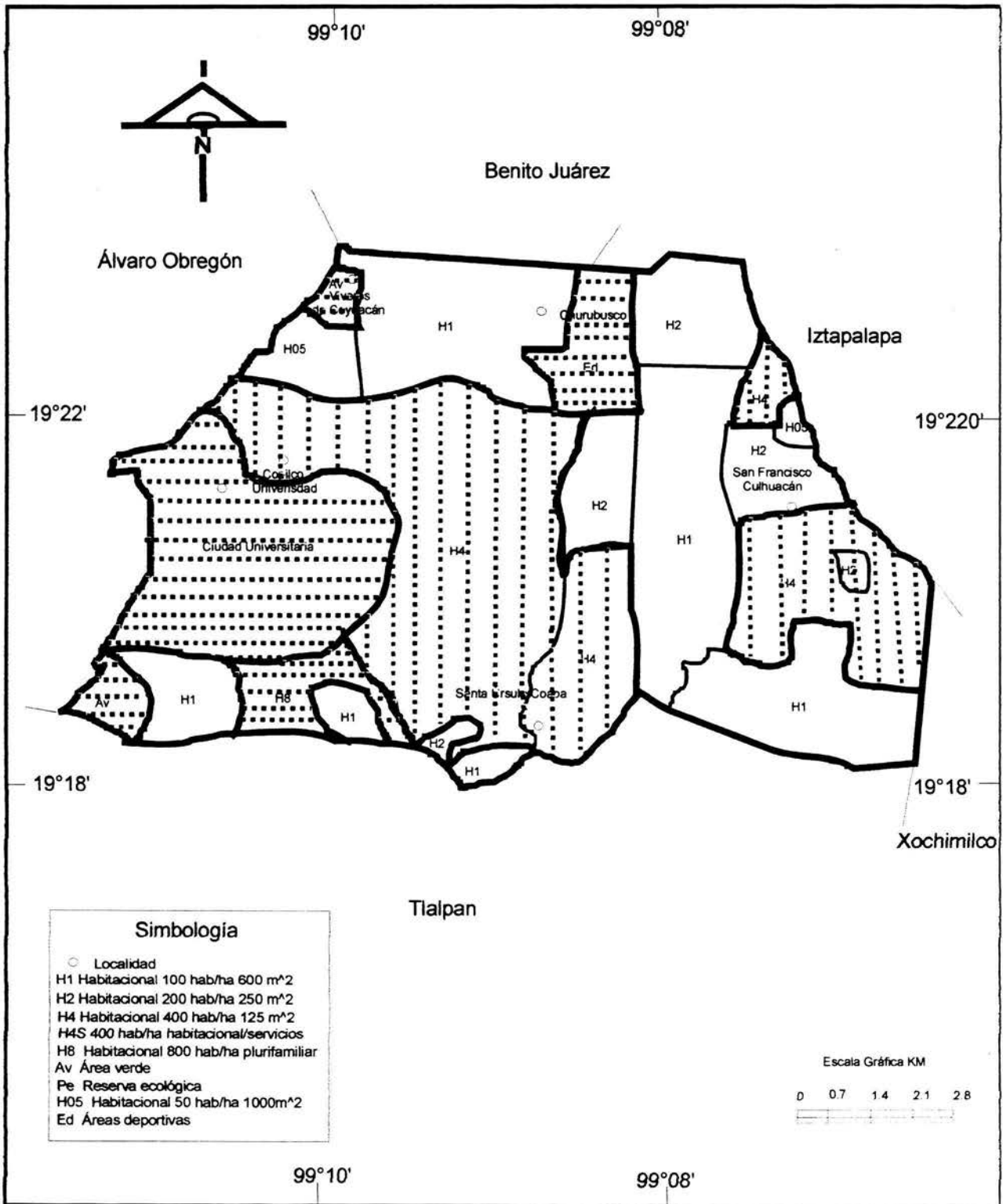
## Delegación Coyoacán

# Problemas Geotécnicos



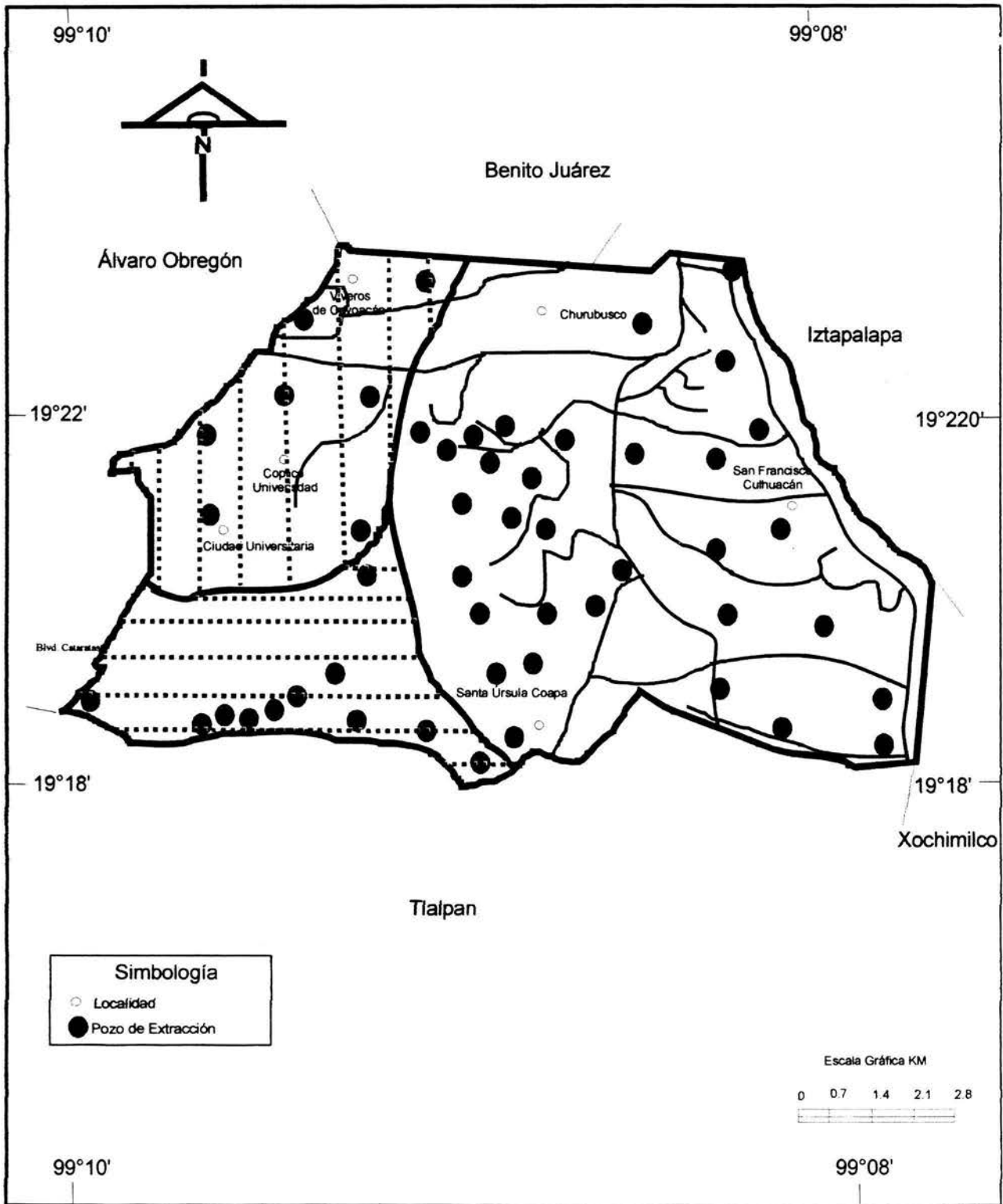
Fuente: CGSNEGI, Carta Geológica, 1 : 250 000.

# Uso de Suelo



Fuente: Atlas de la Ciudad de México, G.D.F. 2000..

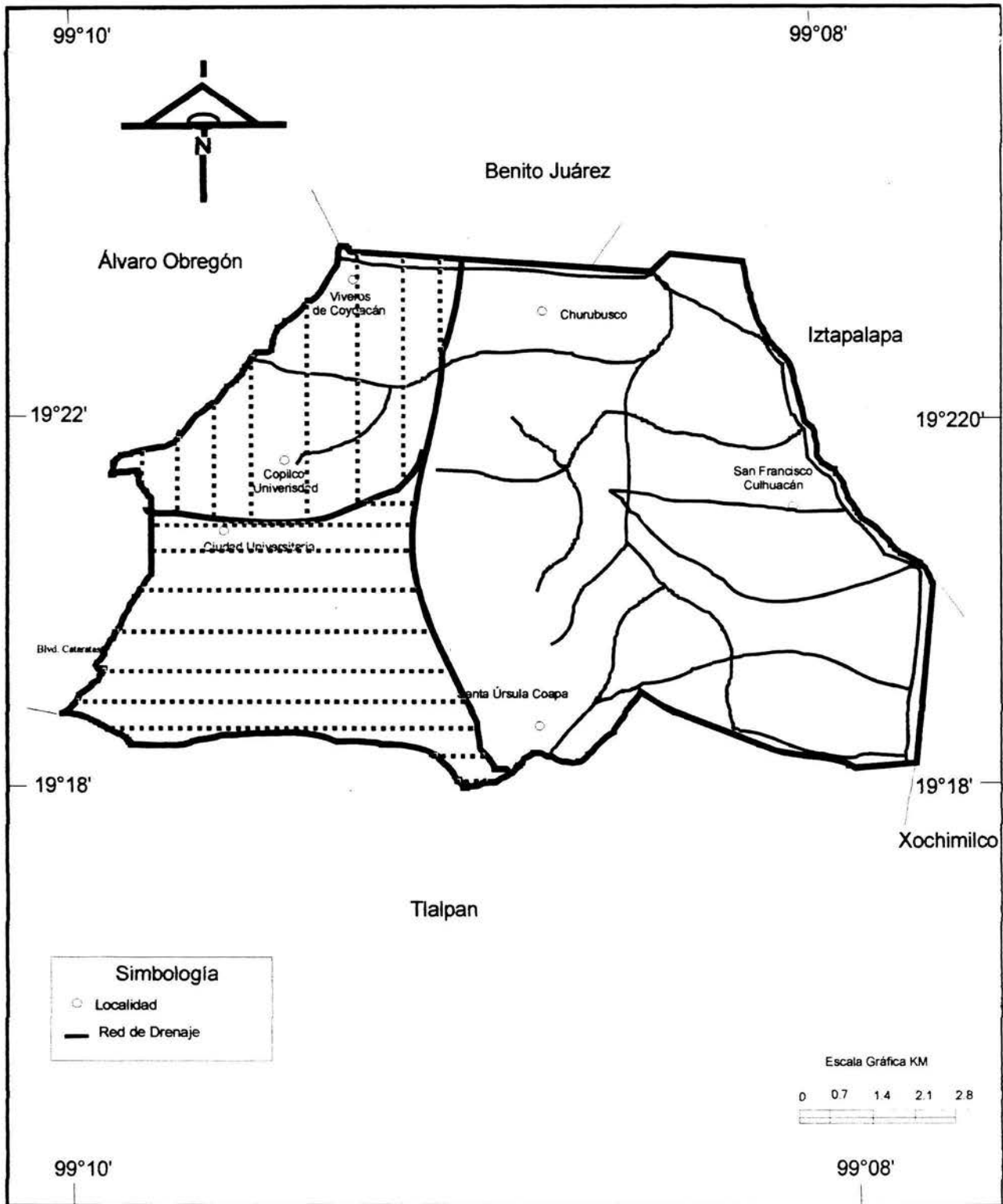
# Agua Potable



Fuente: INEGI Carta Topográfica, 1 : 50 000  
 Plan de Acciones Hidráulicas 20014-2005, G.D.F. Secretaría de Obras y Servicios, D.G.C.O.H

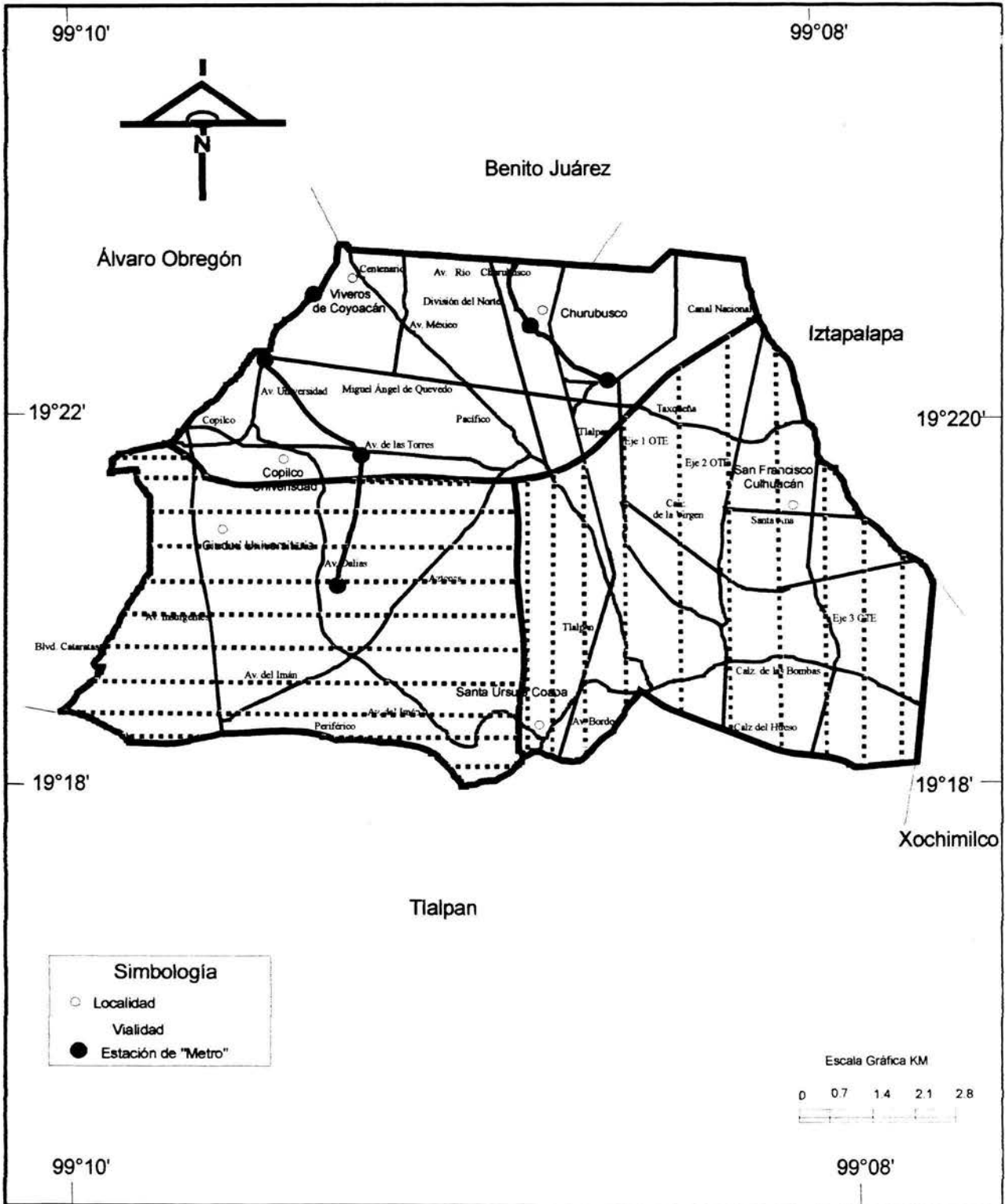


# Drenaje



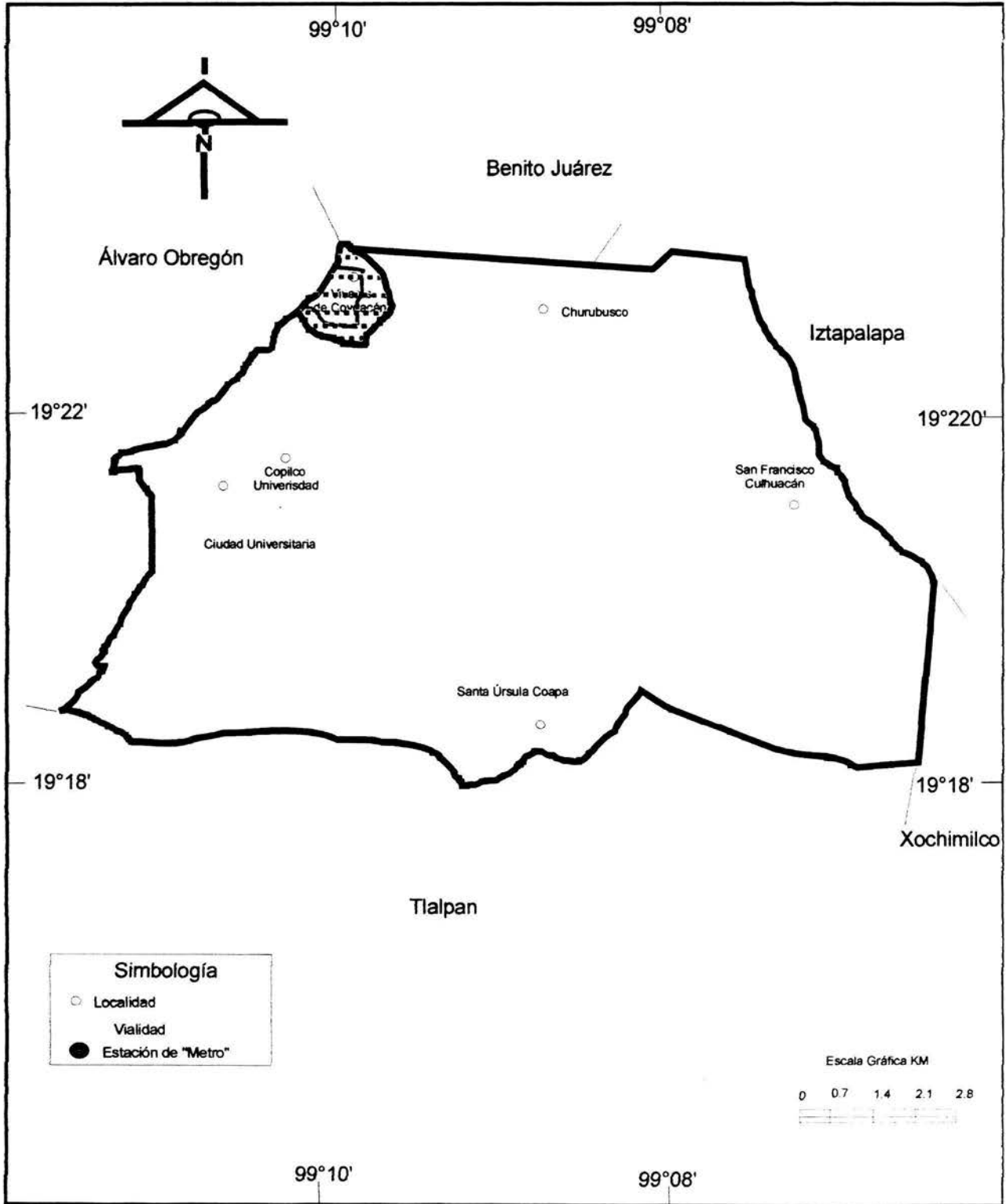
Fuente: INEGI. Carta Topográfica, 1 : 50 000.  
 Plan de Acciones Hidráulicas 2001-2005, G.D.F. Secretaría de Obras y Servicios, D.G.C.O.H

# Infraestructura del Transporte



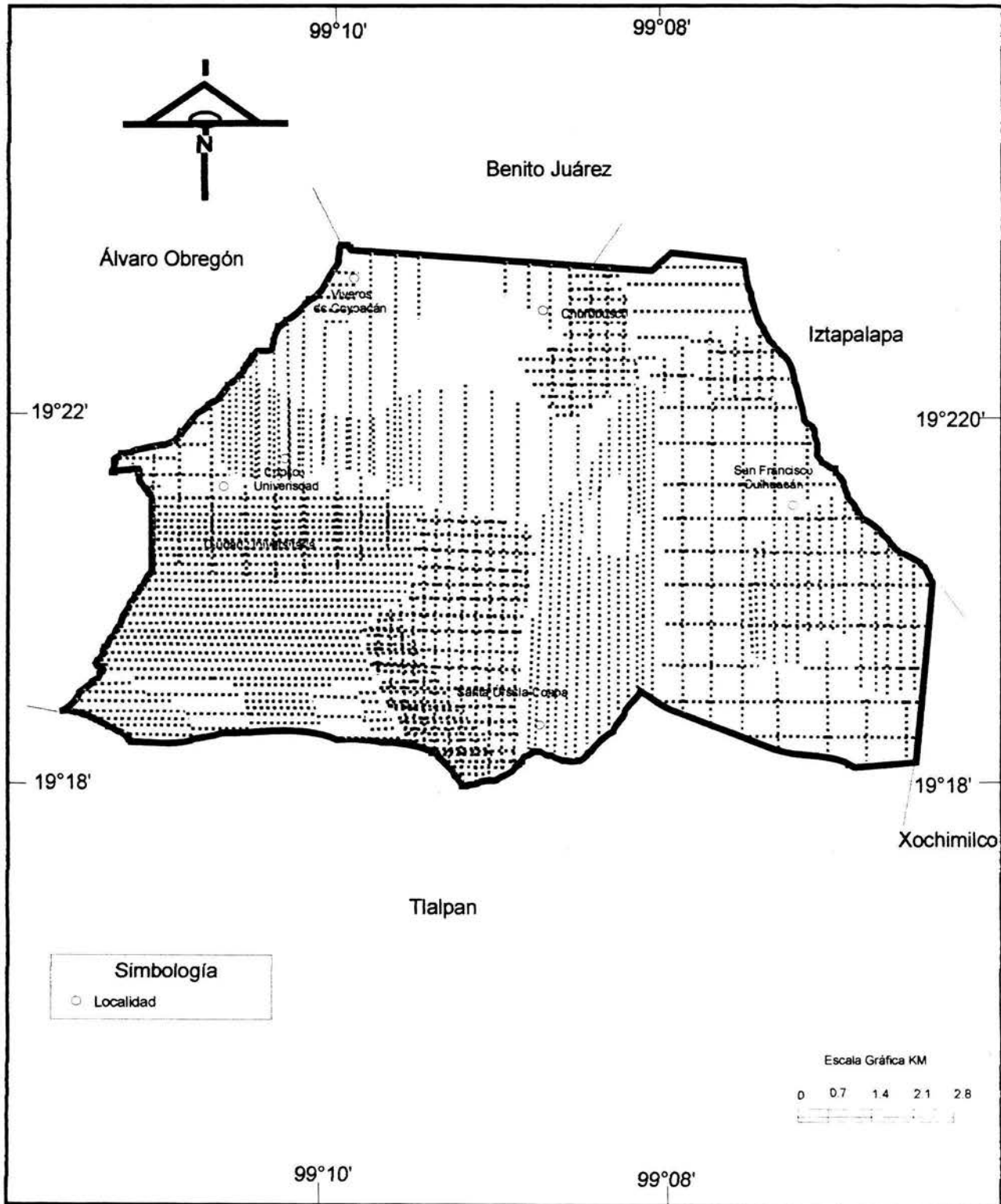
Fuente: INEGI. Carta Topográfica, 1 : 50 000.

# Áreas Naturales Protegidas



Fuente: SEMARNAP. INE. Balance del Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 1995-2000. México, julio de 2000.

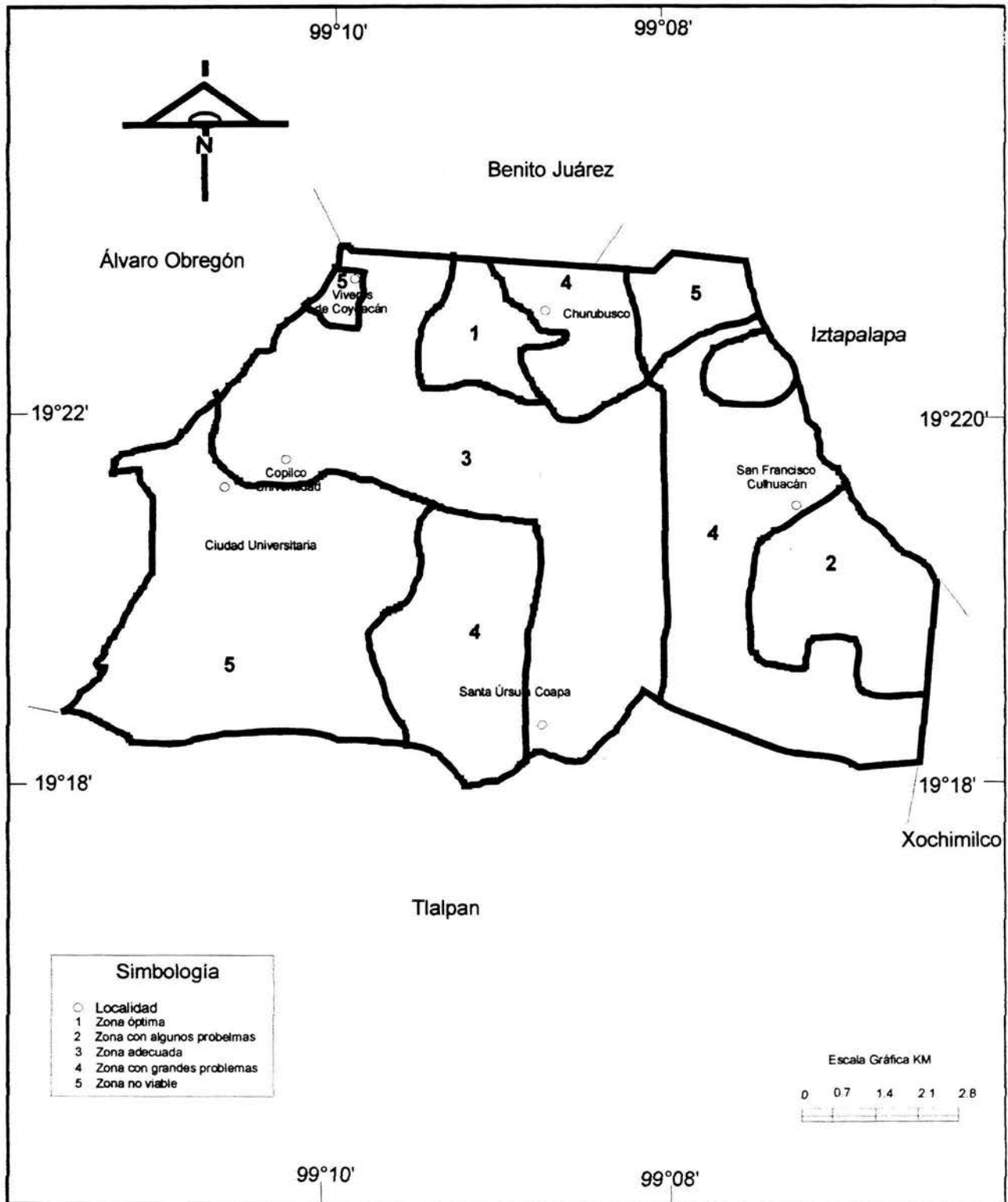
## Selección de Polos de Desarrollo



Fuente: INEGI, Carta Topográfica, 1: 50 000.



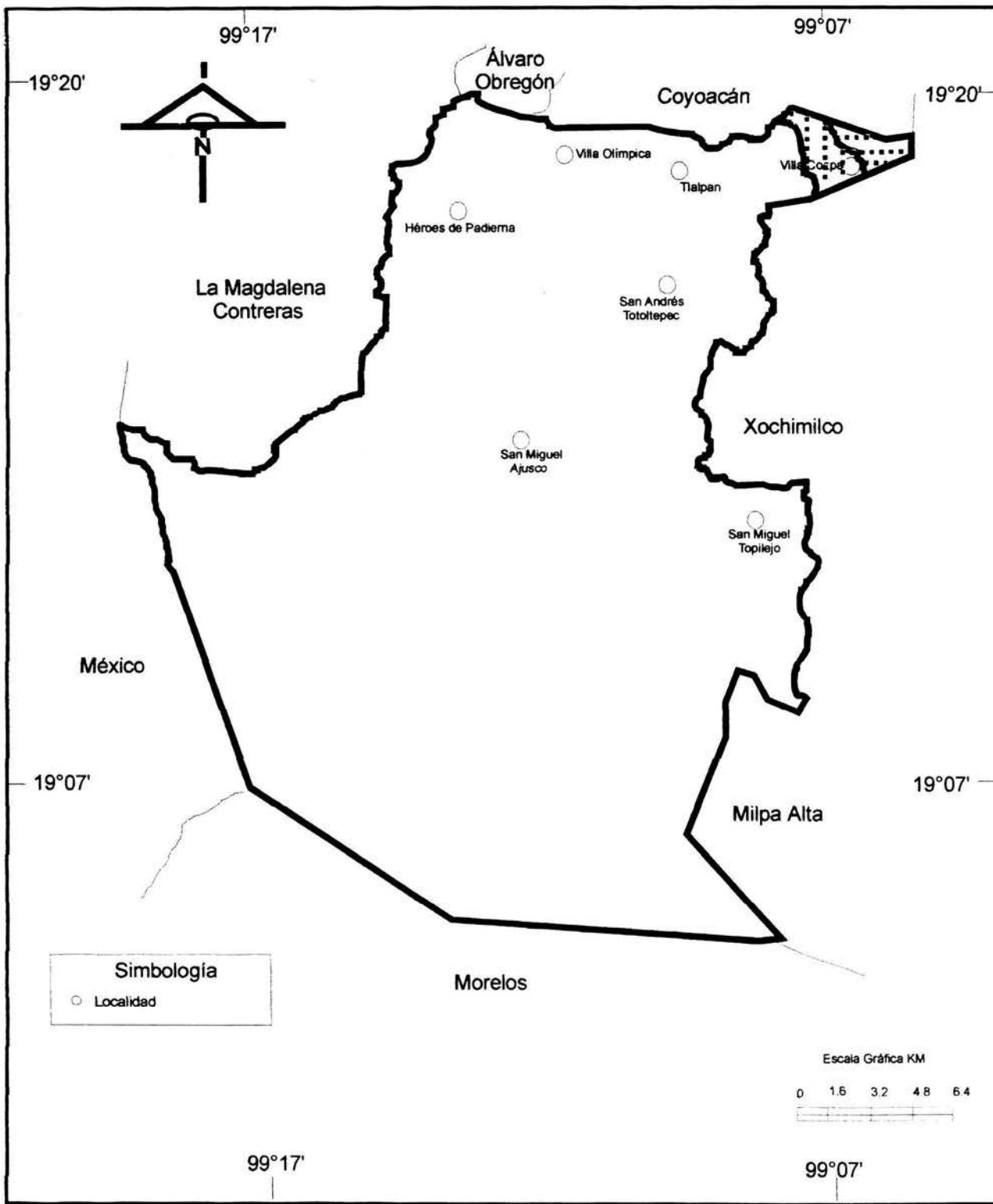
## Selección de Polos de Desarrollo



Fuente: INEGI: Carta Topográfica, 1 : 50 000.

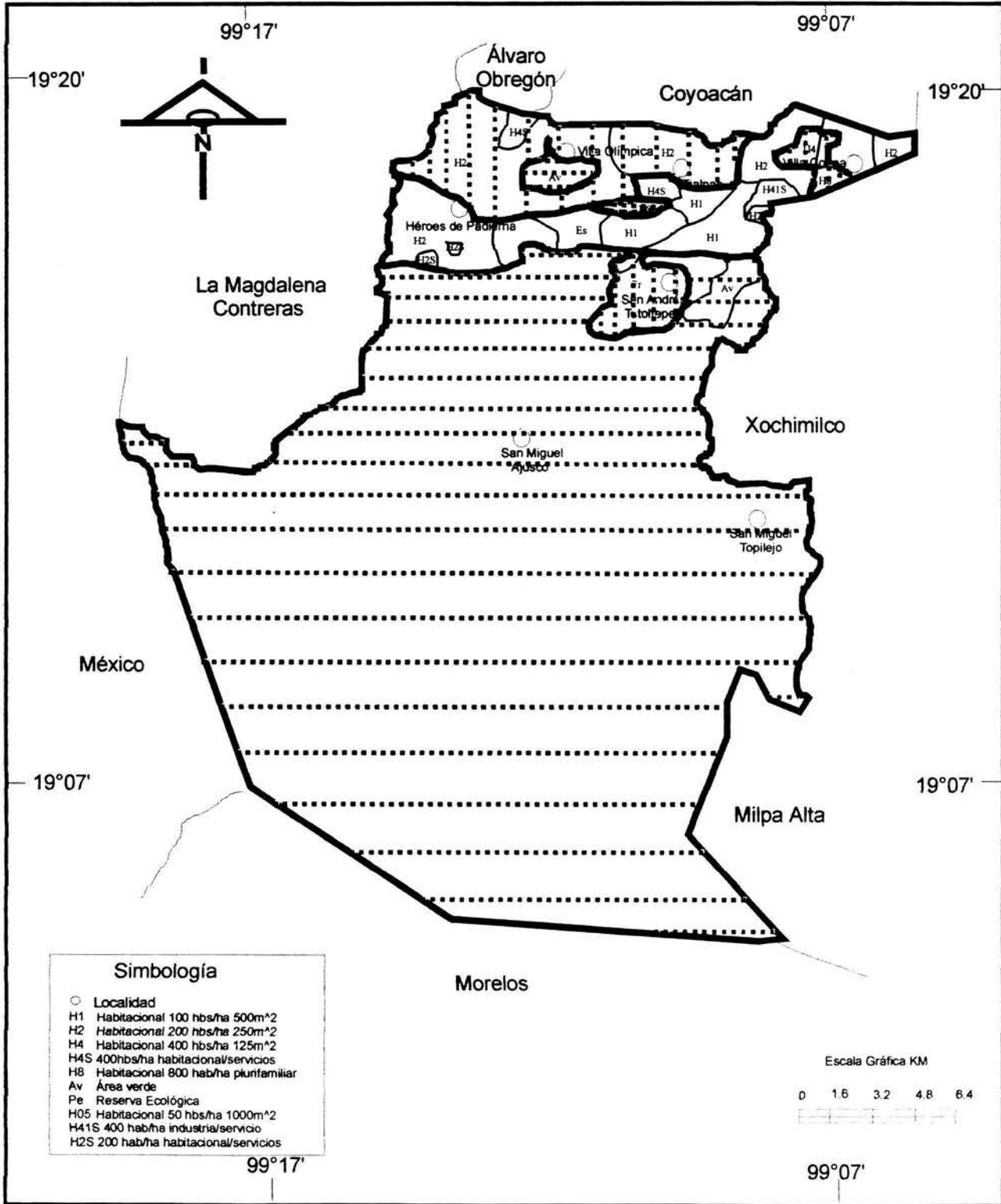
## Delegación Tlalpan

# Problemas Geotécnicos



Fuente: CGSNEGI, Carta Geológica, 1 : 250 000.

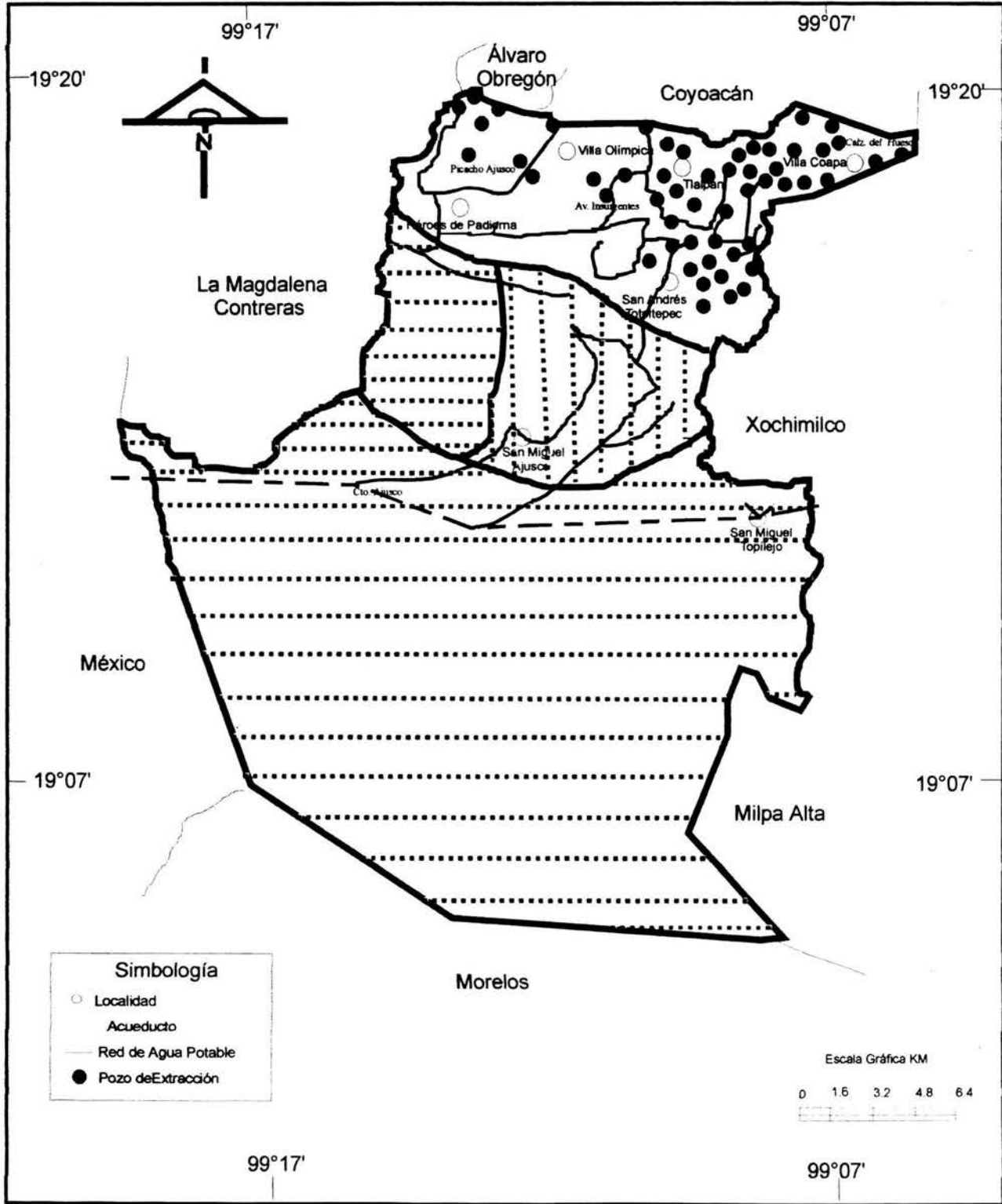
# Uso de Suelo



Fuente: Atlas de la Ciudad de México, G.D.F., 2000.

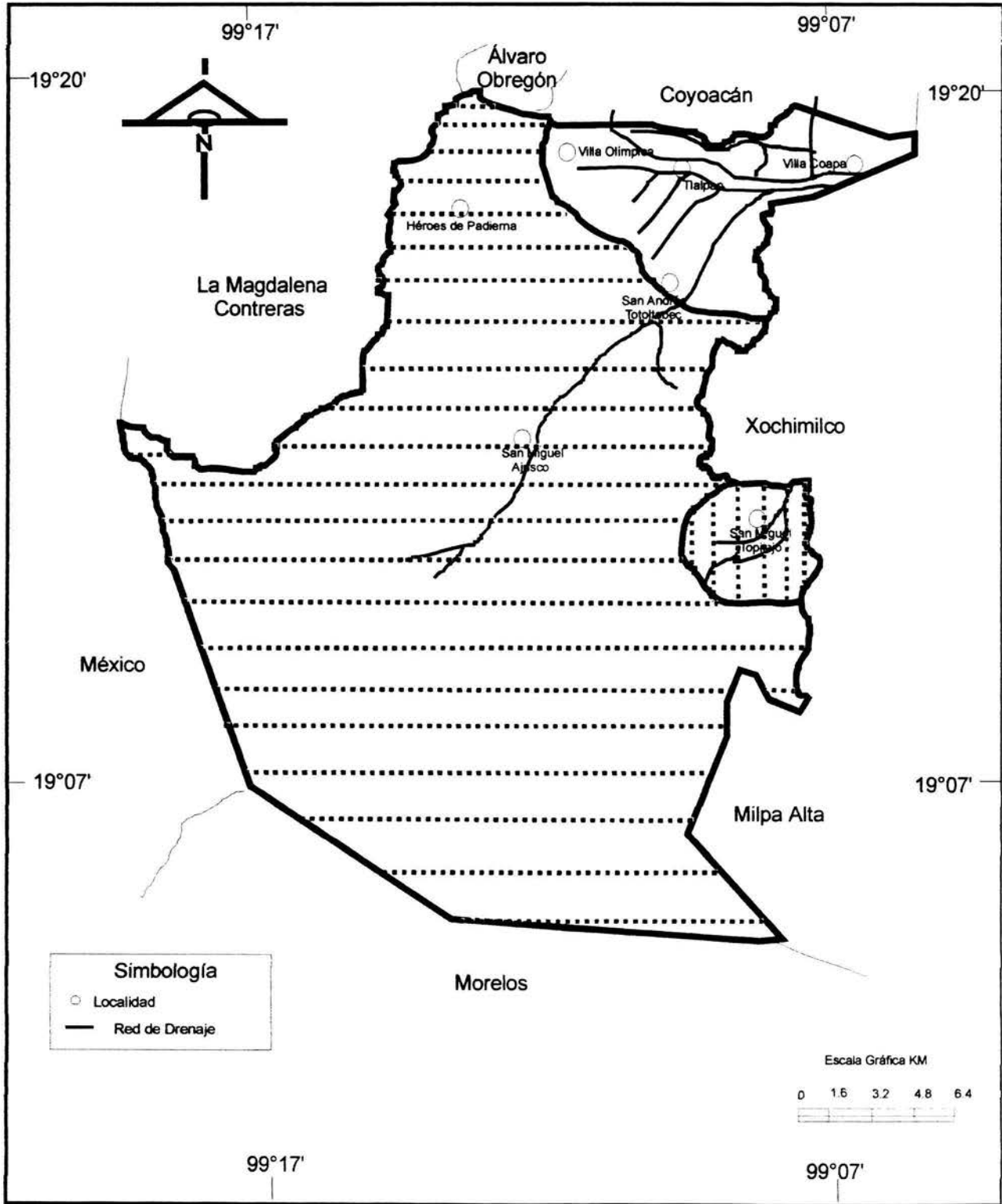


# Agua Potable



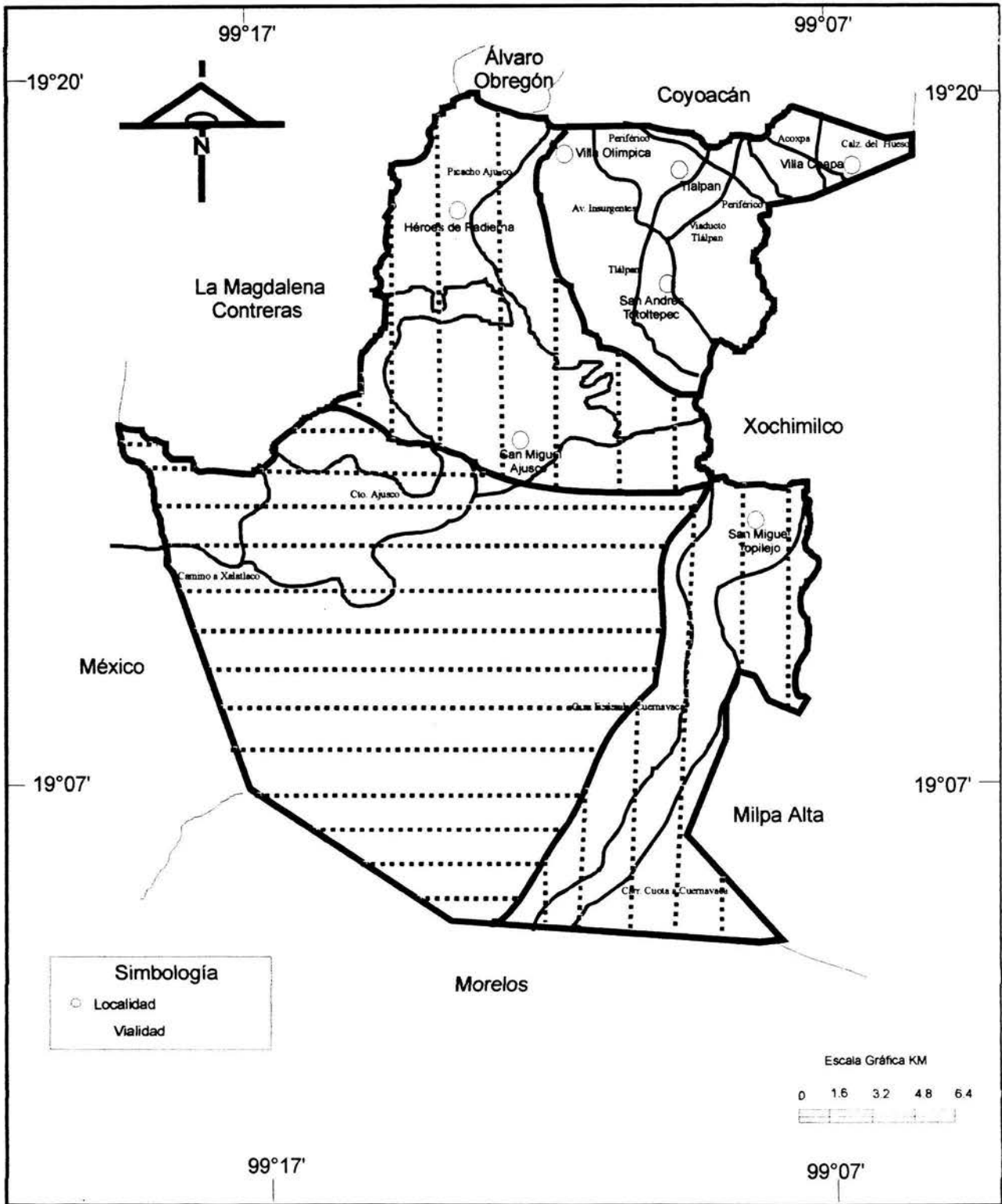
Fuente: INEGI. Carta Topográfica, 1 : 50 000.  
 Plan de Acciones Hidráulicas 20014-2005, G.D.F, Secretaría de Obras y Servicios, D.G.C.O.H

# Drenaje



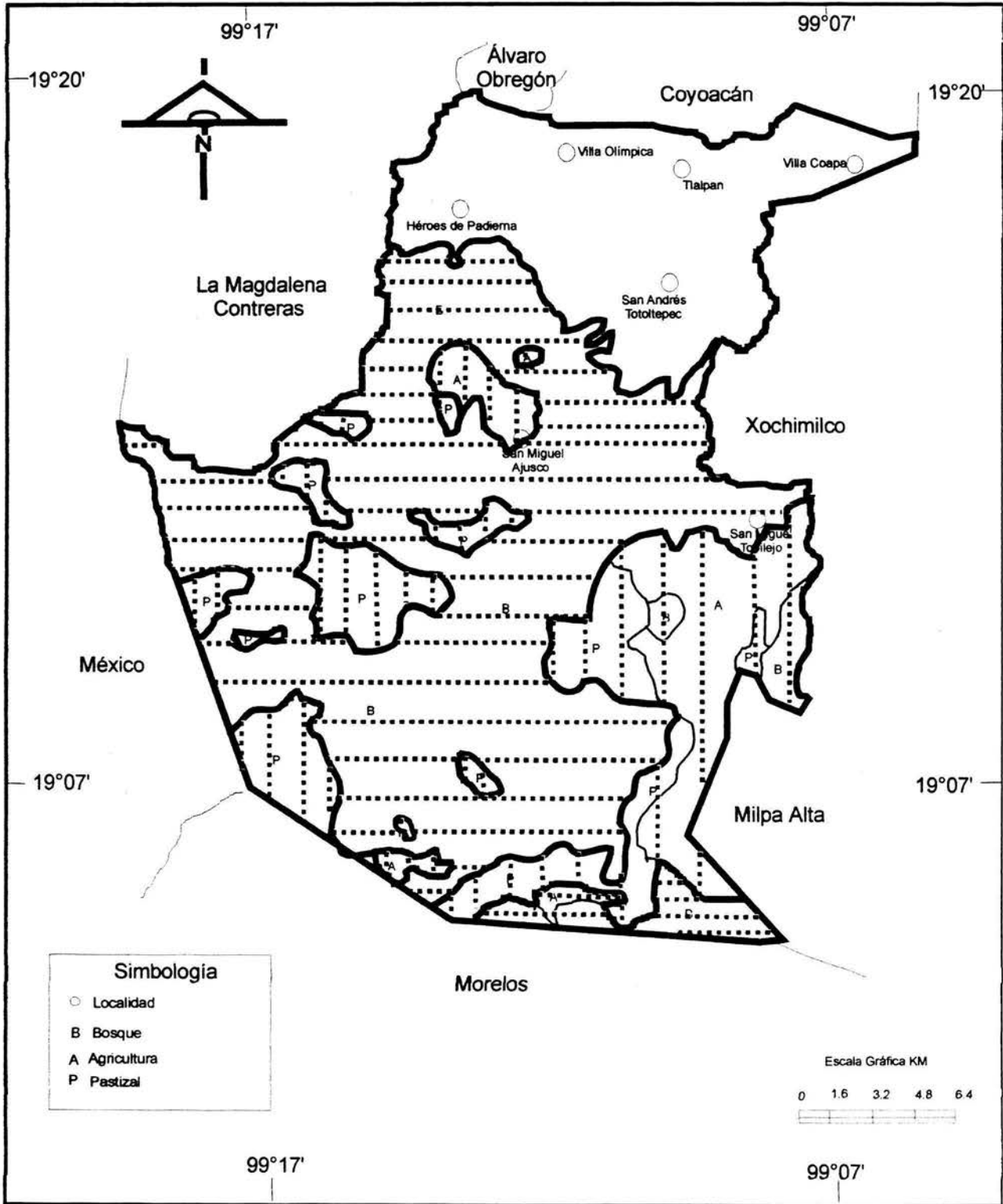
Fuente: INEGI. Carta Topográfica, 1 : 50 000.  
Plan de Acciones Hidráulicas 20014-2005, G.D.F, Secretaría de Obras y Servicios, D.G.C.O.H

# Infraestructura del Transporte



Fuente: INEGI. Carta Topográfica, 1 : 50 000.

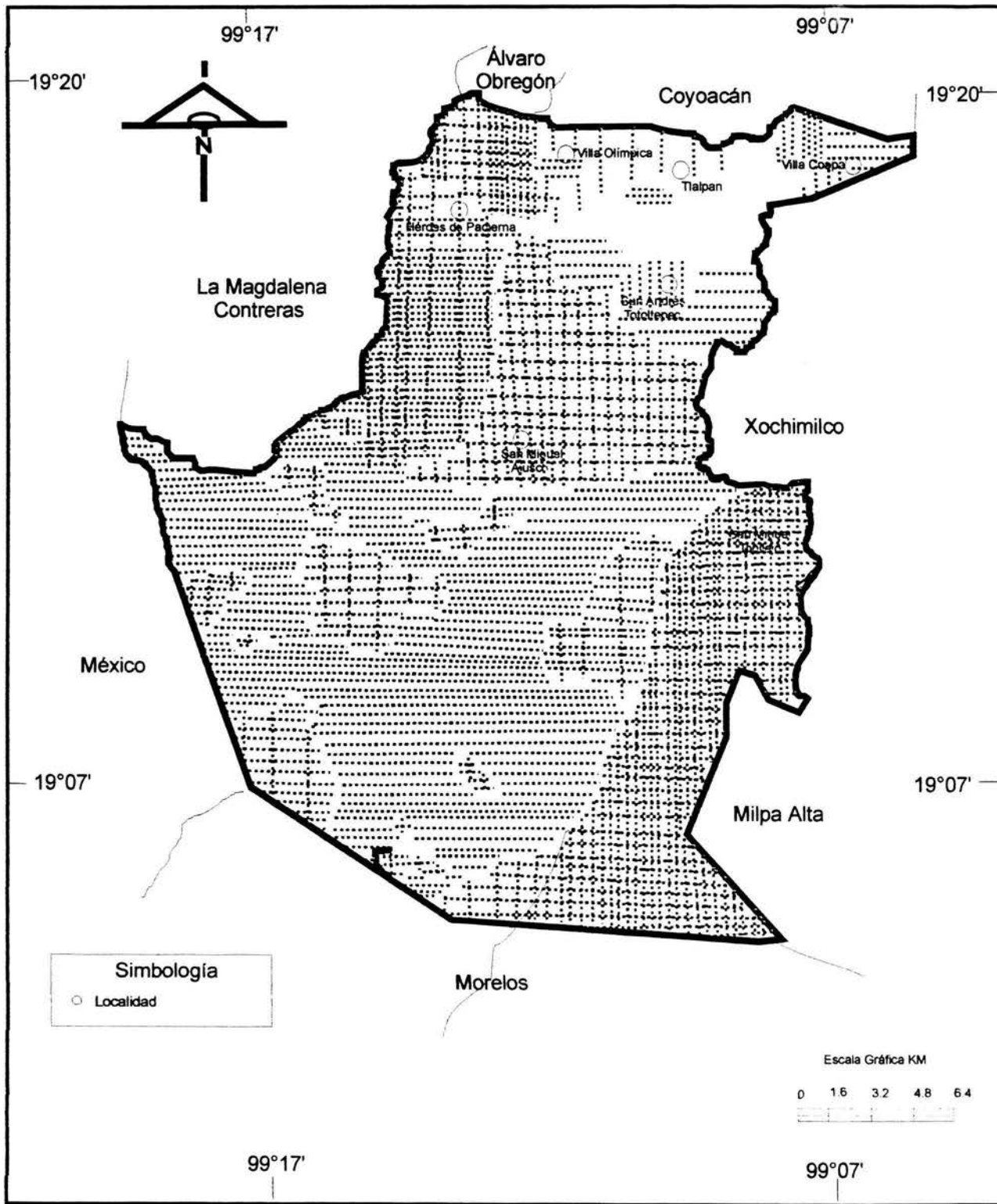
# Áreas Naturales Protegidas



Fuente: SEMARNAP. INE. Balance del Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 1995-2000. México, julio de 2000

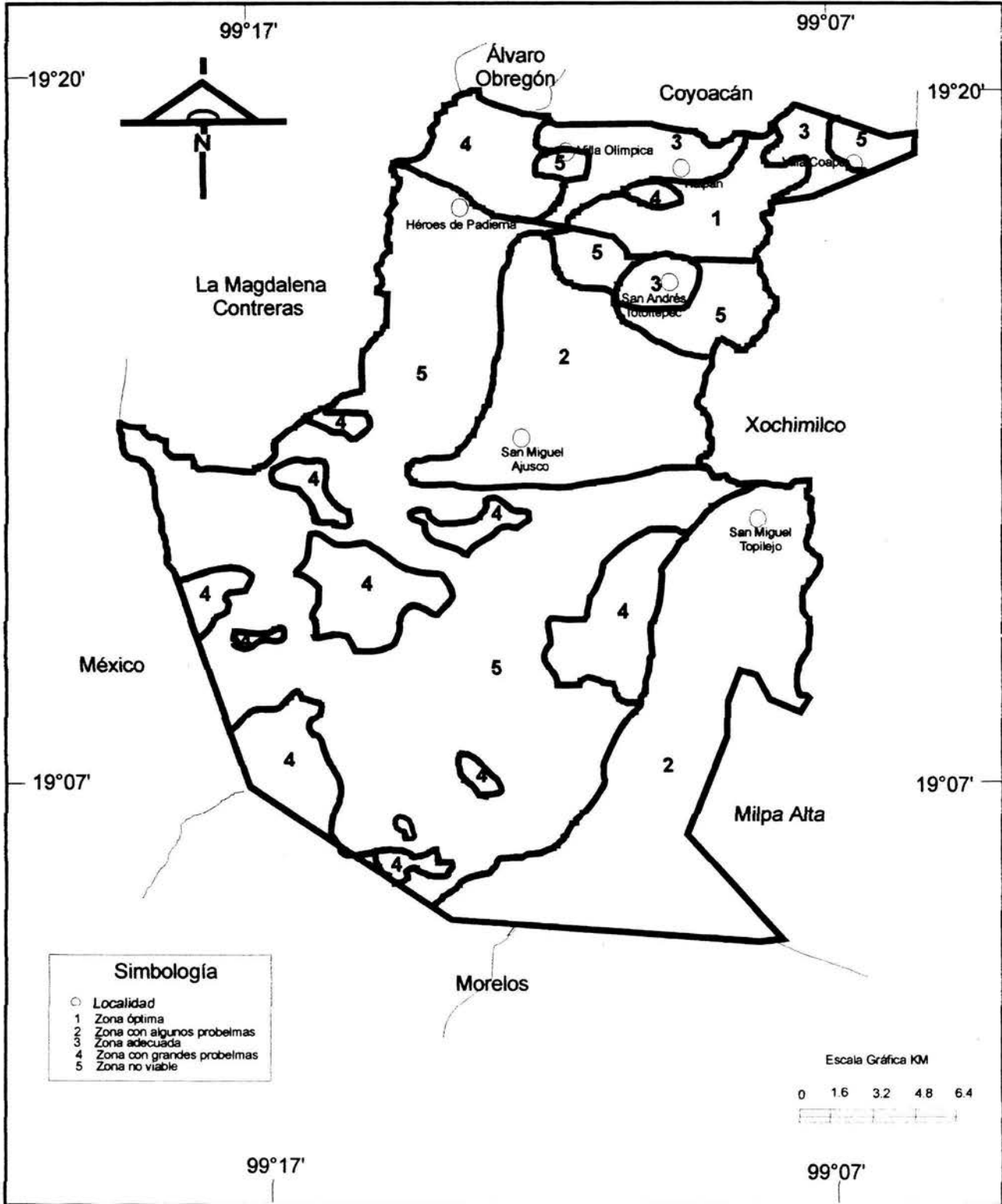


### Selección de Polos de Desarrollo



Fuente: INEGI. Carta Topográfica, 1 : 50 000.

### Selección de Polos de Desarrollo



Fuente: INEGI. Carta Topográfica, 1 : 50 000.

## Capítulo V.- Guía de Desarrollo Urbano

### V.1.- Descripción de las características técnicas de la guía.

Una vez localizadas las posibles regiones en las cuales se pueden generar polos de desarrollo para la ciudad, se considera pertinente el planteamiento de una “guía de desarrollo” enfocada a polos de desarrollo, de acuerdo a la zona en la cual se quiera generar dicho polo.

Las bases del trabajo descrito pueden ser un documento auxiliar en el caso tomas de decisión o servir para la elaboración de una descripción general de los beneficios y problemas que la construcción de un proyecto enfrentaría en una zona en específico del sur de la Ciudad de México; mediante lo anterior se puede realizar una comparación previa de los requerimientos de la obra y las distintas regiones en que ellos pueden ser satisfechos.

Para la utilidad y cobertura de los factores que se aplicaron en el análisis deben considerar, dentro de la “Guía de Polos de Desarrollo” los siguientes aspectos:

- Geotécnica.
  - Zonificación geotécnica.- relatar el tipo de suelo que constituye el área, los tipos de estudios pertinentes previos a la edificación, el posible tipo de cimentación requerida así como la solución a problemas geotécnicos que la región presente.
  - Uso de suelo.- consideraciones generales.
  - Precio del suelo.- consideraciones generales.
- Agua potable.
  - Gastos requeridos actualmente por la delegación para el tipo de proyecto a realizar así como las posibles fuentes de abastecimiento.
- Infraestructura.
  - Drenaje.- consideraciones generales.
  - Vialidades.- vialidades principales.
  - Servicios.- posibles servicios que se localicen cercanos al proyecto o que deben ser tomados en cuenta para su adecuación.
- Medio ambiente.

Los factores anteriormente descritos fueron utilizados para la selección de las áreas de polos de desarrollo, su uso en este capítulo se adecua a que el trabajo que se propone debe servir de la siguiente manera:

- Plantear una inversión en obra civil para la generación de un polo de desarrollo.
- Mostrar las distintas zonas adecuadas para la construcción del mismo.
- De cada zona presentar de manera inicial el tipo de zonificación geotécnica que posee y con ello los estudios previos de mecánica de suelos requeridos.
- Una vez descritas las características geotécnicas, de acuerdo a la obra se mencionarán los tipos de cimentación que puede poseer la construcción así como soluciones que se deban dar a problemas geotécnicos específicos o posibles.
- Se mostrará el uso de suelo actual de la zona elegida así como una aproximación al costo.
- De la red de agua potable se enunciarán los gastos totales de extracción posibles para esa zona así como los requerimientos manejados por la delegación.

- En infraestructura se mencionarán las principales vialidades de dicha zona así como características especiales de las mismas.
- Se incluirán servicios de salud y educación cercanos a la zona así como áreas verdes o posibles zonas de reserva ecológica. En lo que sea posible se mencionarán rutas de transporte colectivo así como de recolección de basura indicando si son cercanas a la zona elegida. Con lo anterior el inversionista o desarrollador tendrá una pequeña base de comparación en cuanto a factores de resistencia de suelo, costo del mismo y los distintos factores de infraestructura y medio ambiente, pudiendo de manera sencilla y vaga elaborar un pequeño análisis económico, de las ventajas y desventajas de una ubicación de su obra en distintas áreas de una misma delegación o de cualquiera de las tres analizadas.

## V.2.- Configuración de la “Guía de Desarrollo Urbano” bajo criterios geotécnicos y de infraestructura.

### Geotécnia

#### Zonificación

A continuación se indica la zonificación geotécnica a la que corresponden las distintas áreas obtenidas en la selección final de polos de desarrollo:

- Álvaro Obregón:
  - Zona óptima.- zona I, de Lomas (2,300 – 2,700 msnm)
  - Zona adecuada.- zona I de Lomas, presencia de fracturas.
  - Zona con algunos problemas.- zona I de Lomas, presencia de fracturas y minas.
  - Zona con problemas.- zona I de Lomas.
  - Zona no viable.- zona I de Lomas.
- Coyoacán:
  - Zona óptima.- zona I, de Lomas. (2,500 msnm)
  - Zona adecuada.- zona I de Lomas, presencia de fracturas.
  - Zona con algunos problemas.- zona I de Lomas, presencia de fracturas y minas.
  - Zona con problemas.- zona I de Lomas.
  - Zona no viable.- zona I de Lomas.
- Tlalpan:
  - Zona óptima.- zona I, de Lomas. ( 3,100 msnm)
  - Zona adecuada.- zona I de Lomas.
  - Zona con algunos problemas.- zona I de Lomas; la zona norte del análisis pertenece a la zona II de Transición.
  - Zona con problemas.- zona I de Lomas.
  - Zona no viable.- zona I de Lomas; la zona norte del análisis pertenece a la zona II de Transición abrupta.

Con base en las clasificaciones anteriormente mencionadas se deben tomar en cuenta los criterios siguientes:



En la **Figura 2.1** se presentó la zonificación geotécnica del Valle de México de acuerdo con la información existente a la fecha. En ella se observa que se ha dividido en tres zonas: I, de lomas; II, de transición; y III, de lago.

Los trabajos para efectuar un estudio de mecánica de suelos, deberán iniciar con un reconocimiento detallado del sitio; en predios ubicados en la zona I de lomas (no cubiertos por derrames basálticos) se deberán visitar las barrancas, cañadas o cortes cercanos al predio, para investigar la existencia de bocas de antiguas minas o de capas de arena, grava y materiales pumíticos que hubieran podido ser objeto de explotación subterránea en el pasado. El reconocimiento deberá complementarse con los datos que proporcionen habitantes del lugar y la observación del comportamiento del terreno y de las construcciones existentes, así como el análisis de fotografías antiguas.

Se determinará en particular, si el predio fue usado en el pasado como depósito de desechos o fue nivelado con rellenos colocados sin compactación. Se presentará asimismo atención a la posibilidad de que el suelo natural esté constituido por depósitos de arena en estado suelto o por materiales finos cuya estructura sea inestable en presencia de agua o bajo carga. En los suelos firmes se buscarán evidencias de grietas que pudieran dar lugar a inestabilidad del suelo de cimentación, principalmente en laderas abruptas. Se prestará también atención a la posibilidad de erosiones en el grado de cementación de los materiales que las constituyen. En las zonas de derrames basálticos, además de localizar las grietas superficiales que suelen estar asociadas a estas deformaciones, se buscará evidencias de oquedades subterráneas de grandes dimensiones dentro de la lava. Se tomará en cuenta que, en ciertas áreas del Distrito Federal, los derrames basálticos yacen sobre materiales arcillosos compresibles.

En la zona II de transición, la exploración del subsuelo se planeará tomando en cuenta que suele haber irregularidades en el contacto entre diversas formaciones así como variaciones importantes en el espesor de suelos compresibles.

En las zonas II y III, además de obtener datos completos sobre las construcciones vecinas existentes, se revisará la historia de cargas soportadas previamente por el suelo del predio y áreas circundantes. Se buscarán evidencias de rellenos superficiales recientes o antiguos. Por otra parte, se investigará si existen antecedentes de grietas profundas en el predio o de cimentaciones que hayan sido abandonadas al demoler construcciones anteriores.

### *Estudios previos, exploraciones geotécnicas*

Las investigaciones mínimas a realizar en el subsuelo serán las que se indican en la **Tabla 5.1**. No obstante, la observancia del número y tipo de investigaciones indicadas en esta tabla no liberará al responsable de la obra de la obligación de realizar todos los estudios adicionales necesarios para definir adecuadamente las condiciones del subsuelo. Las investigaciones requeridas en el caso de problemas especiales serán generalmente superiores a las indicadas.

Para su aplicación, se tomará en cuenta lo siguiente:

1. Se entenderá como peso unitario medio de una estructura la suma de la carga muerta y de la carga viva con intensidad media el nivel de apoyo de la subestructura, dividida entre el área de la proyección en planta de dicha subestructura. En edificios formados por cuerpos son estructuras desligadas, cada cuerpo deberá considerarse separadamente.
2. El número mínimo de exploraciones a realizar (pozos a cielo abierto o sondeos) será de uno por cada 60 m o fracción del perímetro envolvente de mínima extensión

de la superficie cubierta por la construcción en zonas I y II y de una por cada 100 m o fracción de dicho perímetro en la zona III. La profundidad de las exploraciones dependerá del tipo de cimentación y de las condiciones del subsuelo pero no será inferior a dos metros bajo el nivel de desplante, salvo si se encuentra roca sana libre de accidentes geológicos o irregularidades a profundidad menor.

3. Los sondeos que se realicen con el propósito de explorar el espesor de los materiales compresibles en zonas II y III, deberán, además penetrar el estrato incompresible y, en su caso, las capas compresibles subyacentes si se pretende apoyar pilotes en este estrato.
4. Los procedimientos para localizar galerías de minas y otras oquedades deberán ser directos, es decir, basados en observaciones y mediciones en las cavidades o en sondeos. Los métodos indirectos solamente servirán de apoyo de las investigaciones directas.
5. Los sondeos a realizar podrán ser de los tipos indicados a continuación:

o Sondeo con recuperación continua de muestras alteradas con la herramienta de penetración estándar.- Se usarán para evaluar la consistencia o compacidad de los materiales superficiales de la zona I y de los estratos resistentes de las zonas II y III. También se emplearán en las arcillas blandas de las zonas II y III con objeto de obtener el perfil continuo del contenido de agua. No será aceptable realizar pruebas mecánicas de especímenes obtenidos en dichos sondeos.

o Sondeos mixtos con recuperación alternada de muestras alteradas e inalteradas.- se realizarán en las zonas II y III, sólo las primeras serán aceptables para determinar propiedades mecánicas, las profundidades de muestreo inalterado se determinarán a partir del contenido de agua determinado previamente mediante sondeos con recuperación de muestras alteradas.

o Sondeos de verificación estratigráfica sin recuperación de muestras.- recurriendo a la penetración de cono mecánico o eléctrico u otro dispositivo similar con objeto de extender los resultados del estudio a un área mayor. No será aceptable basar el diseño exclusivamente en este tipo de exploración.

o Sondeos con equipo rotatorio y muestreadores de barril.- se usarán en los materiales firmes y rocas de la zona I a fin de recuperar núcleos para clasificación.

o Sondeos de percusión o equipo tricónico.- serán aceptables para identificar tipos de material o descubrir oquedades.

Adicionalmente pueden realizarse exploraciones a cielo abierto o con perforadoras neumáticas, dependiendo del tipo de suelo existente en el sitio y el objetivo de la exploración.

### *Supervisión geotécnica*

Los trabajos de campo de estudio geotécnico deberán realizarse bajo una cuidadosa supervisión técnica, encabezada por un ingeniero capacitado en los programas de trabajo, los procedimientos de ejecución y la recopilación de información.

Durante la ejecución, el ingeniero supervisor deberá facilitar la calidad de los trabajos, tomando como base de juicio si los objetivos del estudio se están alcanzando; en caso negativo deberá proponer medidas correctivas.

### *Reconocimiento general*

Se revisa la información recopilada en la zona en estudio que deberá ser integrada por:

- Reconocimiento geológico o zonificación del subsuelo.
- Recopilación de sondeos de exploración preexistentes.
- Características de las colindancias.
- Localización de pozos de bombeo y detalles de su operación.
- Levantamiento de redes de servicios públicos.
- Localización de grietas, cavernas o taludes inestables.
- Levantamientos topográficos y nivelaciones.
- Otros.

### *Programas de exploración*

Este programa deberá ser congruente con la información del reconocimiento general y los requerimientos de exploración elaborados por el proyectista geotécnico. El ingeniero supervisor aprobará el programa y los sondeos adicionales que se justifiquen para resolver los casos que se consideren no están incluidos en las recomendaciones; los sondeos adicionales requerirán una breve justificación escrita.

### *Técnicas de exploración*

- Métodos geofísicos.- sus resultados son poco confiables para admitir su uso indiscriminado, sin apoyo de métodos de exploración directa, el ingeniero supervisor deberá tener acceso oportuno a la información durante el proceso de ejecución.
- Cono eléctrico.- es adecuado en suelos blandos; debe revisarse su calibración y comportamiento durante la operación, el corrimiento admisible del cero y la baja sensibilidad a los cambios de temperatura. Estos errores en conjunto no deberán exceder de 5/1000 de la capacidad máxima del cono.
- Cono mecánico.- es admisible en suelos duros, no deber utilizarse en los suelos blandos.
- Penetración estándar.- en suelos blandos no es confiable para definir la resistencia, la muestra que se recupera es alterada y solo permite clasificar los suelos y obtener sus propiedades índices. En suelos duros y secos, el empleo de agua o lodo para perforarlos puede reblandecer el suelo y alterar los resultados de laboratorio.
- Criterio de selección.- en la **Tabla 5.2** se presenta una guía para elegir las técnicas de exploración según el tipo de suelo.

### *Programa de sondeos de muestreo inalterado*

El ingeniero supervisor deberá revisar el programa de muestreo inalterado para comprobar que:



- El número de sondeos cumplan con las recomendaciones de muestreo inalterado y exista una breve aclaración escrita para justificar la realización de sondeos adicionales.
- Haya correspondencia evidente con los sondeos de exploración.
- Se recuperen muestras de los estratos más significativos de acuerdo con el diseño geotécnico preliminar

#### *Técnicas de muestreo inalterado*

- Tubo de pared delgada (Shelby).- únicamente para suelos blandos y debe cumplir estrictamente con las condiciones geométricas establecidas, particularmente en cuanto a su filo; su interior debe ser liso, exento de corrosión y de preferencia pintado. Después de cada operación con este muestreador debe limpiarse cuidadosamente el mecanismo de válvula de cabeza.
- Tubo dentado.- a usarse en suelos consolidados u y en capas duras; las muestras que se obtienen no siempre son de buena calidad; por ello, cuando se emplea deben revisarse las muestras inmediatamente para asegurarse que se está operando correctamente: La velocidad de rotación, el tamaño y forma de los dientes son las variables que deberán ensayarse en cada tipo de suelo hasta lograr muestras aceptables.
- Barril Denison.- se utiliza en suelos duros, usando agua, lodo o aire como fluido de perforación; deber tenerse en cuenta que es muy difícil obtener muestras de buena calidad; es necesario revisar las muestras recuperadas antes de considerarlas como inalteradas. El ingeniero supervisor debe comprobar que el tubo interior permanezca estático cuando gira el exterior, y que la separación entre el tubo interior del exterior sea la adecuada; esto último además de la velocidad de rotación son las variables que deben definirse durante el proceso de muestreo.
- Muestras cúbicas.- se obtienen las mejores muestras de suelo, particularmente de lo localizados arriba del nivel freático, que por su dureza y susceptibilidad al agua no pueden muestrearse con técnicas mecanizadas. El ingeniero supervisor debe vigilar que las muestras se obtengan de las zonas que no haya sufrido alteración durante el proceso de excavación, que se almacenen protegidas del sol y que se transporten con empaques de espuma de poliuretano para que no se golpeen.
- Criterios para la selección.- en la **Tabla 5.3** se muestran los criterios para selección de muestreo inalterado.

#### *Técnicas de perforación*

- Lavado y percusión.- no son recomendables en sondeos inalterados porque dañan las muestras por efecto del chiflón y de los impactos. En suelos fisurados inducen fracturamiento hidráulico en las muestras; este fenómeno ocurre cuando se presentan figuras de lodo bentonítico.
- Cuchara de impacto.- no recomendable ya que induce remoldeo en la parte superior de las muestras.
- Barrera o ademe helicoidal.- no conviene para suelos blandos, el efecto de succión que se desarrolla induce deformaciones inaceptables en el suelo.
- Posteadora-rimadora.- es una técnica de reciente desarrollo; hasta ahora es la única que ha permitido las mejores muestras sin activar las fracturas y sin remoldeo.



- Pozos a cielo abierto.- la perforación puede hacerse manualmente o con máquinas de gran diámetro, el supervisor deberá comprobar la seguridad de la excavación y la factibilidad de rescatar muestras inalteradas.
- Criterio de selección.- **Tabla 5.4** contiene el criterio del procedimiento de perforación.

### *Cimentaciones*

Cuando hablamos de cimentaciones, debemos recordar que el suelo es menos resistente y más deformable que una roca, por consiguiente no puede resistir las mismas tensiones y resulta preciso dotar a la estructura que se piensa construir de apoyos o cimentaciones que repartan o transmitan al terreno presiones que sean compatibles con su resistencia y con su deformabilidad; lo anterior en función directa con las cargas y naturaleza del terreno en que nos ubiquemos.

Dependiendo de estos dos factores podemos hablar de cimentaciones directas (que reparten la carga de la estructura en un plano de apoyo horizontal) y de cimentaciones profundas (el suelo no es lo suficientemente resistente para permitir el apoyo y se busca transmitir la carga de manera vertical, ya sea de forma repartida o concentrada)

Para comprender de mejor manera se necesita de las definiciones siguientes:

- Presión total, es la presión que actúa en la base de la cimentación, incluye todos los componentes de cargas verticales. ( $q_b$ )
- Presión total neta, diferencia entre la presión total y la presión vertical total del terreno al nivel de la base de la cimentación, usualmente es el incremento de tensión vertical total a dicho nivel. ( $q_{neta}$ )
- Presión efectiva, diferencia entre la presión total y la presión de poro al nivel de la cimentación. ( $q'_{b}$ )
- Presión efectiva neta, diferencia entre la presión efectiva y la presión efectiva vertical debido a la sobrecargas de tierras al nivel de la cimentación. ( $q'_{neta}$ )
- Presión de hundimiento, presión vertical para la cual el terreno agota su resistencia al corte. ( $q_h$ )
- Presión admisible (frente al hundimiento), presión vertical para la cual se cuenta con un coeficiente de seguridad adecuado frente al hundimiento, no tiene por qué ser la finalmente seleccionada como admisible para la estructura. ( $q_{adm}$ )
- Presión admisible de trabajo, presión vertical admisible para una determinada estructura teniendo en cuenta no sólo la seguridad frente al hundimiento, sino también su tolerancia a los asentamientos, deberá ser menor o igual a la presión admisible. ( $q_{adt}$ )

Profundas.- en diversas circunstancias es necesario limitar los asentamientos diferenciales, en estos casos las cimentaciones superficiales no son una solución apropiada, en estos casos se necesita apoyar o transmitir las cargas a niveles más profundos y más competentes, asimismo cuando se está en presencia de suelos estructuralmente inestables como arcillas expansivas o suelos colapsables una posibilidad es no apoyar directamente la cimentación sobre ellos sino llevarla a suelos más profundos.

Las cimentaciones profundas más conocidas son los pilotes los cuales son elementos de cimentación en los que predomina la longitud sobre cualquier otra dimensión.

**Tabla I Requisitos mínimos para la investigación del subsuelo.**

Zona	$W < 5 \text{ t/m}^2$ $P < 60 \text{ m}$ $D < 2.5 \text{ m}$	$W > 5 \text{ t/m}^2$ $P > 60 \text{ m}$ $D > 2.5 \text{ m}$
I y II	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Detección, por procedimientos directos eventualmente apoyados en métodos indirectos, de rellenos sueltos; galerías de minas, grietas y otras oquedades.</li> <li>2. Sondeos o pozos profundos a cielo abierto para determinar la estratigrafía y propiedades de los materiales y definir la profundidad de desplante.</li> <li>3. En caso de considerar en el diseño del cimiento un incremento de presión mayor de <math>5 \text{ t/m}^2</math> bajo zapatas o de <math>2 \text{ t/m}^2</math> bajo cimentación a base de losa continua, el valor recomendado deberá justificarse a partir de los resultados de las pruebas de laboratorio o campo realizadas.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Inspección superficial detallada después de limpieza y despalme del predio para detección de rellenos sueltos y grietas.</li> <li>2. Sondeos con recuperación de muestras inalteradas para determinar la estratigrafía y propiedades índice y mecánicas de los materiales del subsuelo y definir la profundidad de desplante: Los sondeos deberán permitir obtener un perfil estratigráfico continuo con la clasificación de los materiales encontrados y su contenido de agua. Además se obtendrán muestras inalteradas de los estratos que puedan afectar el comportamiento de la cimentación. Los sondeos deberán realizarse en número suficiente para verificar si el subsuelo del predio es homogéneo o definir sus variaciones dentro del área estudiada.</li> <li>3. En caso de cimentaciones profundas, investigación de la tendencia a los movimientos del subsuelo debido s a la consolidación regional y determinación de las condiciones de presión del agua en el subsuelo, incluyendo detección de mantos acuíferos colgados arriba del nivel máximo de excavación.</li> </ol>
III	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Inspección superficial detallada para la detección de rellenos sueltos y grietas.</li> <li>2. Pozos a cielo abierto complementados con exploración más profunda para determinar la estratigrafía y propiedades de los materiales y definir la profundidad de desplante. En caso de considerarse en el diseño del cimiento un incremento neto de presión mayor de <math>4 \text{ t/m}^2</math> bajo zapatas o de <math>1.5 \text{ t/m}^2</math> bajo cimentaciones a base de losa continua, el valor recomendado deberá justificarse a partir de los resultados de las pruebas de laboratorio o campo realizadas.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Inspección superficial detallada para la detección de rellenos sueltos y grietas.</li> <li>2. Sondeos para determinar la estratigrafía y propiedades índice y mecánicas de los materiales y definir la profundidad de desplante. Los sondeos deberán permitir obtener un perfil estratigráfico continuo con la clasificación de los materiales encontrados y su contenido de agua. Además se obtendrán muestras inalteradas de todos los estratos que puedan afectar el comportamiento de la cimentación. Los sondeos deberán realizarse en número suficiente para verificar la homogeneidad del subsuelo en el predio o definir sus variaciones dentro del área estudiada. <i>En caso de cimentaciones profundas, investigación de la tendencia de los movimientos del subsuelo debidos a la consolidación regional y determinación de las condiciones de presión del agua en el subsuelo.</i></li> </ol>

W.- peso unitario medio de la estructura.

P.- perímetro de la construcción.

D.- profundidad de desplante.

**Tabla 5.1** Requisitos mínimos para la investigación del subsuelo

Exploración preliminar		
Tipo de suelo	Recomendable	No recomendable
Blando	Cono eléctrico	SPT, geofísica
Duro (húmedo)	Cono mecánico, SPT	Geofísica
Duro (seco)	SPT o penetración neumática	Geofísica

**Tabla 5.2** Técnicas de exploración según el tipo de suelo.

Muestreo inalterado		
Tipo de suelo	Recomendable	No recomendable
Suelos blandos	Tubo de pared delgada	
Suelos preconsolidados y lentes duras	Tubo dentado	Tubo de pared delgada
Costra seca superficial	Tubo dentado	Tubo de pared delgada
Capa dura y tobas blandas	Barril Denison o Tubo dentado	
Tobas duras	Barril Denison o Barril muestreador	

**Tabla 5.3** Criterios para selección de muestreo inalterado.

Métodos de perforación		
Tipo de suelo	Recomendable	No recomendable
Blandos fisurados	Posteadora-rimadora	Rotación con lodo o percusión o llacado
Blandos no fisurados	Posteadora-rimadora o rotación con lodo	Percusión con lavado
Duros bajo el nivel freático	Rotación en seco	Rotación con agua o lodo
Tobas duras	Rotación con aire o percusión neumática	Rotación con agua

**Tabla 5.4** Criterio del procedimiento de perforación.

Se considera que un cimiento es profundo cuando la longitud total del elemento es igual o superior a ocho veces el ancho o dimensión mínima del mismo.

Existen varios tipos de pilotes: entre los que encontramos pilotes prefabricados y colados en sitio; los primeros son piezas rectas de madera, concreto armado o acero que se hincan en el terreno por golpeo o vibración hasta alcanzar la profundidad necesaria, también se les denomina pilotes de desplazamiento. Los pilotes colados en sitio se ejecutan realizando una excavación del diámetro y longitud deseada en la que se introduce el armado necesario para finalmente colar, también son denominados pilotes de sustitución (debido a que se extrae suelo para su construcción). Los pilotes prefabricados son usados para atravesar suelos blandos o flojos mediante hincado por golpeo mientras que los colados en sitio se dan para otro uso y dependen de las condiciones del terreno y el nivel freático.

El estudio de cimentaciones por pilotes se inicia considerando un pilote aislado al que se le aplica una carga vertical, la carga que el pilote recibe se transmite al terreno, en parte por el rozamiento lateral entre el suelo y fuste del pilote y en parte por la base o punta del mismo, debido a esto se distinguen dos tipos básicos de pilotes: de punta y de fricción.



Los pilotes por punta son aquellos en los que toda o gran parte de la carga se transmite íntegramente a la punta, siendo muy pequeña la carga transmitida por el fuste. Los pilotes por fricción son aquellos en los que la carga va a parar al terreno a través del rozamiento por el fuste, en este caso la carga que llega a la punta del pilote puede ser pequeña en comparación con la que se transmite por rozamiento a lo largo del fuste, la movilización de carga por punta da lugar a la formación de unas zonas plásticas por debajo de la punta del pilote, pero que se vuelven sobre sí mismas para alcanzar al fuste del pilote en cierta longitud. Se considera que una longitud de fuste precisa para la movilización total de la carga por punta es igual a unas 8 veces el diámetro del pilote en el caso de arenas y unas 4 veces el diámetro del pilote en caso de arcillas, esta zona se denomina activa superior. La zona del bulbo de esfuerzos que se plastifica por debajo de la punta del pilote tiene una longitud aproximada de 3 diámetros en el caso de arenas y de 1.5 a dos diámetros en el caso de arcillas, esta zona es denominada zona activa inferior; además para que sea posible la movilización de la resistencia del terreno es necesario que por debajo del bulbo plastificado exista terreno de iguales o mejores características que en la zona activa superior e inferior en una longitud de 3 diámetros en arenas y 1.5 en arcillas, esta zona se conoce como zona de seguridad.

Debemos recordar que en cualquier caso la cimentación de una estructura requiere de condiciones geológicas estables, lo que implica, en primer lugar, que el sitio esté exento de riesgos geológicos activos, en segundo lugar la cimentación debe de ser estable ante problemas geológico-geotécnicos como:

- Heterogeneidad litológica.- materiales de muy distinta resistencia y deformabilidad.
- Substrato resistente profundo.- este respecto a la cota de cimentación el cual puede dar origen a asentamientos diferenciales.
- Factores geoambientales adversos.- nivel freático alto, fuerzas de filtración importantes, terrenos con pendientes fuertes, aguas o materiales agresivos.
- Rellenos anisotrópicos.
- Problemas geotécnicos.- cavidades, suelos muy blandos, expansivos, colapsables, solubles, etc.

Al presentarse estos puntos puede darse el caso de que la cimentación requiera de un análisis especial además e tratamientos de terreno.

Otro problema geotécnico son los suelos expansivos que implican un cambio de volumen (contracción o expansión), ante este problema en las cimentaciones se presentan distintas soluciones como:

- Pozos, rellenos de concreto pobre o de cal, encima del relleno se dispone la verdadera zapata sobre la que se apoya la estructura aislando de ésta al terreno.
- Pilotaje y micropilotaje, los pilotes pueden quedar anclados en una zona que no experimente cambios de volumen, trabajando éstos a tracción.
- Sustitución de terreno expansivo, se da colocando una lámina impermeable entre el terreno y material.

Existe un problema denominado suelos colapsables en los cuales el cambio de volumen es negativo, es dado por factores como:



- Eliminación de presiones de poro negativas que se producen alrededor de contactos de granos en los meniscos que forman el agua en un medio semisaturado.
- Concentración de tensiones en contactos de granos.
- Disolución de puentes de unión entre partículas limosas, por inundación.

Las soluciones ante este tipo de problemas son:

- Remover el material y/o volver a compactarlo adecuadamente.
- Compactación desde la superficie de una zona del terreno utilizando compactación dinámica.
- Columnas de grava, que en adición con agua producen el colapso del terreno y lo dejan más resistente gracias a la aportación de grava.
- Refuerzo mediante inyecciones de lechada cemento creando una estructura más rígida que la inicial.
- Cimentación profunda.

Se deben tomar en cuenta las cavidades kársticas dependiendo del tipo de terreno en el que se piense construir la cimentación:

- Materiales yesíferos y salinos, las mismas cavidades se producen por disolución bastante rápida.
- Materiales calcáreos, la circulación del agua da lugar a la formación de grutas y simas, esto de manera lenta.

Para tratar estos problemas, en el primer tipo de karstificación suele recurrirse a la utilización de cimentaciones profundas que confían al fuste toda la resistencia por si hubiera un hueco cerca de la punta.

En el segundo caso se han utilizado losas de cimentación para repartir mejor las cargas y la realización de taladros para rellenar huecos en una profundidad similar a la anchura del cimiento y cuando los huecos se concentran cerca de la superficie se puede excavar el terreno un cierto espesor y recurrir a otro método.

Se pueden presentar también, sobre todo en rocas volcánicas, cavidades cuyo principal problema es su detección lo que obliga a realizar investigaciones in situ mediante sondeos de rotación y taladros rotores a percusión, estas soluciones incluyen el relleno con concreto de la cavidad con el fin de transferir la carga de la estructura a una capa resistente mediante micropilotes o pilotes, construcción de losas, inyección de cavidades, etc.

Cuando se presentan rellenos anisotrópicos la solución más habitual consiste en apoyar la estructura sobre pilotes o pozos transfiriendo la carga al estrato resistente, teniendo en cuenta el efecto de rozamiento negativo a que dan lugar estos rellenos. En suelos blandos la solución a los problemas es utilizar pilotes apoyados a un nivel resistente.

### *Estudios geotécnicos*

En el caso de cualquier cimentación es de gran importancia el reconocimiento geotécnico para definir:

- Naturaleza de los suelos o rocas que forman el terreno en la profundidad que

pueda verse afectada por las obras así como la disposición y espesor de las formas geológicas.

- Propiedades de identificación deformabilidad y resistencia.
- Profundidad del nivel freático, condiciones hidrogeológicas.
- Existencia de anomalías, cavidades, galerías de captación, etc.
- Presencia de suelos inestables como arcillas expansivas, suelos colapsables, etc.
- Eventual agresividad de los componentes químicos de las aguas freáticas o del suelo.
- Posibles problemas geológicos y posible trascendencia.
- Experiencia constructiva local referente a excavaciones, taludes, muros, etc.
- Determinar la posibilidad de emplear los productos de excavación para la formación de terraplenes compactados.
- Posibles accidentes durante la construcción.

La metodología a seguir en el proyecto geotécnico de una cimentación puede ser:

1. Condiciones de la estructura a cimentar, situación y plano de cimentación, cota y profundidad, tensiones y cargas al terreno
2. Reconocimiento geotécnico del terreno, en sitio, bibliográfico y reconocimiento geológico-geotécnico.
3. Estudio geotécnico mediante análisis de resistencia y deformabilidad, tipo de cimentación recomendada, cargas admisibles y recomendaciones constructivas.
4. Diseño de la cimentación mediante su cálculo, dimensiones, soluciones constructivas, costos.
5. Control geotécnico durante la construcción mediante observación directa de excavaciones y ensayos de control.

Los reconocimientos geotécnicos se deben realizar en las siguientes fases:

- Estudios previos.
- Reconocimiento del anteproyecto, sondeos, geofísica y ensayos de laboratorio.
- Reconocimientos de proyecto, sondeos complementarios, ensayos in situ.
- Reconocimiento durante la construcción, para control.

En función del tipo de proyecto los estudios pueden dividirse en:

- Grandes superficies en las cuales deben realizarse todas las fases anteriormente descritas.
- Edificaciones convencionales, siguen las mismas fases pero más simplificadas y agrupadas en solo una o dos fases.

Los estudios y ensayos realizados se deberán agrupar en un informe geotécnico el cual debe contar con datos suficientes para:

- Elegir el tipo de cimentación más adecuada y los métodos constructivos.
- Fijar los niveles de apoyo.
- Determinar las presiones admisibles o las resistencias.
- Estimar la magnitud de los asentamientos.
- Medidas que eviten posibles daños estructurales.

- Establecer procedimientos de excavación y dimensionamiento de muros, pantallas u otros elementos de contención de tierras.

### *Uso de suelo*

- **Álvaro Obregón:**
  - Zona óptima.- parte norte, H4S habitacional / servicios 400 hab/ha, parte sur H1 habitacional 100 hab/ha 500 m<sup>2</sup>, H2 habitacional 200 hab/ha 250 m<sup>2</sup> y H05 habitacional 50 hab/ha 1000 m<sup>2</sup>.
  - Zona adecuada.- H1 habitacional 100 hab/ha 500 m<sup>2</sup> y H4 habitacional 400 hab/ha 125 m<sup>2</sup>.
  - Zona con algunos problemas.- H1 habitacional 100 hab/ha 500 m<sup>2</sup> y H4 habitacional 400 hab/ha 125 m<sup>2</sup>.
  - Zona con problemas.- H05 habitacional 50 hab/ha 1000 m<sup>2</sup> y H1 habitacional 100 hab/ha 500 m<sup>2</sup>.
  - Zona no viable.- H1 habitacional 100 hab/ha 500 m<sup>2</sup>, áreas verdes y reserva ecológica.
- **Coyoacán:**
  - Zona óptima.- H1 habitacional 100 hab/ha 500 m<sup>2</sup>.
  - Zona adecuada.- H1 habitacional 100 hab/ha 500 m<sup>2</sup>, H2 habitacional 200 hab/ha 250 m<sup>2</sup>, H05 habitacional 50 hab/ha 1000 m<sup>2</sup> y H4 habitacional 400 hab/ha 125 m<sup>2</sup>.
  - Zona con algunos problemas.- H1 habitacional 100 hab/ha 500 m<sup>2</sup>, H2 habitacional 200 hab/ha 250 m<sup>2</sup> y áreas verdes.
  - Zona con problemas.- H4 habitacional 400 hab/ha 125 m<sup>2</sup> y H8 habitacional 800 hab/ha plurifamiliar.
  - Zona no viable.- H1 habitacional 100 hab/ha 500 m<sup>2</sup>, H8 habitacional 800 hab/ha plurifamiliar, áreas verdes, reserva ecológica y en este caso se considera Ciudad Universitaria.
- **Tlalpan:**
  - Zona óptima.- H1 habitacional 100 hab/ha 500 m<sup>2</sup> H41S 400 hab/ha industrial / servicios y H2 habitacional 200 hab/ha 250 m<sup>2</sup>.
  - Zona adecuada.- H2 habitacional 200 hab/ha 250 m<sup>2</sup>, H4 habitacional 400 hab/ha 125 m<sup>2</sup> y H8 habitacional 800 hab/ha plurifamiliar.
  - Zona con algunos problemas.- H2 habitacional 200 hab/ha 250 m<sup>2</sup> y H4S habitacional / servicios 400 hab/ha.
  - Zona con problemas.- áreas de poblados rurales.
  - Zona no viable.- áreas verdes y reserva ecológica.

## Agua potable

### *Requerimientos mínimos de servicios de agua potable*

Los requerimientos se muestran únicamente para las construcciones enfocadas a desarrollo habitacional, de servicios ( en un ramo específico) e industria de bajo impacto (**Tabla 5.5**).

<b>Habitacional</b>		
Tipología	Dotación mínima	Observaciones
Habitación (vivienda)	150 lts / Hab / día	a
<b>Servicios</b>		
Oficinas (cualquier tipo)	20 lts / m <sup>2</sup> / día	a, c
Locales comerciales	6 lts / m <sup>2</sup> / día	a
Mercados	100 lts / puesto / día	
Baños públicos	300 lts / bañista / día	b
Lavanderías de autoservicio	40 lts / kilo de ropa seca	
Educación elemental	20 lts / alumno / turno	a, b, c
Educación media y superior	25 lts / alumno / turno	a, b, c
Alimentos y bebidas	12 lts / comida	a, b, c
Entretenimiento	6 lts / asiento / día	a, b
Recreación social	25 lts / asistente / día	a, c
Deportes al aire libre	150 150 lts / asistente / día	a
<b>Industrias</b>		
Otras industrias	30 lts / trabajador	
<b>Espacios abiertos</b>		
Jardines y parques	5 lts. m <sup>2</sup> / día	

- a. Las necesidades de riego se considerarán por separado a razón de 5 lts / m<sup>2</sup> / día.
- b. Las necesidades generadas por empleados o trabajadores se considerarán por separado a razón de 100 lts / trabajador / día.
- c. En lo referente a la capacidad de almacenamiento de agua para sistemas contra incendio deberá observarse lo dispuesto en el artículo 122 de Reglamento de Construcciones del Distrito Federal.

**Tabla 5.5 Requerimientos mínimos de servicios de agua potable**

• Delegación Álvaro Obregón:

El nivel de servicio de agua potable en la delegación es del 100%, las principales fuentes de abastecimiento son los volúmenes aportados por los pozos de los sistemas Lerma y Cutzamala, junto con los ubicados en el perímetro delegacional que son administrados por la DGCOH (Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica) y particulares, complementándose con los del sistema de manantiales del poniente de la Ciudad de México. El ramal sur del Lerma conduce los gastos que abastecen a la delegación, proveniente del sistema de pozos profundos del valle de Lerma hacia la Ciudad de México, en tanto que el Acueducto Periférico conduce el agua proveniente del sistema Cutzamala, derivándose tres líneas que conectan al ramal Sur del Lerma, complementando el suministro de agua a la población de la delegación.

Descripción	Cantidad
<b>Manantiales</b>	5
Pozos operados por la DGCOH	35
Pozos particulares	5
Acueducto	1.74 (km)
Tanques de agua potable	68
Plantas de bombeo y rebombeo	17
Red primaria (diámetro igual o mayor a 50 cm)	64.6 (km)

**Tabla 5.6 Infraestructura de agua potable de la Delegación Álvaro Obregón**



Un resumen de la infraestructura de agua potable de la delegación sw muestra en la **Tabla 5.6.**

Pozo	Ubicación	Caudal (lps)
Alta Vista	Cda. De la Cerca, casi esquina Altavista, Col. Altavista	36
Avenida Central	Av. Central y C. 10, Col. San Pedro de los Pinos	40
Axotlá	Juárez esq. Morelos, Esc. "Benemérito de las Américas", Col. P. Axotla	15
Casso	Prolongación Av. Central y Calle 18, Col. San Pedro de los Pinos	13
Castañeda 5	Dr. Miranda entre Miguel Ocaranza y Av. Centenario s/n, Col. Lomas de Plateros	37
Huertas del Carmen	Paseo del Río, Esq. Secreto Col. Chimalistac	36
Jardines del Pedregal 1	Av. San Jerónimo n. 262 esq. Paseo del Pedregal, Col. Jardines del Pedregal.	17
Jardines del Pedregal 4B	Av. Del Cráter No. 729, Col. Jardines del Pedregal	23
Jardines de San Jacinto	Dr. Gálvez esq. Plaza San Jacinto, Col. San Ángel	39
Olivar de los Padres	Av. Toluca esquina transmisiones, Col. Olivar de los Padres	6
Santa Lucía	Calle de Santa Cecilia s/n, Col. Hogar y Redención	35
Tacubaya 3	Prolongación Artificios y Cda. Artificios, Col. Belén de las Flores	13
Tetelpan	P. de Tetelpan, km 18 carretera al Desierto de los Leones	13
Fabrica de Papel Loreto y Peña Pobre, S.A, (3 pozos)*	Altamirano No. 4 Col. San ángel	Datos no disponibles
Círculo Francés de México, A.C*	Av. Francia No. 75, Col. Florida	
Televisa S.A*	Blvr. Adolfo López Mateos No. 232, Col. Lomas de San Ángel Inn	
Inmuebles e Inverisiones* S.A	Av. San Antonio No. 425, Col. Arvide	
Panteón Jardín, S.A*	Carretera al Desierto de los Leones km 14 ½, Col. Flor de María.	

\*Pozos particulares que abastecen de agua potable a la empresa que los explota.

**Tabla 5.7 Pozos de la Delegación Álvaro Obregón**

Para el abastecimiento de la delegación se cuenta con los manantiales:

- Sta. Rosa Xochiac
- San BV. Ameyalco

- Santa Fe
- El Ranchito\*
- Xometitla\*

\*ubicados en Cuajimalpa.

Actualmente la delegación cuenta con 18 pozos (en operación) que abastecen de agua potable a la población. (Tabla 5.7).

Existen en la delegación un total de 35 pozos operados por la DGCOH (Dirección General de Operación y Construcción Hidráulica), los pozos que no se muestran en la tabla se encuentran en nivel de recuperación o ya están fuera de servicio, los pozos por zona analizada son:

- o Zona óptima.- 11
- o Zona adecuada.- 7
- o Zona con algunos problemas.- 0
- o Zona con problemas.- 0
- o Zona no viable.- 0

- Coyoacán:

La delegación cuenta con un nivel de cobertura del 100%, por medio de caudales bombeados por la planta Xotepingo, que recibe agua de los acueductos de Xohimilco y el de los pozos auxiliares de Xotepingo, con la opción de recibir aportaciones de la planta de bombeo Cerro de la Estrella, siendo otra fuente importante de abastecimiento los pozos profundos que aportan su caudal directamente a la red de distribución. La zona norte de la delegación es abastecida por agua subterránea que proviene de los acuíferos del valle de Lerma, a través de la línea que parte del tanque de oscilación Jardín del Arte, ubicado en la delegación Álvaro Obregón; y la zona oriente es alimentada por la planta de bombeo Cerro de la Estrella, por topografía cuenta únicamente con dos tanques de almacenamiento.

A continuación (Tabla 5.8) se muestra un resumen de la infraestructura de agua potable de la delegación.

Descripción	Cantidad
Pozos operados por la DGCOH	55
Pozos de la Gerencia de aguas del Valle de México operados por la DGCOH	22
Pozos particulares	11
Acueducto	9,500 (m)
Tanques de agua potable	2
Plantas de bombeo y rebombeo	5
Red primaria (diámetro igual o mayor a 50 cm hasta 183 cm)	54.503 (km)
Red secundaria (diámetros menores a 50 cm)	997.745 (km)
Tomas domiciliarias	639,021
Tomas con gran consumo no domésticas	725
Garzas de agua potable	2
Estaciones medidoras de presión	4

**Tabla 5.8** Infraestructura de agua potable de la Delegación Coyoacán

Pozo	Ubicación	Caudal (lps)
Auxiliar 1-A	Calz. Tlalpan junto al 2550	22
Auxiliar 1-B	Calz. Tlalpan (no se especifica número)	70
Auxiliar 1-C	Retorno, Santa Ana, Col. Avante	49
Auxiliar 1-A	Xotepingo y Ret. 16, Col. Avante	40
Auxiliar 4-A	Av. Del Parque y Retorno 47	58
Auxiliar 7-A	Deportivo Jesús Clark Flores, Col. Avante	42
Auxiliar 11-A	Ejido de San Pedro Tepetlapá	33
Auxiliar 2-B	Claz. De la Virgen y Miramontes	21
Auxiliar 4-B	Calz. De la Virgen	62
Auxiliar 6-B	Calz. De la Virgen	13
Auxiliar 9-B	Calz. De la Virgen y Facultades	12
Auxiliar 11-B*	Retorno 23 Santa Ana, Col. Avante	81
Auxiliar 2-C	Retorno 23 Santa Ana, Col. Avante	29
Auxiliar 3-C*	Retorno 23 Santa Ana, Col. Avante	41
Auxiliar 6-C	Ejido Culhuacán	42
Auxiliar 10-C	Ejido de Culhuacán, Col. Narvarte	33
Periférico 1	División del Norte y Calzada de Tlalpan	30
Periférico 3*	Calz. De Tlalpan y Viaducto Tlalpan	48
Periférico 4	Calz. De Tlalpan es. Av. Del Imán, Col. San Lorenzo Huipulco	67
Periférico 5*	Periférico sur, atrás del Centro de Capacitación	39
Periférico 13*	Canal de Miramontes y Estrella Binaria	64
Periférico 14*	Calz. Del Hueso y Rancho Piedras, Col. Santa Cecilia	67
Periférico 16	Canal Nacional y Calz. De! Hueso	27
Ajusco	Calle Rey Meconetzin esquina Chichimeca, Col Ajusco	31
Alttillo Universidad	Av. Universidad y Cda. Acasulco, Col. Copilco Universidad	16
Del Carmen	País y Abasolo, Col. Del Carmen	70
Copilco Universidad	Universidad y paseo de las facultades	24
Educación 1*	Av 3 esq. Av. 7, Col. Educación	34
Educación 2*	Av 3 esq. Calle C, Col. Educación	36
Fracc. Prados de Churubusco*	Osa Mayor y Cruz del Sur, Col. Prado Churubusco	51
La Ciénaga	Av. De las Torres y Basaltos, Col. Santo domingo	43
Los Reyes	Real de los Reyes y Ciénaga	28

\*Pozos particulares que abastecen de agua potable a la empresa que los explota.

**Tabla 5.9 Pozos de la Delegación Coyoacán**

Actualmente la delegación cuenta con los siguientes pozos en operación que abastecen de agua potable a la población. Los pozos son mostrados en la **Tabla 5.9**. Existen en la delegación un total de 35 pozos operados por la DGCOH, los pozos que no se muestran en la tabla se encuentran en nivel de recuperación o ya están fuera de servicio, los pozos por zona analizada son:

- o Zona óptima.- 0
- o Zona adecuada.- 16
- o Zona con algunos problemas.- 9
- o Zona con problemas.- 8
- o Zona no viable.- 12

- Tlalpan:

La cobertura del servicio de agua potable en la delegación es del 95%, 91% a través de tomas domiciliarias y el 4% restante por medio de carros tanque, considerando únicamente el área urbana y los pueblos localizados dentro de la zona de reserva ecológica. El agua se obtiene principalmente de los manantiales ubicados en el cerro del Ajusco y pozos profundo ubicados al norte de su territorio, en el centro y Cabecera de Tlalpan, además de pozos de uso particular. La distribución de agua se realiza a base de tanques de regulación que abastecen por gravedad a las zonas bajas y a través de rebombes escalonados que alimentan a las partes altas. Las zonas que no cuentan con infraestructura son abastecidas a través de carros tanque que son llenados con ocho garzas existentes en la delegación.

A continuación se muestra un resumen de la infraestructura de agua potable de la delegación (Tabla 5.10):

Descripción	Cantidad
Manantiales	8
Pozos de la GAVM operados por la DGCOH	35
Pozos operados por la DGCOH	58
Pozos operados por particulares	4
Acueducto	57,473 (m)
Tanques de agua potable	49
Plantas de bombeo	27
Red primaria (diámetro igual o mayor a 50 cm hasta 183 cm)	54.7 (km)
Red secundaria (diámetros menores a 50 cm)	796.8 (km)
Tomas domiciliarias	133,235
Tomas domiciliarias de gran consumo	430
Garzas de agua potable	8
Estación medidora de presión	2

**Tabla 5.10** Infraestructura de agua potable de la Delegación Tlalpan

La **Tabla 5.11** muestra los pozos que son operados, dentro de la delegación, por la DGCOH.

Los pozos por zona analizada son:

- o Zona óptima.- 24
- o Zona adecuada.- 16
- o Zona con algunos problemas.- 5
- o Zona con problemas.- 0
- o Zona no viable.- 2



## Infraestructura

### • Álvaro Obregón:

En lo que se refiere al sistema de drenaje, el servicio en la delegación es del 98%. En los cauces que posee la delegación se han construido un sistema de presas reguladoras o derivadoras, cuya finalidad es controlar los picos de las avenidas que se presentan en sus respectivas cuencas, evitando inundaciones en las partes bajas después de las tormentas que se presentan en la zona. Además del drenaje profundo, en la zona existen cuatro túneles de interconexión que conectan las presas Mixcoac-Becerra, Becerra-Tacubaya, Tacubaya-Tecamachalco y Texcalatlaco-Anzaldo.

En la **Tabla 5.12** se muestra un resumen de la infraestructura de drenaje de la delegación.

Pozo	Ubicación	Caudal (lps)
Periférico 2	Calz. Del Hueso y Hacienda de Miniahuapan, Col. Forestal Coyoacán	73
Periférico 6	Periférico sur y Viaducto Tlalpan, col. Sección XVI	13
Periférico 7	Viaducto Tlalpan y Av. San Fernando, col. Sección XVI	14
Periférico 10	Periférico Sur y Canal de Miramontes, col. San Bartolo Chicocoapa	58
Hidalgo Tlalpan	1ª Cerrada de Corregidora colonia Miguel Hidalgo	28
San Fernando Tlalpan	San Fernando y 11 Mártires, colonia Barrio San Fernando	43
Galeana Tlalpan	Galeana No. 14, colonia Tlalpan	16
El Trébol	Insurgentes Sur y Calzada de Tlalpan, colonia El Truenito	43
Toriello	Rastro y Chimalcoyotl parque Toriello Guerra, col. Toriello Guerta	21
San Pedro Mártir 1	Cedral esq. Camino Viejo a San Pedro Mártir, Ejidos de San Pedro Mártir	33
Topilejo	Porl. 16 de Septiembre, col. San Miguel Topilejo	11
Preparatoria 5	Claz. Guadalupe, atrás de preparatoria 5, col. Belisario Domínguez	74
Belisario Domínguez	Ayuntamiento y Belisario Domínguez, col. La Fama	27
Multifamiliar Coapa No. 7	Calzada Acoxpa y Acequia, col. Prado Coapa	76
Multifamiliar Coapa No.8	Calz Acoxpa y el Potrillo, col. Villa Coapa	56
R1	Lázaro Cárdenas y Av. San Buenaventura, Ejidos de San Pedro Mártir	29
R2	Papatzin y Cedral, Ejidos de San Pedro Mártir	24
R3	Huexotitla y Ojo de Agua, Ejidos de San Pedro Mártir	12
R4	Prol. Abasolo, Ejidos de San Pedro Mártir	26
R5	Polongación Abasolo, colonia Valle Escondido	27
R6	Abasolo, colonia Valle Escondido	25
R8	Las Tórtolas, col. Valle Escondido	15
Club de Golf México No. 1, 2, 3 y 4	Interior Club	21
Jardines de la Montaña No. 1 y 2	Fraccionamiento Jardines de la Montaña	52
Inyección directa 18, 20B, 21, 22, 24 y 25		16, 64, 44, 28, 40 y 22

\*Pozos particulares que abastecen de agua potable a la empresa que los explota.

**Tabla 5.11** Pozos de la Delegación Tlalpan

Descripción	Cantidad
Red secundaria (diámetros menores a 45 cm)	726.10 (km)
Red primaria (diámetros igual o mayores a 61 cm)	131.80 (km)
Cauces entubados	2,600 (m)
Planta de Bombeo	1
Presas reguladoras	16
Lumbreras del drenaje profundo	11
Interceptor del drenaje profundo	7.5 (km)
Túnel de interconexión de presas	5
Estaciones pluviográficas	4

**Tabla 5.12** Infraestructura de drenaje de la Delegación Álvaro Obregón

A continuación (Tabla 5.13) se muestra un resumen de la infraestructura de drenaje de la delegación.

Descripción	Cantidad
Red secundaria (diámetros menores a 45 cm)	766.42 (km)
Red primaria (diámetros igual o mayores a 61 cm)	198.93 (km)
Cauces a cielo abierto	8 (km)
Cauces entubados	5.9 (km)
Planta de Bombeo	4
Planta de bombeo en pasos a desnivel para vehículos.	1
Lumbreras del drenaje profundo	8
Interceptor del drenaje profundo	6.83 (km)
Estaciones pluviográficas	1

**Tabla 5.13** Infraestructura de drenaje de la Delegación Coyoacán

- *Tlalpan:*

La infraestructura de drenaje es del 77%, considerando únicamente el área urbana y pueblos ubicados dentro de la zona de reserva ecológica, el 52% de la población cuenta con descarga domiciliar a la red y el 48% realiza sus descargas a fosas sépticas y resumideros. El conjunto de colectores y ramales se enlazan al colector Miramontes, que es la estructura encargada de conducir aguas negras generadas en esta delegación hasta el río Churubusco y de ahí al Sistema General de Desagüe

En la Tabla 5.14 se muestra la descripción del mismo:

Descripción	Cantidad
Red secundaria (diámetros menores a 45 cm)	555.9 (km)
Red primaria (diámetros igual o mayores a 61 cm)	104.10(km)
Cauces a cielo abierto	17 (km)
Plantas de bombeo	1
Estaciones pluviográficas	6

**Tabla 5.14** Infraestructura de drenaje de la Delegación Tlalpan

### Vialidades

Se enuncian las vialidades principales por delegación y zona analizada.

- **Álvaro Obregón:**
  - Zona óptima.- Camino a Santa Fe, Santa Lucía, Calzada las Águilas, Desierto de los Leones, Av. Toluca, Av. Revolución, Periférico; además se cuenta con las estaciones de metro, Constituyentes, San Pedro de los Pinos y Barranca del Muerto.
  - Zona adecuada.- Camino a Santa Fe, Santa Lucía, Calzada las Águilas, Desierto de los Leones, Av. Toluca.
  - Zona con algunos problemas.- Camino a Santa Fe, Santa Lucía, Calzada las Águilas, Desierto de los Leones, Av. Toluca; en la parte norte de la selección se ubica la avenida Insurgentes y las estaciones de metro Copilco y Miguel Ángel de Quevedo.
  - Zona con problemas.- no presenta avenidas.
  - Zona no viable.- no presenta avenidas.
- **Coyoacán:**
  - Zona óptima.- Av. División del Norte y Av. México.
  - Zona adecuada.- Miguel Ángel de Quevedo, Periférico, Tlalpan, Av. De las Torres, Av. Universidad, Eje 1 OTE, Av. Bordo, División del Norte, y Av. Del Imán.
  - Zona con algunos problemas.- Tlalpan, Taxqueña, Santa Ana, Eje 2 OTE y Calz de la Virgen.
  - Zona con problemas.- Santa Ana, Eje 3 OTE y Eje 2 OTE.
  - Zona no viable.- Av. Insurgentes, Av. Del Imán, Periférico y Av. Dalías.
- **Tlalpan:**
  - Zona óptima.- Av. Insurgentes, Tlalpan, Viaducto Tlalpan, Periférico, Acoxta.
  - Zona adecuada.- Carretera Picacho-Ajusco, Tlalpan y Acoxta.
  - Zona con algunos problemas.- Carretera Picacho-Ajusco, Circuito Ajusco, Carretera Federal y Autopista México-Cuernavaca.
  - Zona con problemas.- Camino a Xalatlaco y Circuito Ajusco.
  - Zona no viable.- Acoxta y Calzada del Hueso.

### Servicios

Se muestra el número de los servicios de salud que se localicen cercanos al proyecto o que deben ser tomados en cuenta para su adecuación.

- **Álvaro Obregón:**
  - Zona óptima.- existen dentro de ella 14 hospitales tanto generales como de especialidades.
  - Zona adecuada y con algunos problemas.- existen en la zona 9 hospitales, en su mayoría clínicas del sector salud así como hospitales generales
  - Zona con problemas y no viable.- no existen clínicas ni hospitales.
- **Coyoacán:**

- Zona óptima.- existen dentro de ella 12 hospitales tanto generales como de especialidades.
- Zona adecuada y con algunos problemas.- existen 8 hospitales principalmente clínicas.
- Zona con problemas y no viable.- presenta 2 hospitales generales cercanos al Ciudad Universitaria.
- Tlalpan:
  - Zona óptima.-. Existen 17 hospitales en su mayoría de especialidades además de centros nacionales de atención médica.
  - Zona adecuada y con algunos problemas.- Existen en la zona 13 hospitales en su mayoría generales aunque se llegan a encontrar centros nacionales de atención médica especializada.
  - Zona con problemas y no viable.- Existen dos hospitales generales.
  -

*Requerimientos de cajones estacionamiento*

En la **Tabla 5.15** se muestra una tabla de requerimientos mínimos de cajones de estacionamiento referidos solamente a las posibles construcciones que se puedan basar en este trabajo.

**Medio ambiente**

De la superficie forestal de las delegaciones analizadas, la que está cubierta por bosque abarca el 50%. Los bosques de oyamel predominan en las sierras Nevada y de las Cruces; los bosques de pino y encino se distribuyen en las zonas de clima templado subhúmedo, y el bosque mesófilo de montaña en el propio valle.

Los bosques cumplen con muy diversas funciones en el medio ambiente: ayudan al control del clima, ejercen una fuerte influencia en el viento, la temperatura, la humedad y la lluvia; mantienen y establecen los ciclos del agua, oxígeno, carbono, nitrógeno; absorben, retienen y controlan los escurrimientos de agua, por lo que reducen la erosión, las inundaciones, a la vez que facilitan la infiltración de agua en los acuíferos.

Además proveen de un hábitat a diversas formas de vida, ayudan a la degradación de contaminantes del agua y por su belleza, tienen un gran valor estético para el hombre.

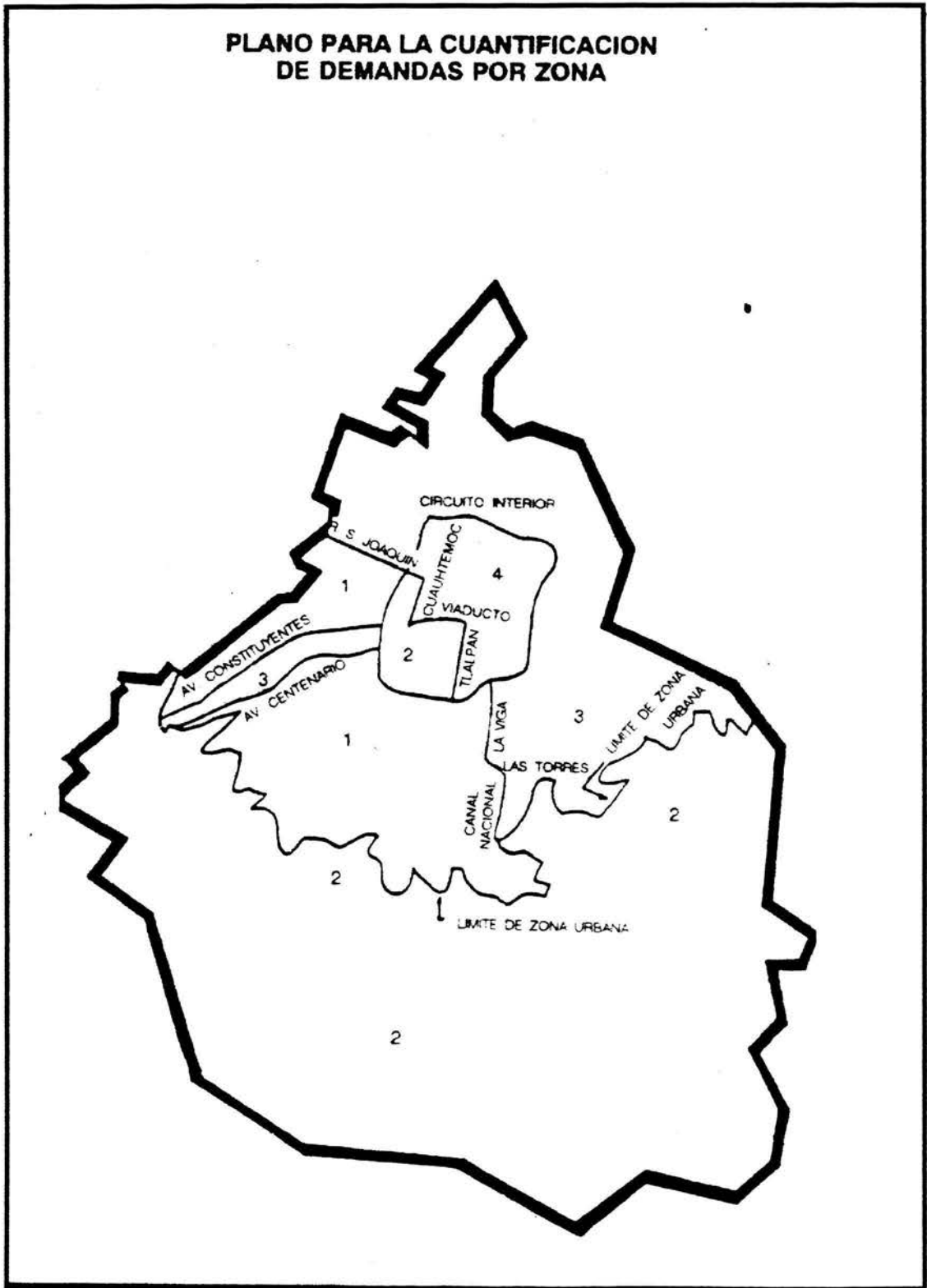
Considerando lo anterior y ubicándose en el campo de la planeación urbana y territorial, algunos criterios de prevención de la contaminación serían los siguientes:

Las cantidades anteriores de cajones para estacionamiento se proporcionarán en los siguientes porcentajes:

Zona	Porcentaje
1	100%
2	90%
3	80%
4	70%

De acuerdo a las zonas indicadas en el "Plano para la cuantificación de demandas por zona" (**Fig. 5.2**) que se muestra en el artículo noveno transitorio del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.





Fuente: Reglamento de Construcciones del Distrito Federal.

**Fig. 5.2** Plano de demanda de estacionamiento en el Distrito Federal

<b>Habitacional</b>		
<b>Uso</b>	<b>Descripción</b>	<b>Número de Cajones</b>
Habitación unifamiliar	Hasta 120 m <sup>2</sup>	1 por vivienda
Habitación bifamiliar	Más de 120 m <sup>2</sup> hasta 250 m <sup>2</sup>	2 por vivienda 3 por vivienda
Habitación plurifamiliar	Hasta 60 m <sup>2</sup> más de 60 m <sup>2</sup> hasta 120 m <sup>2</sup> más de 120 m <sup>2</sup> hasta 250 m <sup>2</sup> más de 250 m <sup>2</sup>	1 por vivienda 1.25 por vivienda 2 por vivienda 3 por vivienda
Habitación plurifamiliar (con elevador)	Hasta 60 m <sup>2</sup> más de 60 m <sup>2</sup> hasta 120 m <sup>2</sup> más de 120 m <sup>2</sup> hasta 250 m <sup>2</sup> más de 250 m <sup>2</sup>	1 por vivienda 1.5 por vivienda 2.5 por vivienda 3.5 por vivienda
Conjuntos habitacionales	Hasta 60 m <sup>2</sup> más de 60 m <sup>2</sup> hasta 120 m <sup>2</sup> más de 120 m <sup>2</sup> hasta 250 m <sup>2</sup> más de 250 m <sup>2</sup>	0.5 por vivienda 1 por vivienda 2 por vivienda 3 por vivienda
<b>Servicios</b>		
Oficinas	1 por 30 m <sup>2</sup> construidos	
Bancos y agencias de viajes	1 por 15 m <sup>2</sup> construidos	
Centros comerciales	1 por 40 m <sup>2</sup> construidos	
Tiendas de servicio, baños públicos, salones de belleza, peluquerías, lavanderías, sastrerías, estudios, laboratorios de fotografía, lavado y lubricación de autos.	1 por 20 m <sup>2</sup> construidos 1 por 20 m <sup>2</sup> construidos	
Educación elemental	1 por 60 m <sup>2</sup> construidos	
Educación media superior	1 por 25 m <sup>2</sup> construidos	
Instalaciones para exhibiciones	1 por 40 m <sup>2</sup> construidos	
Cafés y fondas, salones de banquetes, restaurantes sin venta de bebidas alcohólicas, restaurantes con ventas de bebidas alcohólicas.	1 por 15 m <sup>2</sup> construidos 1 por 7.5 m <sup>2</sup> construidos	
Canchas deportivas, centros deportivos, albercas, gimnasio, coliches y billares	1 por 75 m <sup>2</sup> construidos 1 por 40 m <sup>2</sup> construidos 1 por 40 m <sup>2</sup> construidos	
<b>Industria</b>		
Industria pesada	1 por 200 m <sup>2</sup> construidos	
Industria mediana	1 por 200 m <sup>2</sup> construidos	
Industria ligera	1 por 100 m <sup>2</sup> construidos	
<b>Espacios abiertos</b>		
Plazas y explanadas	1 por 1,000 m <sup>2</sup> de terreno	
Jardines y parques	1 por 10,000 m <sup>2</sup> de terreno	

Tabla 5.15 Requerimiento de cajones de estacionamiento

- **Contaminación del aire.-** La ubicación de las zonas industriales, comerciales y habitacionales, así como las principales vías de comunicación y acceso se debe hacer buscando dispersar las fuentes de emisión de contaminantes evitando la concentración de las mismas en un mismo espacio y tiempo. La instalación de industrias cementeras, termoeléctricas, fundidoras, productoras de celulosa y papel, plantas químicas y petroquímicas deberán estar alejadas de carreteras con alto flujo vehicular, zonas habitacionales y comerciales. Asimismo tendrán que ubicarse en áreas donde las condiciones climáticas, los fenómenos meteorológicos y la geomorfología favorezcan la dispersión y eliminación de los contaminantes emitidos.
- **Contaminación del suelo.-** es decir, a la generación de basura y los problemas de recolección, tratamiento y disposición final, la planeación urbana puede también aportar algunas soluciones, propiciando un ordenamiento físico de la ciudad que haga más sencillos dichos procesos y contribuya a evitar que los tiraderos de basura se vuelvan focos de contaminación bacteriológica, favoreciendo la recuperación y reciclaje de materiales; los tiraderos, estaciones de transferencia y plantas de y plantas de tratamiento de desechos sólidos deberán estar alejadas de las zonas habitacionales o comerciales; los lugares de relleno sanitario deberán ubicarse en zonas alejadas de los centros urbanos. En su caso, podrán ser utilizados para otros usos y destinos cuando se haya cumplido su periodo de estabilización y las características del relleno así lo permitan; la ubicación espacial de las zonas habitacionales, industriales y comerciales, así como las vías de comunicación y acceso deberán facilitar la recolección y alejamiento de la basura.
- **Consideraciones generales.-** Las áreas verdes y recreativas y zonas de amortiguación deberán favorecer la recarga de los acuíferos explotados para abastecimiento de agua potable o riego. Asimismo, la ubicación de las zonas industriales, habitacionales y comerciales deberán aumentar sus áreas verdes internas o espacios abiertos para facilitar la recarga natural de los acuíferos; las zonas habitacionales y comerciales deberán estar alejadas o protegidas de los canales de drenaje a cielo abierto y de cuerpos de agua contaminados; los cuerpos de agua que tengan un valor estético o recreativo, y que se ubiquen en la mancha urbana o en las zonas de amortiguamiento, deberán tener un entorno natural controlado, para preservar el equilibrio ecológico y su calidad; las zonas habitacionales y comerciales en áreas de riego con aguas negras deberán protegerse de los aerosoles y polvos altamente contaminados, con cinturones verdes.

Dentro de cada factor analizado es posible observar las consideraciones generales a tomar en cuenta en caso de generar un polo de desarrollo, lo anteriormente escrito no se enfoca a un desarrollo en específico como lo es una zona residencial, industrial o de recreación; simplemente son datos que es preciso conocer previo al desarrollo de cualquier tipo de obra civil en las áreas tratadas.

### **V.3.- Simulación del Proyecto: Caso Práctico.**

Haciendo uso del trabajo anteriormente descrito, la selección de ubicación de polos de desarrollo y de la "Guía de Desarrollo" se muestra a continuación un caso práctico en el cual se compara la ubicación de un proyecto en las tres distintas delegaciones analizadas.

## Proyecto

Una empresa inmobiliaria encomendó proyectar la construcción de un edificio de departamentos en condominio, el proyecto requiere un predio de forma rectangular y cubre un área de 747.66 m<sup>2</sup>; en los casos de Álvaro Obregón y Tlalpan se considera con una superficie irregular con un desnivel de aproximadamente 2.0 m producto de la ubicación.

El proyecto arquitectónico contempla un edificio constituido por dos plantas de estacionamiento, el primero al nivel de banqueta y el segundo e una planta superior a 1.95 m, y ocho plantas tipo que albergarán 32 departamentos de 110 m<sup>2</sup>. Estará estructurado a base de marcos de concreto formados por columnas y trabes con muros de cortante y contraventeos metálicos, con sistema de piso basado en vigueta y bobedilla, la distancia máxima entre ejes de columnas es de 6.5 m. La situación de las columnas, las cajas de los ascensores, las escaleras, las aberturas para los ductos, y las tuberías ascendentes de la plomería, la energía y los sistemas de comunicación se han de coordinar entre uno y otro nivel.

Para evitar los problemas de desarrollo de un complejo detallado arquitectónicamente el sistema de calefacción se incorporará en el muro exterior; la ventilación, enfriamiento, y la calefacción suplementaria se obtendrá por medio de un sistema incorporado en el espacio de entrepiso, utilizando ductos de alimentación procedentes de las tuberías verticales dentro del núcleo; los elementos principales de los equipos para dichos sistemas se alojarán en el techo.

## Ubicación

Para el caso del ejemplo se tomarán tres posibles ubicaciones de la obra dentro de las tres delegaciones analizadas; en la **Tabla 5.16** se muestran y enuncian las direcciones correspondientes para el caso práctico, además se enuncian las características específicas correspondientes a los aspectos geotécnicos (uso de suelo, problemas geotécnicos y zonificación), que se complementarán posteriormente con los datos de infraestructura, vialidades principales y servicios cercanos a dicha ubicación.

## Acciones

Las acciones consideradas en los análisis de cimentación fueron:

- Combinación de cargas permanentes y vivas con intensidad máxima que incluyendo el peso de la cimentación tendrán un valor de 8810 t, se consideran en el análisis límite de falla en condiciones estáticas.
- Combinación de cargas permanentes y vivas con intensidad instantánea que incluyendo el peso de cimentación tendrán un valor de 8410 t; la acción más crítica por efecto sísmico corresponde a un momento de 18470.7 t-m en sentido corto, se consideran en el análisis límite de falla en condiciones dinámicas.
- Combinación de cargas permanentes y cargas vivas con intensidad media que incluyendo el peso de cimentación tendrán un valor de 8275 t.

## Uso de la "guía"

En la **Tabla 5.17** se proporciona para cada caso información a cerca del tipo de exploración geotécnica a llevar a cabo así como el equipo adecuado para su realización:



Delegación	Ubicación	Colonia	Uso de suelo	Problemas geotécnicos	Zonificación
Álvaro Obregón	Av. Centenario Esq. Av. Tarango	Lomas de Tarango	H2 habitacional 200 hbs/ha 250 m <sup>2</sup>	En la zona se pueden presentar cañadas o barrancas, además se pueden tener cavidades o grietas no identificadas	Zona I
Coyoacán	Av. Vicente Guerrero, Esq. Viena	Del Carmen	H1 habitacional 100 habs/ha 500 m <sup>2</sup>	No presenta	Zona I (límites con Zona II)
Tlalpan	Cda. Niños Héroes, Esq. Buenavista	Axalco	H1 habitacional 100 habs/ha 500 m <sup>2</sup>	No presenta aunque se puede tener cavidades o grietas no identificadas	Zona I

**Tabla 5.16** Los planos de ubicación de cada zona sugerida se presentan en el anexo como Figuras a, b y c respectivamente para cada delegación.

Sitio	Trabajos
Álvaro Obregón Coyoacán Tlalpan	Los trabajos para efectuar un estudio de mecánica de suelos, deberán iniciar con un reconocimiento detallado del sitio; en predios ubicados en la zona I de lomas (no cubiertos por derrames basálticos) se deberán visitar las barrancas, cañadas o cortes cercanos al predio, para investigar la existencia de bocas de antiguas minas o de capa de arena, grava y materiales pumíticos que hubieran podido ser objeto de explotación subterránea en el pasado. El reconocimiento deberá complementarse con los datos que proporcionen habitantes del lugar y la observación del comportamiento del terreno y de las construcciones existentes, así como el análisis de fotografías antiguas; se determinará en particular, si el predio fue usado en el pasado como depósito de desechos o fue nivelado con rellenos colocados sin compactación. Se presentará asimismo atención a la posibilidad de que el suelo natural esté constituido por depósitos de arena en estado suelto o por materiales finos cuya estructura sea inestable en presencia de agua o bajo carga. En los suelos firmes se buscarán evidencias de grietas que pudieran dar lugar a inestabilidad del suelo de cimentación, principalmente en laderas abruptas. Se prestará también atención a la posibilidad de erosiones en el grado de cementación de los materiales que las constituyen.
Coyoacán Tlalpan	En estas zonas de suelen presentar zonas de derrames basálticos, se deben de localizar las grietas superficiales que suelen estar asociadas a deformaciones, se buscarán evidencias de oquedades subterráneas de grandes dimensiones dentro de la lava. Se tomará en cuenta que, en ciertas áreas del Distrito Federal, los derrames basálticos yacen sobre materiales arcillosos compresibles.

**Tabla 5.17** Exploración geotécnica

**Supervisión geotécnica**

Los trabajos de campo de estudio geotécnico deberán realizarse bajo una cuidadosa supervisión técnica, encabezada por un ingeniero capacitado en los programas de trabajo, los procedimientos de ejecución y la recopilación de información.

Durante la ejecución, el ingeniero supervisor deberá facilitar la calidad de los trabajo, tomando como base de juicio si los objetivos del estudio se están alcanzando; en caso negativo deberá proponer medidas correctivas.

*Reconocimiento general*

Se revisa la información recopilada en la zona en estudio que deberá ser integrada por:

- Reconocimiento geológico o zonificación del subsuelo.
- Recopilación de sondeos de exploración preexistentes.
- Características de las colindancias.
- Localización de pozos de bombeo y detalles de su operación.
- Levantamiento de redes de servicios públicos.
- Localización de grietas, cavernas o taludes inestables.
- Levantamientos topográficos y nivelaciones.
- Otros.

*Estudios previos, exploraciones geotécnicas*

Los estudios previos y exploraciones geotécnicas se presentan en la **Tabla 5.18**

Sitio	Estudio
<p>Álvaro Obregón</p> <p>Coyoacán</p> <p>Tlalpan</p>	<p>El número mínimo de exploraciones a realizar (pozos a cielo abierto o sondeos) será de uno por cada 60 m o fracción del perímetro envolvente de mínima extensión de la superficie cubierta por la construcción, la profundidad de las exploraciones dependerá del tipo de cimentación y de las condiciones del subsuelo pero no será inferior a dos metros bajo el nivel de desplante, salvo si se encuentra roca sana libre de accidentes geológicos o irregularidades a profundidad menor.</p> <p>Los procedimientos para localizar galerías de minas y otras oquedades deberán ser directos, es decir, basados en observaciones y mediciones en las cavidades o en sondeos; pudiendo ser los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Sondeo con recuperación continua de muestras alteradas con la herramienta de penetración estándar.</i>- Se usarán para evaluar la consistencia o compacidad de los materiales superficiales, no será aceptable realizar pruebas mecánicas de especímenes obtenidos en dichos sondeos.</li> <li>• <i>Sondeos con equipo rotatorio y muestreadores de barril.</i>- se usarán en los materiales firmes y roca a fin de recuperar núcleos para clasificación.</li> </ul>
<p>Álvaro Obregón</p> <p>Tlalpan</p>	<p>Debido a la posible existencia de minas, cavernas u oquedades en este tipo de terreno se recomiendan además los sondeos siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Sondeos de percusión o equipo tricónico.</i>- serán aceptables para identificar tipos de material o descubrir oquedades.</li> <li>• <i>Adicionalmente pueden realizarse exploraciones a cielo abierto o con perforadoras neumáticas,</i> dependiendo del tipo de suelo existente en el sitio y el objetivo de la exploración.</li> </ul>

**Tabla 5.18** Estudios previos y exploraciones geotécnicas

### Programas de exploración.

Este programa deberá ser congruente con la información del reconocimiento general y los requerimientos de exploración elaborados por el proyectista geotécnico. El ingeniero supervisor aprobará el programa y los sondeos adicionales que se justifiquen para resolver los casos que se consideren no están incluidos en las recomendaciones; los sondeos adicionales requerirán una breve justificación escrita.

Además se debe tener en cuenta el peso que descarga la estructura a la cimentación, esto influye en el tipo de pruebas recomendadas como se indica en la **Tabla 5.19**.

### Técnicas de exploración

Sitio	Técnica
Álvaro Obregón Tlalpan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Métodos geofísicos.- sus resultados son poco confiables para admitir su uso indiscriminado, sin apoyo de métodos de exploración directa, el ingeniero supervisor deberá tener acceso oportuno a la información durante el proceso de ejecución.</li> <li>• Cono mecánico.- es admisible en suelos duros, no deber utilizarse en los suelos blandos.</li> </ul>
Álvaro Obregón Coyoacán Tlalpan	Penetración estándar.- en suelos blandos no es confiable para definir la resistencia, la muestra que se recupera es alterada y solo permite clasificar los suelos y obtener sus propiedades índices. En suelos duros y secos, el empleo de agua o lodo para perforarlos puede reblandecer el suelo y alterar los resultados de laboratorio.

### Programa de sondeos de muestreo inalterado

El ingeniero supervisor deberá revisar el programa de muestreo inalterado para comprobar que:

- El número de sondeos cumplan con las recomendaciones de muestreo inalterado y exista una breve aclaración escrita para justificar la realización de sondeos adicionales.
- Haya correspondencia evidente con los sondeos de exploración.
- Se recuperen muestras de los estratos más significativos de acuerdo con el diseño geotécnicos preliminar

### Técnicas de muestreo inalterado

- Tubo de pared delgada (Shelby).- únicamente para suelos blandos y debe cumplir estrictamente con las condiciones geométricas establecidas, particularmente en cuanto a su filo; su interior debe ser liso, exento de corrosión y de preferencia pintado. Después de cada operación con este muestreador debe limpiarse cuidadosamente el mecanismo de válvula de cabeza.
- Tubo dentado.- a usarse en suelos en capas duras; las muestras que se obtienen no siempre son de buena calidad; por ello, cuando se emplea deben revisarse las

muestras inmediatamente para asegurarse que se está operando correctamente: La velocidad de rotación, el tamaño y forma de los dientes son las variables que deberán ensayarse en cada tipo de suelo hasta lograr muestras aceptables.

- **Barril Denison.**- se utiliza en suelos duros, usando agua, lodo o aire como fluido de perforación; deber tenerse en cuenta que es muy difícil obtener muestras de buena calidad; es necesario revisar las muestras recuperadas antes de considerarlas como inalteradas. El ingeniero supervisor debe comprobar que el tubo interior permanezca estático cuando gira el exterior, y que la separación entre el tubo interior del exterior sea la adecuada; esto último además de la velocidad de rotación son las variables que deben definirse durante el proceso de muestreo.

Con base en las **Tablas 5.2, 5.3 y 5.4** se obtienen las recomendaciones de exploración para cada zona geotécnica.

Lo anterior son simplemente recomendaciones en cuanto al tipo de estudios geotécnicos que se pueden llevar a cabo, dependiendo del criterio del ingeniero así como la importancia de la obra será el tipo de sondeo a realizar.

<b>Requisitos mínimos para la investigación del subsuelo</b>	
W < 5 t/m <sup>2</sup> P < 60 m D < 2.5 m	W > 5 t/m <sup>2</sup> P > 60 m D > 2.5 m
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Detección, por procedimientos directos eventualmente apoyados en métodos indirectos, de rellenos sueltos; galerías de minas, grietas y otras oquedades.</li> <li>2. Sondeos o pozos profundos a cielo abierto para determinar la estratigrafía y propiedades de los materiales y definir la profundidad de desplante.</li> <li>3. En caso de considerar en el diseño del cimiento un incremento de presión mayor de 5 t/m<sup>2</sup> bajo zapatas o de 2 t/m<sup>2</sup> bajo cimentación a base de losa continua, el valor recomendado deberá justificarse a partir de los resultados de las pruebas de laboratorio o campo realizadas.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Inspección superficial detallada después de limpieza y despilme del predio para detección de rellenos sueltos y grietas.</li> <li>2. Sondeos con recuperación de muestras inalteradas para determinar la estratigrafía y propiedades índice y mecánicas de los materiales del subsuelo y definir la profundidad de desplante: Los sondeos deberán permitir obtener un perfil <i>estratigráfico continuo con la clasificación de los materiales encontrados y su contenido de agua.</i> Además se obtendrán muestras inalteradas de los estratos que puedan afectar el comportamiento de la cimentación. Los sondeos deberán realizarse en número suficiente para verificar si el subsuelo del predio es homogéneo o definir sus variaciones dentro del área estudiada.</li> <li>3. En caso de cimentaciones profundas, investigación de la tendencia a los movimientos del subsuelo debido s a la consolidación regional y determinación de las condiciones de presión del agua en el subsuelo, incluyendo detección de mantos <i>acuíferos colgados arriba del nivel máximo de excavación.</i></li> </ol>

W.- peso unitario medio de la estructura.  
D.- profundidad de desplante.  
P.- perímetro de la construcción.

**Tabla 5.19** Influencia del peso de la carga en la cimentación



### Cimentación

En la **Tabla 5.20** se muestra el tipo de cimentación que puede ser utilizado en cada zona seleccionada.

### Estratigrafía

Se muestra una estratigrafía similar (**Tabla 5.21**) a la que se podría encontrar en los tres distintos sitios, esto para el cálculo de la cimentación requerida, en este caso por el tipo de suelo descrito se consideran zapatas, las cuales deberán ser calculadas siguiendo los lineamientos de las Normas Técnicas Complementarias al Reglamento de Construcciones del Distrito Federal. Una vez realizado este cálculo se toma la decisión del tipo de sondeo a llevar a cabo en cada zona; a continuación se enuncia la estratigrafía de lugares cercanos a los sitios elegidos.

### Agua Potable

Para cada caso se muestran los diversos pozos de extracción de agua potable cercanos a la obra (**Tabla 5.22**), esta característica es de gran importancia debido a que mientras más cercana se encuentre la obra a uno de ellos más fácil resultará la conexión a la red tanto primaria como secundaria y se prevé se pueda satisfacer el consumo de agua potable de una mejor manera.

Sitio	Cimentación
Álvaro Obregón	Zapatas aisladas las cuales reciben las cargas de una serie de columnas, lo anterior debido a que el suelo en el cual se desplantará es suelo con gran capacidad de carga debido a que en su mayoría son rocas.
Coyoacán	Zapatas aisladas las cuales reciben las cargas de una serie de columnas, lo anterior debido a que el suelo en el cual se desplantará es suelo con gran capacidad de carga debido a que en su mayoría son rocas, en este sitio pueden predominar suelos poco deformables
Tlalpan	Zapatas aisladas las cuales reciben las cargas de una serie de columnas, lo anterior debido a que el suelo en el cual se desplantará es suelo con gran capacidad de carga debido a que en su mayoría son rocas

Tabla 5.20 Cimentación apta en cada zona

Sitio	Profundidad (metros)	Tipo de suelo
Álvaro Obregón	0.0 – 0.5	Relleno y capa vegetal
	0.5 – 4.0	Toba limo-arcillosa
	4.0 – 6.0	Toba limo-arenosa
	6.0 – 14	Toba areno-limosa
	14 - 15	Arena pumítica
Coyoacán	0.0 – 0.2	Relleno y capa vegetal
	0.5 – 3.0	Limo
	3.0 – 7.0	Toba limo-arcillosa
	7.0 – 9.0	Arena pumítica fina
	9.0 - 13	Toba limo-arenosa
Tlalpan	0.0 – 1.0	Relleno y capa vegetal
	1.0 – 2.0	Limo arenoso
	2.0 – 5.0	Toba areno limosa
	5.0 – 10	Arena limosa

Tabla 5.21 Estratigrafía modelo de los sitios de estudio

De acuerdo al proyecto, se tienen ocho plantas con 32 departamentos cada uno, si se considera un caso crítico en el cual cada departamento albergue 5 habitantes, se tienen 160 habitantes, según señala el requerimiento mínimo de agua potable es de 150 lts/hab/día, por lo que para el requerimiento máximo del edificio solamente en cuanto a habitantes es de 24,000 lts/día; se debe tomar en cuenta que la zona más poblada es Álvaro Obregón, posteriormente Coyoacán y finalmente Tlalpan. En Coyoacán existe la ubicación de una red y la cercanía con otras dos ramificaciones de la misma, en el sitio de Álvaro Obregón por la zona se ubica una red primaria, mientras que en la delegación Tlalpan no existe cercanía con ninguna red de distribución. En este apartado no se menciona el pozo exacto que puede distribuir al sitio seleccionado debido a que no se cuenta con la información, pero el ingeniero responsable debe de tener las precauciones necesarias para conocer de que sitio se obtiene mayor cantidad de agua para el proyecto mostrado.

### Drenaje

En este caso al igual que el último párrafo anterior simplemente se enuncia la cercanía con una red de conducción, en el caso de Álvaro Obregón se cuenta con la cercanía a una línea de conducción, siendo esta entubada, no presentado problema alguno de salud, además el sitio se encuentra lo suficientemente alejado de las diversas presas reguladoras con las que cuenta la delegación; en el caso de la delegación Coyoacán se observa en el paso de una red de conducción cercana al sitio analizado y en el caso de la delegación Tlalpan también se presenta una cercanía a una línea de conducción.

### Vialidades y servicios

En este apartado (**Tabla 5.23**) se enuncian las principales avenidas con que cuenta cada sitio seleccionado y se incluye además el número de unidades médicas cercanas al mismo, siendo éstas hospitales o clínicas familiares dependientes tanto del gobierno del Distrito Federal como del Gobierno Federal; además se recuerda que la construcción deberá contar con 3 cajones de estacionamiento por vivienda, exceptuando en la ubicación de Tlalpan en la cual se puede cumplir solamente con el 90% de estos espacios.

### Medio ambiente

Considerando lo anterior y ubicándose en el campo de la planeación urbana y territorial, algunos criterios de prevención de la contaminación serían los siguientes:

- Contaminación del aire.- siguiendo el trabajo, los polos de desarrollo, en este caso vivienda se deben ubicar en áreas donde las condiciones climáticas, los fenómenos meteorológicos y la geomorfología favorezcan la dispersión e eliminación de los contaminantes emitidos (**Tabla 5.24**).
- Contaminación del suelo.- la generación de basura y los problemas de recolección, tratamiento y disposición final contribuyen a la generación de focos de contaminación bacteriológica, las estaciones de transferencia y plantas de y plantas de tratamiento de desechos sólidos deberán estar alejadas de las zonas habitacionales o

comerciales; los lugares de relleno sanitario deberán ubicarse en zonas alejadas de los centros urbanos además de que las vías de comunicación y acceso deberán facilitar la recolección y alejamiento de la basura (Tabla 5.25).

- Consideraciones generales.- Las áreas verdes y recreativas y zonas de amortiguación deberán favorecer la recarga de los acuíferos explotados para abastecimiento de agua potable o riego. Asimismo, la ubicación de las zonas habitacionales deberán aumentar sus áreas verdes internas o espacios abiertos para facilitar la recarga natural de los acuíferos; las zonas habitacionales deberán estar alejadas o protegidas de los canales de drenaje a cielo abierto y de cuerpos de agua contaminados; los cuerpos de agua que tengan un valor estético o recreativo, y que se ubiquen en la mancha urbana o en las zonas de amortiguamiento, deberán tener un entorno natural controlado, para preservar el equilibrio ecológico y su calidad; las zonas habitacionales y comerciales en áreas de riego con aguas negras deberán protegerse de los aerosoles y polvos altamente contaminados, con cinturones verdes.

Sitio	Nombre del pozo	Ubicación	Caudal (lps)
Álvaro Obregón	Castañeda 5	Dr. Miranda entre Miguel Ocaranza y Av. Centenario s/n, Col. Lomas de Plateros	37
	Olivar de los Padres	Av. Toluca esquina transmisiones, Col. Olivar de los Padres	6
	Santa Lucía	Calle de Santa Cecilia s/n, Col. Hogar y Redención	35
	Tetelpan	P. de Tetelpan, km 18 carretera al Desierto de los Leones	13
<b>Caudal disponible</b>			<b>91 lps ó 7,862,40 0 lts/día</b>
Coyoacán	Periférico 1	División del Norte y Calzada de Tlalpan	30
	Periférico 3*	Calz. De Talpan y Viaducto Tlalpan	48
	Periférico 4	Calz. De Tlalpan es. Av. Del Imán, Col. San Lorenzo Huipulco	67
	Attilo Universidad	Av. Universidad y Cda. Acasulco, Col. Copilco Universidad	16
	Del Carmen	País y Abasolo, Col. Del Carmen	70
	Fracc. Prados de Churubusco*	Osa Mayor y Cruz del Sur, Col. Prado Churubusco	51
<b>Caudal disponible</b>			<b>282 lps ó 24,364,8 00 lts/día</b>
Tlalpan	Periférico 7	Viaducto Tlalpan y Av. San Fernando, col. Sección XVI	14
<b>Caudal disponible</b>			<b>14 lps ó 1,209,60 0 lts/día</b>

**Tabla 5.22** Pozos de extracción de agua potable cercanos a los sitios de estudio

Sitio	Vialidades	Servicios
Álvaro Obregón	Centenario 5 de Mayo Barranca del Muerto Duna	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Servicios médicos ubicados en la U.H. Cañada del Olivar así como en la colonia Hogar y Redención.</li> <li>• Áreas verdes de gran extensión.</li> <li>• Área comercial que cuenta con los servicios básicos, no contando con bancos.</li> <li>• Centro deportivo.</li> </ul>
Coyoacán	Av. México Av. Centenario Cto. Interior Río Churubusco	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Servicios médicos uno ubicado en la colonia Villas de Coyoacán, dos más en Barrio de la Concepción y dos más en la colonia Xoco.</li> <li>• Sede delegacional.</li> <li>• Metro Viveros y Coyoacán.</li> <li>• Museos, áreas comerciales que incluyen bancos además de centros comerciales y áreas deportivas.</li> <li>• Se ubica frente a los Viveros de Coyoacán.</li> </ul>
Tlalpan	Autopista México-Cuernavaca Carretera México-Cuernavaca	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Servicio médico ubicado en la misma colonia Axalco.</li> <li>• Áreas comercial que no incluyen bancos.</li> <li>• Cercanía al colegio militar.</li> <li>• Áreas verdes en gran extensión.</li> </ul>

**Tabla 5.23** Principales avenidas de las zonas seleccionadas

Sitio	Problema
Álvaro Obregón	Presenta el problema que las principales vías de comunicación y acceso se saturan en horas específicas lo que genera fuentes de emisión de contaminantes y la concentración de los mismos en un mismo espacio y tiempo
Coyoacán	No se presenta gran problema debido a la gran cantidad de transporte público y existencia del sistema metro, aunque existen problemas en cuanto a la recolección de basura
Tlalpan	Se vuelve a presentar la concentración de contaminantes en horas específicas debido a la saturación de las vías de comunicación.

**Tabla 5.24** Contaminación del aire en cada zona seleccionada.

Sitio	Problema
Álvaro Obregón	Al encontrarse cercana a una vialidad primaria, la recolección de basura no es problema y no se encuentran tiraderos cercanos
Coyoacán	Se tienen problemas de recolección de basura en ciertos días y horarios además de que por su cercanía a estaciones del metro y a la sede delegacional se presenta una generación de basura importante que en veces satura el sistema de recolección.
Tlalpan	Se tienen el problema de pequeños tiraderos clandestinos debido a su ubicación

**Tabla 5.25** Contaminación del suelo en cada zona seleccionada.



Una vez vistos los factores que se presentan en la “guía” y conocidos los diversos aspectos técnicos como exploraciones de campo, zonificación geotécnica, cimentaciones, muestreo, pozos de extracción de agua potable, etc; y aunado a los factores positivos o negativos de la ubicación de la obra en cada delegación respecto a vialidades, servicios médicos, comerciales, culturales y deportivos así como las consideraciones para el medio ambiente el ingeniero o inversionista responsable tiene una idea general que puede complementar con aspectos económicos, en el caso del costo de exploración geotécnica, cimentaciones, tiempos de traslado de material a la región, etc, con lo que puede tomar una decisión previa del referente a la ubicación de su obra.

Posteriormente el equipo de trabajo responsable deberá realizar los análisis correspondientes *pudiendo ser o no los mencionados en el trabajo, dependiendo de las necesidades reales de la obra a desarrollar.*

En el caso de este ejemplo los sitios más favorables para la construcción del edificio de departamentos son las zonas ubicadas en Coyoacán y Álvaro Obregón, lo anterior debido a los factores favorables y desfavorables de cada sitio en el aspecto de geotecnia, agua potable y servicios siendo éstos los siguientes:

- Geotécnia.
  - Sitio que requiere una mejor exploración del terreno o exploración con métodos especiales lo que implica un costo elevado.
  - Sitio en el que se presentan los mayores riesgos geotécnicos que pueden poner en peligro la estructura
  - *Lugar en que el cual se puede llegar a cambiar con mayor facilidad el uso del suelo para la generación de un polo de desarrollo.*
- Agua Potable.
  - Lugar que presenta un mejor abastecimiento de agua potable y en un caso puede llegar a ser autosustentable un polo en específico.
- Servicios.
  - Sitio que presenta la mejor interconexión de vías primarias sin que afecten la tranquilidad de la obra y que permitan en un primer caso la correcta distribución de los materiales requeridos para la obra una vez terminada ésta la facilidad para desplazarse mediante automóvil o servicios de transporte público.
  - Sitio que logre una mejor interconexión con la red de drenaje.
  - *Lugar que se ubique con un cierta cercanía a la mayor cantidad de servicios posibles, de salud, comerciales, culturales, recreativos y políticos, pudiendo la misma obra ser prestadora de servicios, este no es el caso.*
- Medio ambiente.
  - Lugar el cual presente la menor cantidad de posibles problemas ambientales desde la ejecución de la obra hasta su uso, en aspectos de concentración de contaminantes en la zona, y recolección de residuos sólidos principalmente.

Tomando en cuenta las consideraciones anteriores se logra apreciar que el sitio más favorable para un desarrollo de este tipo es el ubicado dentro de la delegación Coyoacán.

El sitio es el más favorable desde el punto de vista de este análisis pero se debe tomar en cuenta que se trata de generar un polo de desarrollo, en este caso simplemente es la construcción de un edificio de departamentos a la cual pueden seguirle construcciones para ese

uso u otros; por ello se presenta el comentario siguiente; un desarrollo en el sitio de Coyoacán presentaría grandes problemas en cuanto al cambio de uso de suelo y la resistencia de sociedades de colonos debido que pretenden conservar un estilo de vida específico y no perder así el atractivo que presenta Coyoacán lo que influye desde la correcta prestación de servicios públicos, agua, drenaje y seguridad pública (en el sitio mencionado) hasta el aspecto de derrama económica sobre todo en fines de semana y la construcción de ese tipo de inmuebles generalmente propicia el surgimiento de construcciones similares.

Por ello, planteando un escenario optimista se piensa que el lugar apropiado para un desarrollo es el ubicado en Álvaro Obregón, en el cual el cambio de uso de suelo no presentaría gran problema para la comunidad, ya que con ello se daría mejor uso a ciertos terrenos así como la inclusión y correcta distribución de servicios de todo tipo. La construcción de conjuntos residenciales en edificios de departamentos en esta zona generaría el interés de la misma compañía u otras en el sitio que mediante la correcta adecuación de la zona atraería a una gran cantidad de personas que se trasladan diariamente a la zona de corporativos de Santa Fe, Insurgentes Sur y Avenida Revolución en trayectos muy grandes y carentes de un transporte público presentando así una opción viable de residencia. Además se considera que debido al actual desarrollo de Santa Fe y su expansión hacia el poniente de su ubicación actual y hacia el Estado de México, se tiene la posibilidad de desarrollo de servicios terciarios muy importantes, debido a que el costo del terreno es mucho menor que en Santa Fe y llegará el momento en que dichas regiones se unan, generando así un importante corredor económico de la región de corporativos de Insurgentes Sur y Avenida Revolución a la zona de Santa Fe; desarrollando adecuadamente zonas residenciales, de servicios terciarios y de alimentos se visualizan grandes beneficios para muchas personas y compañías en lo que a tiempos de traslado se refiere ya que el personal o directivos de empresas pueden residir cerca de su lugar de trabajo contando con los servicios necesarios así como las compañías tener una mejor interacción con sus sucursales y oficinas centrales, optimizando las avenidas Centenario así como 5 de Mayo mediante su corrección a un solo sentido así como regulando el transporte público, el tránsito vehicular sería el adecuado para una zona de este tipo; en lo referente al medio ambiente se evita la expansión de la ciudad hacia distintas regiones (como es actualmente el caso de Santa Fe hacia el Estado de México) con lo que se protegerían las zonas de recarga de agua así como reservas naturales y se crean espacios o plazas con áreas verdes así como al ser una zona importante se construyen las obras necesarias para el almacenamiento de agua de lluvia pudiendo ser éstas convertidas en regiones controladas para el esparcimiento y recreación.

Finalmente se debe tomar en cuenta que lo anteriormente escrito se enfoca a un desarrollo en específico como lo es una zona residencial, pero puede ser aplicado a servicios e industrias. Los datos que son precisos de conocer previo al desarrollo de cualquier tipo de obra civil en las áreas tratadas son responsabilidad del ingeniero el cual debe tener el criterio necesario para el análisis del entrono físico así como la interpretación de los distintos reglamentos y normas.

## Conclusiones

Una metrópoli no es simplemente una ciudad que creció demasiado, una mejor definición es un conjunto de pequeños poblados o ciudades que interactúan dentro de un territorio común; la Ciudad de México se desarrolla en una región donde las características fisiográficas y geohidrológicas la hacen vulnerable por la intensa actividad humana; y donde los procesos sociodemográficos y económicos ocurren no solo en un contexto de ciudad, sino en el amplio contexto de "Zona Metropolitana del Valle de México", tendiendo éste mismo pensamiento a la creación no muy lejana de la "Megalópolis del Centro de México" que incluya en ella diversas Entidades Federativas del centro de la República Mexicana como los estados de México, Hidalgo, Puebla y Morelos.

La ciudad no debe pensar en el concepto de "Megalópolis del Centro de México" sin antes iniciar la solución a los grandes problemas que presenta generados principalmente por la *incorrecta distribución de la tierra debido a la especulación en el precio de la misma, el cual se basa mayormente en su alejamiento o cercanía a centros políticos o urbanos medianamente desarrollados y solo en ciertos casos se basa en sus propiedades geotécnicas lo que genera desarrollos urbanos en regiones no aptas para ello o que presentan gran cantidad de problemas que el gobierno debido al costo de ellos no puede resolver de manera óptima y generan así la afectación desde la estructura de la obra hasta el modo de vida de los habitantes de dicha región, generando así zonas muy conflictivas dentro de la ciudad por la falta o mala distribución de servicios básicos como agua potable y drenaje; o por su alejamiento a los centros urbanos que genera grandes tiempos de traslado.*

Es por ello que la Ciudad de México debe propiciar un desarrollo equilibrado de centros urbanos o polos de desarrollo a su interior, mediante los cuales se evite el crecimiento de tipo habitacional en zonas limítrofes o de periferia logrando una correcta interacción; primeramente del centro urbano y sus colonias respectivas hasta la interacción como ciudad, como ejemplo de esta desintegración se tiene el ejemplo de que la ciudad se puede dividir en dos regiones muy distintas y contrastantes: la zona oriente de la ciudad, que cuenta con gran cantidad de problemas de tipo geotécnico, abastecimiento de agua potable, drenaje y áreas verdes mientras que posee una infraestructura de transporte público (metro) y vial muy importante así como grandes centros deportivos y recreativos los cuales se encuentran subutilizados; y la zona poniente que presenta una menor cantidad de problemas de tipo geotécnico, abastecimiento de agua potable, drenaje y áreas verdes mientras que posee una infraestructura de transporte público (metro) y vial muy deficiente debido a la falta de vías rápidas y al crecimiento en retícula, pero sin embargo posee la mayor cantidad de servicios públicos de salud, educación y cultura así como inversiones de empresas muy importantes.

Este tipo de desarrollo desequilibrado genera los grandes asentamientos humanos en los límites de la ciudad con sus entidades vecinas representando para la ciudad un esfuerzo y costo muy importante para la solución de problemas en dichas zonas lo que ha generado que muchas veces la ciudad, para mantener su interacción y desarrollo de capital, tenga que resolver problemas correspondientes a la denominada "Zona Metropolitana" como lo es el transporte público, vialidades y distribución de servicios; lo que implica desatender otros aspectos muy importantes en otras regiones de la ciudad e incentiva el desarrollo anárquico en dichas zonas periféricas.



Bajo el pensamiento anterior el desarrollo urbano del Distrito Federal debe realizarse mediante un proyecto que atienda lo global sin desatender lo local, revisando la situación entre las condiciones físicas del territorio y las transformaciones demográficas, económicas, sociales, políticas y legales con el objeto de establecer los lineamientos para mejorar la capacidad productiva y el nivel de vida de sus habitantes.

A pesar de que el diagnóstico y las tendencias señalan límites y escenarios riesgosos, no se puede partir de la idea de que la Ciudad de México no tiene futuro. El reto es revertir las tendencias y construir escenarios que eleven efectivamente la calidad de vida de los habitantes.

Para ello se plantean lineamientos estratégicos como:

- *Replantear la integración de la Ciudad de México en la economía nacional y mundial* con un enfoque de ciudad global, actualmente la ciudad es una de las más importantes de Latinoamérica por lo que debe crecer y evolucionar en muchos aspectos para generar un nivel competitivo no equiparable con otras ciudades de América Latina además de reafirmar su importancia para países Europeos, Canadá y Estados Unidos. Lo anterior mediante su transformación gradual en una ciudad de servicios en la cual se encuentren las representaciones de los corporativos más importantes de México y transnacionales convirtiéndose la Ciudad de México en su centro de operación para América Latina.
- Estructuración urbana mediante la revisión de los usos del suelo, lo cual se plantea como una acción estratégica de mediano y largo plazo, enfocada a propiciar el ordenamiento territorial de las actividades económicas y de la población, conforme al potencial de sus colonias y regiones que todavía ofrecen condiciones propicias; para la generación de vivienda mediante la redensificación de diversas áreas de la ciudad, principalmente en el centro de la misma, a través del aprovechamiento de predios, el reciclamiento urbano e inhibición del crecimiento poblacional con el objeto de aprovechar la infraestructura y servicios actualmente subutilizados; evitando impactos urbanos y ambientales negativos.
- Reforma del sistema de transporte público y vialidades, llegando a ser el primero el centro de los planes de desarrollo del segundo así como de grandes zonas en la ciudad.
- Gestión sustentable del agua.
- Preservación del medio ambiente, del suelo de conservación y de las áreas naturales protegidas, territorios indispensables para la recarga de aguas subterráneas, captura de carbono y producción de oxígeno.

Y finalmente, una vez llevadas a cabo las estructuraciones y gestiones correspondientes para el desarrollo equilibrado de la ciudad y mantenido su lugar en la economía mundial se debe concebir a la Ciudad de México como rectora y centro del desarrollo y generación de lo denominado "Megalópolis del Centro de México".

El desarrollo de un estudio para la solución de problemas de este tipo se puede lograr mediante un análisis más complejo que el desarrollado en este trabajo, basándose en los Sistemas de Información Geográfica (SIG's) e incluyendo en él la cantidad de variables que sea necesario como lo pueden ser:



- 
- o Análisis económicos de población,
  - o Seguridad pública, riesgos geológicos.
  - o Riesgos químicos,
  - o Ubicación de viviendas,
  - o Vialidades,
  - o Hospitales,
  - o Riesgos civiles,
  - o Preferencias políticas y religiosas, etc.

En un trabajo de este tipo la presencia de la Ingeniería Civil es de gran importancia debido a que en ella se conjuntan y/o fusionan la gran mayoría de los conocimientos de ingeniería, diferenciándose de las demás en el criterio. el cual no solamente es formado por conocimientos técnicos sino en un grado muy importante de aspectos sociales lo cual es una ventaja, además de que con sus cinco ramas base se tiene un amplio conocimiento de herramientas aplicadas en *ciencias sociales, económicas y exactas.*

# Anexo

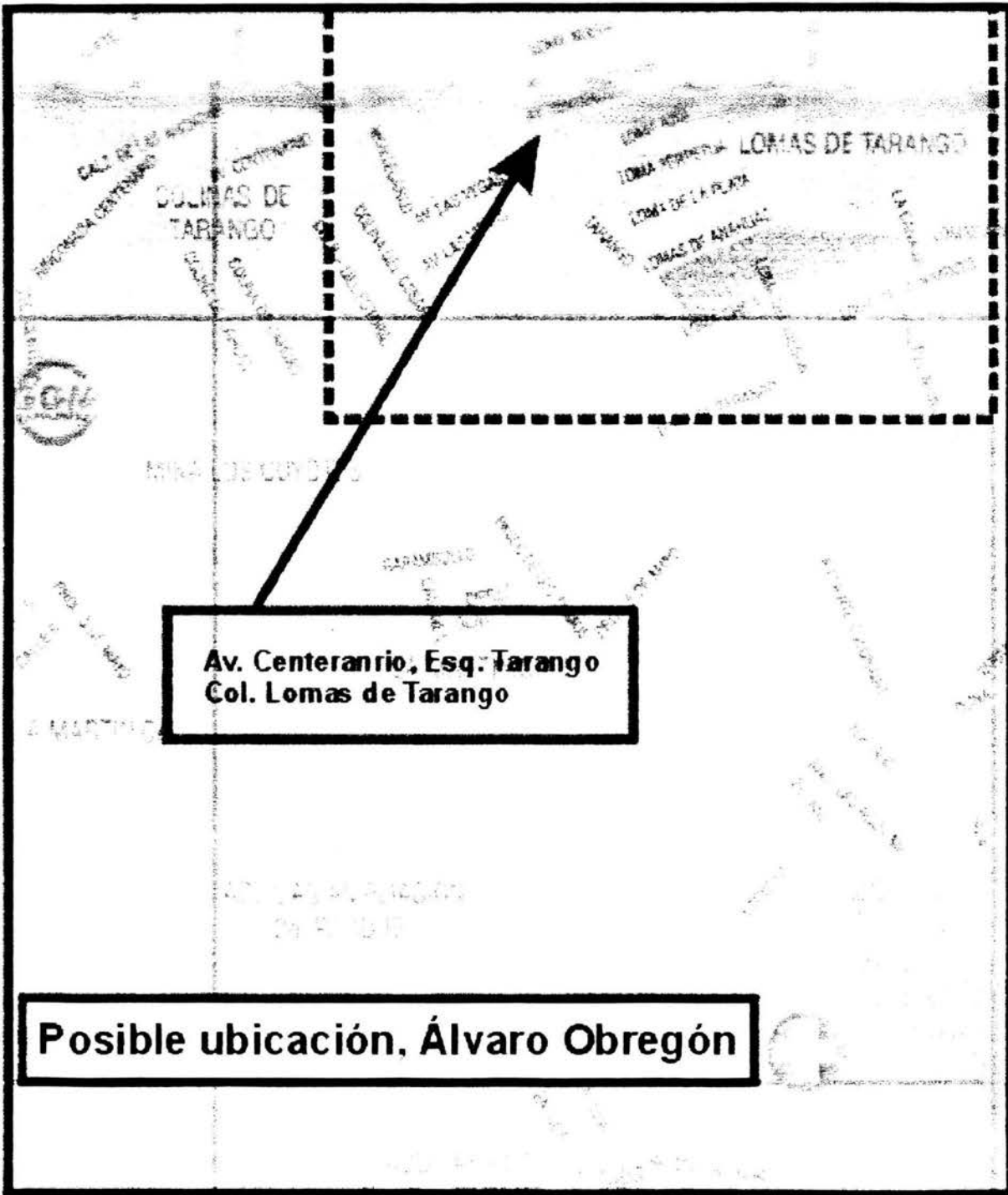


Figura a. Posible ubicación. Delegación Alvaro Obregón

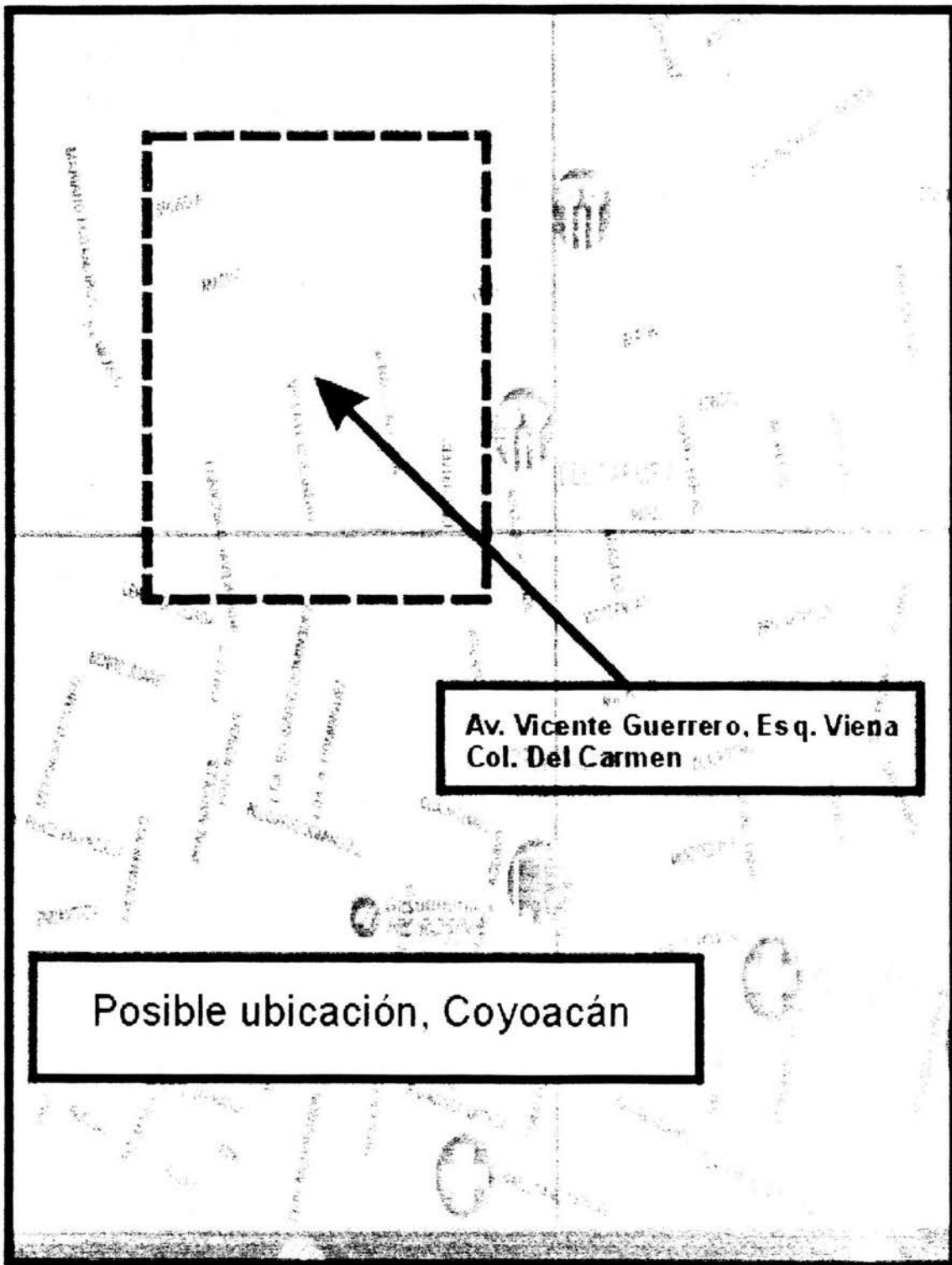


Figura 10. Posible ubicación. Delegación Coyoacán



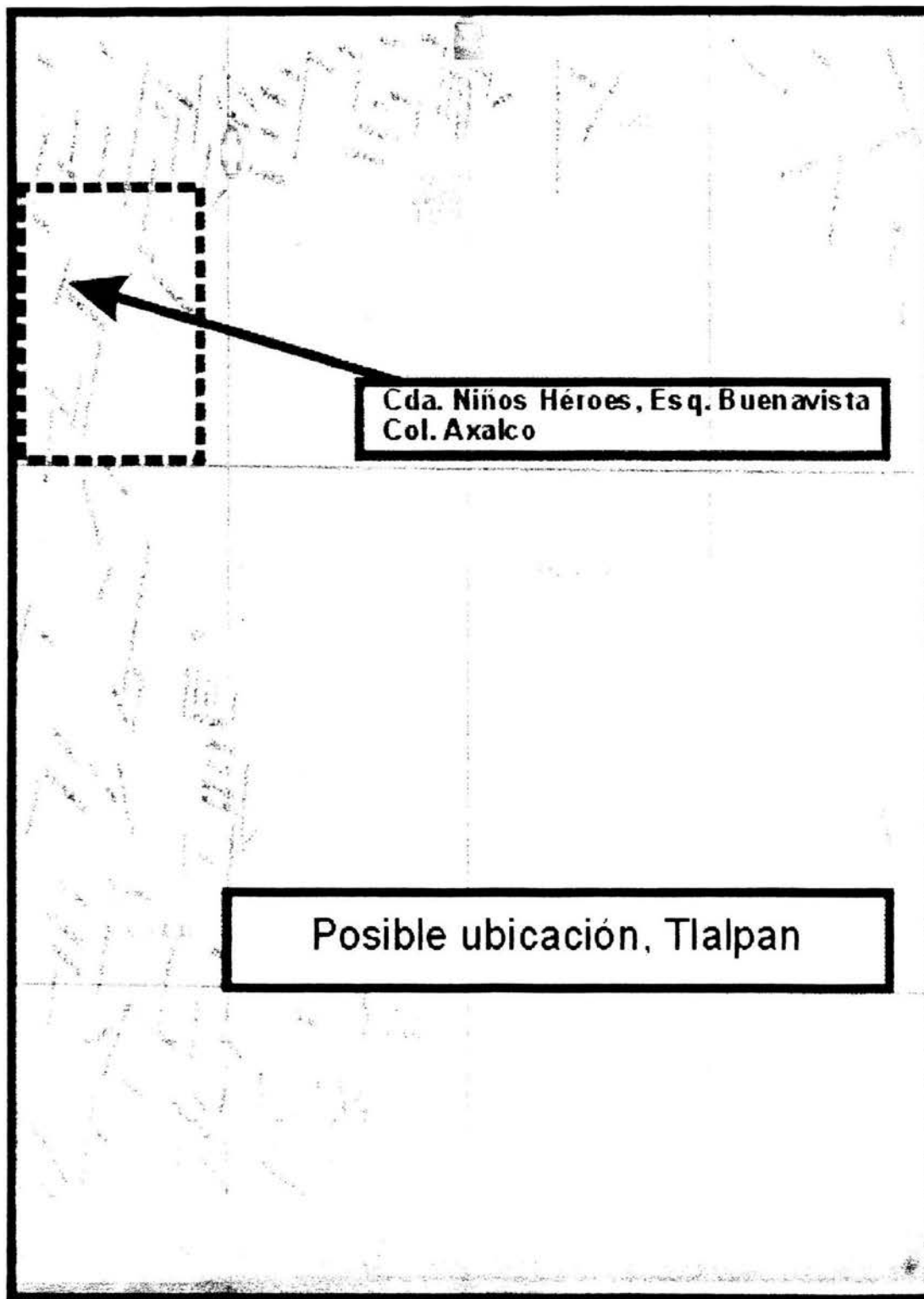


Figura c. Posible ubicación. Delegación Iztacalapa

---

## Glosario.

- Andecíticos.- roca ígnea formada fuera del volcán, presenta gran cantidad de cristales
- Anisotrópicos.- condición en que las propiedades físicas de un cuerpo no son iguales en todas las direcciones.
- Ayuntamiento.- corporación que administra un municipio.
- Cavidades kársticas.- cavidades generadas por la acción del agua sobre rocas con gran cantidad de carbonato de calcio.
- Cono cinerítico.- estructura geológica formada por la expulsión y acumulación de materiales piroclásticos (cenizas y rocas) que caen alrededor de un conducto, acumulándose capa tras capa originando una estructura de cono truncado.
- Cuadra.- conjunto de casas limitadas por calles que la engloban dentro de un cuadro.
- Deyección.- materiales arrojados por la erupción de un volcán.
- Oligoceno.- periodo geológico de la era terciaria que eoceno y que duró 15 millones de años.
- Dacíticos.- materiales rocosos con gran contenido de cuarzo.
- Disímiles.- distintos.
- Escusados.- retretes.
- Estrato volcanes.- estructura similar al cono cinerítico, en la cual se generan capas de materiales producidos y expulsados por distintos eventos volcánicos a lo largo de la vida del volcán.
- Freozem.- suelo de tipo acumulación que se encuentra generalmente en los valles.
- Graben.- denominado también fosa tectónica, estructura geológica en la cual dos fallas producen el hundimiento de bloques de roca.
- Manzanas.- espacio cuadrado de casas en una población y terreno equivalente no construido aún.
- Metrópoli.- estado o ciudad que tiene una relación con los territorios exteriores a ella.

- 
- Partido.- parcialidad, bando o grupo.
  - Pozos artesianos.- pozos de extracción de agua que se vale del nivel de aguas freáticas para la extracción del líquido.
  - Símil.- igual.
  - Subducción.- zona de choque de dos placas tectónicas en la cual una placa se introduce debajo de la otra.
  - *Suelo de lomas*.- *suelo compuesto principalmente por rocas de tipo volcánico que presentan una alta resistencia.*
  - Suelo lacustre.- suelo compuesto principalmente por material de arrastre que se acumuló en el fondo de los lagos del Valle de México y que actualmente se compone de arcillas, limos y arenas.
  - Prefectura.- residencia o despacho del prefecto, jefe militar.
  - Terciario Medio.- era geológica precedente a la actual era cuaternaria, caracterizada por el plegamiento alpino y la diversificación de los mamíferos: la era terciaria duró alrededor de 70 millones de años.
  - Turbas.- roca que presenta una gran cantidad de materia orgánica (más del 60%)
  - Vulcanitas.- roca ígnea con gran contenido de azufre.
  - Yuxtaposición.- acción y efecto de poner una cosa junto a otra.

---

## BIBLIOGRAFÍA

- De Sahagún Fray Bernardino, Historia general de las cosas de la Nueva España., Editorial Porrúa, México, 1979.
- Espinoza López Enrique, Ciudad de México; Compendio Cronológico de su Desarrollo Urbano.
- Gabiña Juanjo, Prospectiva y planificación.
- García Julio, Apuntes de diseño de los asentamientos urbanos.
- Gayol Roberto, Apuntes relativos a las obras de saneamiento y desagüe de la Ciudad de México., Revista Mexicana de Ingeniería y Arquitectura, Vol. VII, 1929.
- Golony Gideon, Planificación de Nuevas Ciudades.
- Kamate Jesús, Mazari Marcos, Problemas de la Cuenca de México., El Colegio Nacional, México, 1990.
- Kuklinski, Polos y Centros de Crecimiento.
- Marsal Raúl J. , Mazari Marcos, El subsuelo de la Ciudad de México, , Instituto de Ingeniería, UNAM, 1959.
- Marsal Raúl J., Hiriart Fernando y Sandoval Raúl L, Hundimiento de la Ciudad de México. Observaciones y estudios analíticos., Ediciones ICA serie 8, No. 3,1952.
- Mooser Federico, Memoria de la Obra del Sistema de Drenaje Profundo del D.D.F., Departamento del Distrito Federal, México, 1975.
- Ramírez Fernando José, Memoria acerca de las obras e inundaciones en la Ciudad de México., SEP-INAH, México, 1976.
- Reséndiz N. Daniel, Springall Guillermo, Rodríguez Juan M y Esquivel Raúl Información reciente sobre las características del subsuelo y la práctica de la Ingeniería de Cimentaciones en la Ciudad de México., V Reunión Nacional de Mecánica de Suelos, Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos, 1970.
- Saldaña Harlow, Apuntes sobre desarrollo urbano.
- Sotomayor Arturo, Expansión de México.,



- 
- Tovar Isabel, *Macrópolis Mexicana*.
  - Vigil Gustavo, *Diseño Urbano, Teoría y Método*.
  - Wilson Alan, *Geografía y Planeamiento Urbano y Regional*.
  - Zeevaert Leonardo, *Foundation Engineering for Difficult Subsoil Conditions*, Van Nostrand, New York, 1972; Capítulo V.
  - Zeevaert Leonardo, *Pore Pressure Measurements to Investigate the Main Source of Surface Subsidence in Mexico City*, III Congreso Internacional de Mecánica de Suelos e Ingeniería de Cimentaciones, Suiza, 1953.
  - Zicardi Olivia, *Las Obras Públicas de la Ciudad de México*.
  - *Agua y Drenaje Metropolitanos*.
  - *Bases Para la Planeación del Desarrollo Urbano en la Ciudad de México*.
  - *Boletines de Mecánica de Suelos*, Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México. de 1953 a 1970.
  - CONSERVA (Consejo de Estudios Para la Restauración y Valoración Ambiental), *Recursos Naturales, Desarrollo sustentable*. D.D.F
  - *El Agua y su Historia; México y sus Desafíos hacia el siglo XXI*. D.D.F
  - *El Campo Conceptual de la Planeación y de la Planificación. Planeación de la Opción al Cambio*. Edicol, México D.F., 1988
  - *El Urbanismo en el D.F. en el Año 2000*.
  - *Estructura Territorial de la Ciudad de México*.
  - *Influence of Artesian Wells on the Sinking of Mexico City*, Nabor Carrillo, II Congreso Internacional de Mecánica de Suelos e Ingeniería de Cimentaciones, Holanda, 1948.
  - *La Hiperurbanización del Valle de México*.
  - *México, La Ciudad más Grande del Mundo*.
  - *Normas Técnicas Complementarias al Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal*. D.D.F.

- 
- Polos y Centro de Crecimiento en la Planificación Regional, Fondo de Cultura Económica, México. 1972.
  - 
  - Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, D.D.F