

Capítulo 1. Descripción de la zona de estudio

a. Ubicación geográfica

La Cuenca de México tiene una extensión territorial de 9,766.66 km², se localiza al Sur de la Altiplanicie Mexicana, en el centro de una zona volcánica denominado eje neovolcánico o faja volcánica transmexicana, la cual se extiende en dirección este-oeste, atravesando la República Mexicana. El área de estudio se encuentra localizada dentro de ésta cuenca, entre las coordenadas 98.85° y 99.30° longitud oeste, y 19.20° y 19.60° latitud norte, con un área de 2,091.10 km². Dicha cuenca está rodeada principalmente en la porción occidental por una serie de sierras siendo estas la Sierra del Chichinautzin y de Las Cruces, en la porción SE se localiza la Sierra de Santa Catarina y al Norte la Sierra de Guadalupe. Dentro de la cuenca existen cuerpos volcánicos sobresalientes por su tamaño como son los Cerros de Chapultepec, Tepeyac, San Miguel, Peñón del Marqués, Chiquihuite, de la Estrella y el Peñón de los Baños.

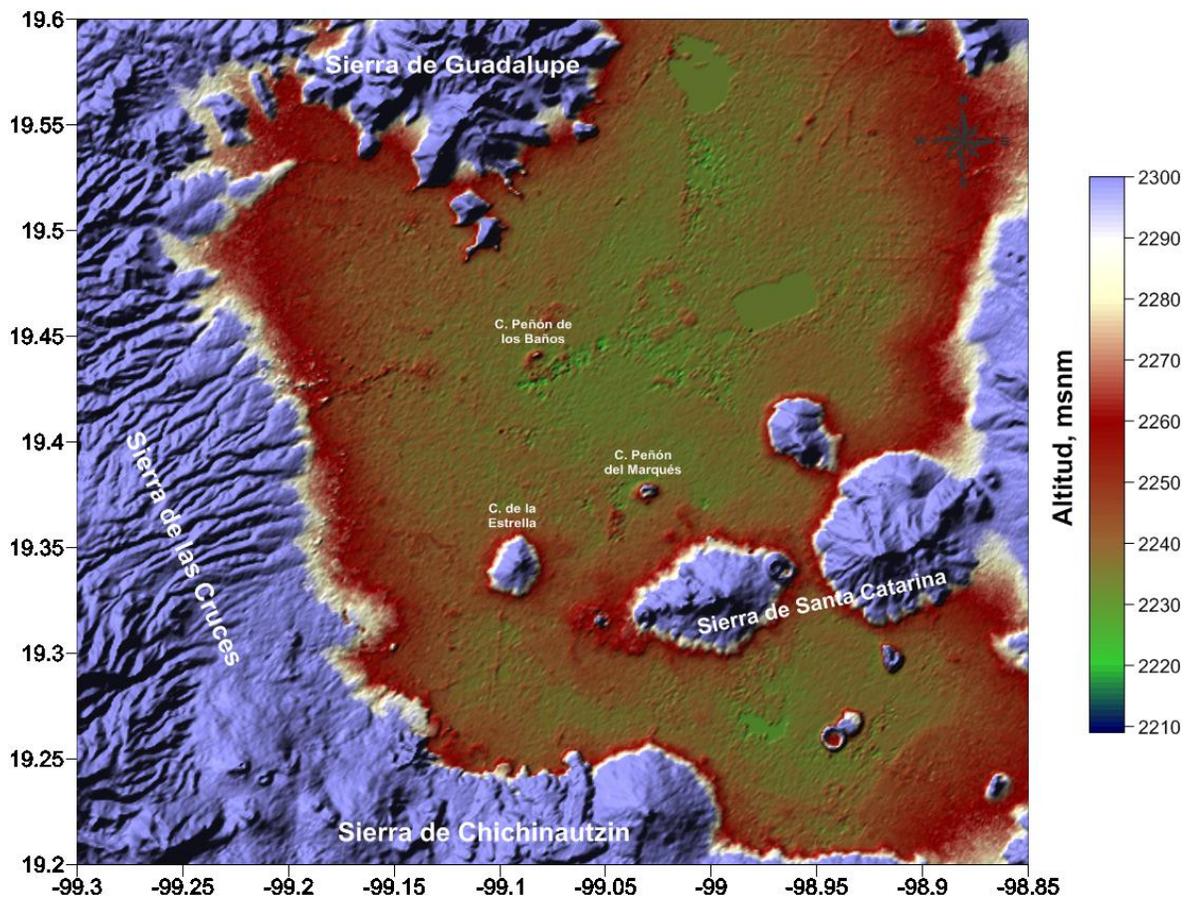


Figura 1.1. Modelo digital de elevación de la zona de estudio y ubicación de las sierras que delimitan dicha zona (Adaptado de USGS).

b. Características geológicas y geotécnicas de la zona de estudio**b.1 Geología histórica**

En este apartado se tocará de forma sintetizada la geología histórica de la Cuenca de México, ya que se considera una parte importante para entender el origen de los suelos, sus propiedades físicas y su distribución espacial en dicha cuenca, así como el porqué de la presencia de irregularidades existentes dentro del subsuelo, como son la presencia de intercalaciones de estratos de arena y lentes de materiales gruesos.

La condición actual del relleno Cuaternario de la Cuenca de México es el resultado de procesos geológicos, volcánicos y tectónicos que se inician en el Terciario Medio, a mediados del Oligoceno. En el Mioceno Medio, el basamento volcánico del Terciario Medio, representado por la formación Xochitepec, es afectado por dos sistemas de fracturas y fallas, creando hundimientos escalonados, así como fosas y pilares. Posteriormente, en el Mioceno Superior se forma la Sierra de Guadalupe, siendo originada por una fosa dirigida al SE. Antes del Pleistoceno los ríos existentes dentro de la cuenca drenaban hacia el Sur, rumbo al río Amacuzac. A fines del Plioceno se produjeron fracturas con una dirección predominante W-E, por las cuales tuvieron acceso grandes efusiones de basalto que construyeron la Sierra de Chichinautzin en el Cuaternario hace 700,000 años, de acuerdo a mediciones paleomagnéticas. Durante el Plioceno Inferior se creó la Sierra de Las Cruces al Oeste. Ésta época se caracterizó por la intensa actividad volcánica que dio origen a materiales piroclásticos que se depositaron al pie de esta sierra.

La aparición de estas dos sierras provocó que la cuenca que drenaba hacia el Sur se convirtiera en una cuenca cerrada. De esta manera el agua que escurría de las sierras se fue almacenando en varios lagos, depositándose así el material que arrastraban dichas aguas. Simultáneamente, la parte central de la cuenca se fue rellenando con acarreo limo-arenoso y emisiones de cenizas y pómez provenientes de los volcanes del Sur.

El Pleistoceno se caracterizó por tener climas variantes y extremos, pasando de calurosos a fríos. En esta época se tuvieron cuatro glaciaciones a las que posteriormente sobrevinieron lapsos de clima caluroso, terminándose esto hace 10,000 años. Para el Holoceno o Reciente, el clima ha sido moderado tendiendo a caliente. De lo anterior se deriva que la Cuenca de México, desde su cierre en el Sur por los basaltos de la Sierra de Chichinautzin, ha pasado por dos períodos de glaciación y dos interglaciales (Tabla 1.1). Producto de estas glaciaciones se tienen depósitos de arenas como en Zona de Lomas y la aparición de barrancas como son las de la Magdalena, de Santa Rosa y de la Cañada, productos de la erosión glacial.

Tiempo (años antes de hoy)	Evento geológico
10^4	Holoceno - Reciente
$80 - 10 \times 10^3$	4° Glaciación:
$100 - 80 \times 10^3$	3° Interglacial
$300 - 100 \times 10^3$	3° Glaciación
$400 - 600 \times 10^3$	2° Gran Interglacial
?	2° Glaciación
?	1° Interglacial
$\sim 900 \times 10^3$	1° Glaciación

Tabla 1.1. Duración de los periodos glaciales e interglaciales que afectaron el proceso de sedimentación dentro de la Cuenca de México.

A finales del Plioceno y hasta hará algo más de 100,00 años se vivió una gran actividad volcánica dentro de la cuenca. Cerros como Chapultepec, Tepeyac y San Miguel, el Peñón del Marqués, la Sierra de Santa Catarina, el volcán Xitle dieron origen a una gran cantidad de material volcánico como lavas, brechas, cenizas, pómez, lahares calientes y fríos. Todo este material fue rellenando paulatinamente la cuenca, creando un caos estratigráfico que caracteriza al subsuelo de la Cuenca de México.

b.2 Estratigrafía

Una vez cerrada la cuenca, esta comenzó a azolverse rápidamente con depósitos provenientes de la sedimentación de ceniza volcánica transportada por el aire o por corrientes de agua hacia los lagos de la cuenca. Las partes centrales de la cuenca alejadas de los bordes, fueron llenándose con depósitos limo-arenosos, los cuales se interestratificaron con suelos y capas de ceniza y pómez provenientes de las erupciones volcánicas originadas principalmente en el Sur. En las laderas de las sierras se depositaron materiales como grava y arena; y hacia el Sur se interestratifican con basaltos provenientes de las erupciones de estas sierras.

Dependiendo de las condiciones climáticas, húmedas o secas, glaciales o interglaciales, los lagos iban creciendo o reduciéndose. Así, los depósitos lacustres en el centro de la cuenca, por el área al NW de Chimalhuacan, alcanzaron un espesor de 70 a 80 m. Tal espesor disminuye al E y al W, 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 redujeron considerablemente los lagos centrales.

En las zonas altas se encuentran domos dacíticos, lavas andesíticas y grandes depósitos de basalto en la zona Sur.

Al pie de las sierras y por el cambio brusco de la pendiente en los ríos, se localizan grandes depósitos aluviales de composición muy variable y estratificación cruzada o lenticular, manifestación de una dinámica erosiva muy prominente en los diferentes periodos de lluvia intensa alternados con otros muy secos.

Las partes bajas, entre las sierras y principalmente en la región central de la cuenca, predominan las formaciones lacustres constituidas por ceniza volcánica, intercaladas con pómez, arenas finas y limos. Estos depósitos cubren o aparecen intercalados con estratos de origen aluvial, o bien, se encuentran en contacto con las formaciones pétreas típicas de las zonas altas. En general estas formaciones lacustres son de baja resistencia al corte y alta compresibilidad.

Finalmente, en la zona de lago aparecen generalmente cinco estratos principales, denominados a partir de la superficie del terreno; costra superficial, formación arcillosa superior, capa dura, formación arcillosa inferior y depósitos profundos. Las características más importantes de cada estrato se definen a continuación.

- *Costra Superficial (CS)*. Compuesto por depósitos areno-arcillosos o limosos con abundancia de restos arqueológicos, o bien, rellenos artificiales que en algunos sitios de la ciudad llegan hasta 10 m de espesor.
- *Formación Arcillosa Superior (FAS)*. Suelos que formados por el arrastre y sedimentación de ceniza volcánica de tamaño ultrafino; está constituida por arcilla de alta compresibilidad, de varios colores, de consistencia blanda a media, su espesor oscila entre 15 y 32 m y contiene lentes delgadas de arena.
- *Capa Dura (CD)*. Se le atribuye un espesor de aproximadamente 3 m y una composición de suelos limo-arenosos compactos o rígidos, cementados con carbonato de calcio.
- *Formación Arcillosa Inferior (FAI)*. Compuesta por arcilla volcánica semejante a la de la Formación Arcillosa Superior, pero más comprimida y resistente, en espesores de 4 a 14 m.
- *Depósitos Profundos (DP)*. Depósitos de arena con grava separados por estratos de limo o arcilla arenosa.

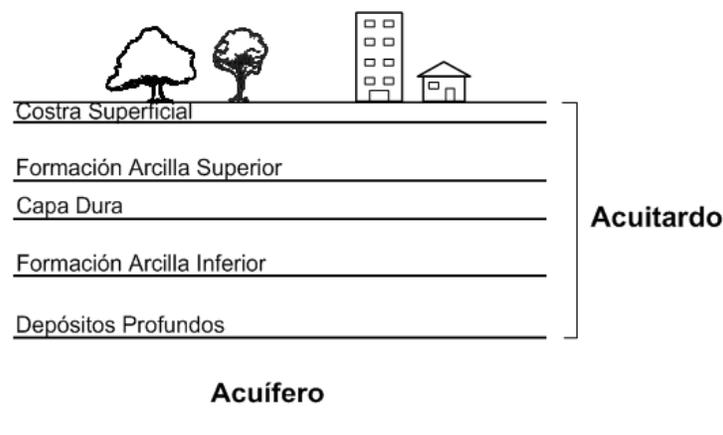


Figura 1.2. Mapa esquemático de la distribución de los estratos que conforman a la zona de lago.

b.3 Aspectos geotécnicos

Como resultado de una gran cantidad de sondeos de penetración (Figura 1.3), realizados en zonas de la Ciudad de México y Texcoco por Marsal y Mazari (1959), estos investigadores propusieron dividir a la Ciudad en 3 zonas desde un punto de vista estratigráfico.

La primera de ellas, la Zona de Lomas fue originada por la actividad de la Sierra de las Cruces. Está constituida por terrenos compactos, areno-limosos, con alto contenido de grava unas veces y con tobas pumíticas bien cementadas otras; por algunas partes esta zona invade los derrames basálticos del Pedregal.

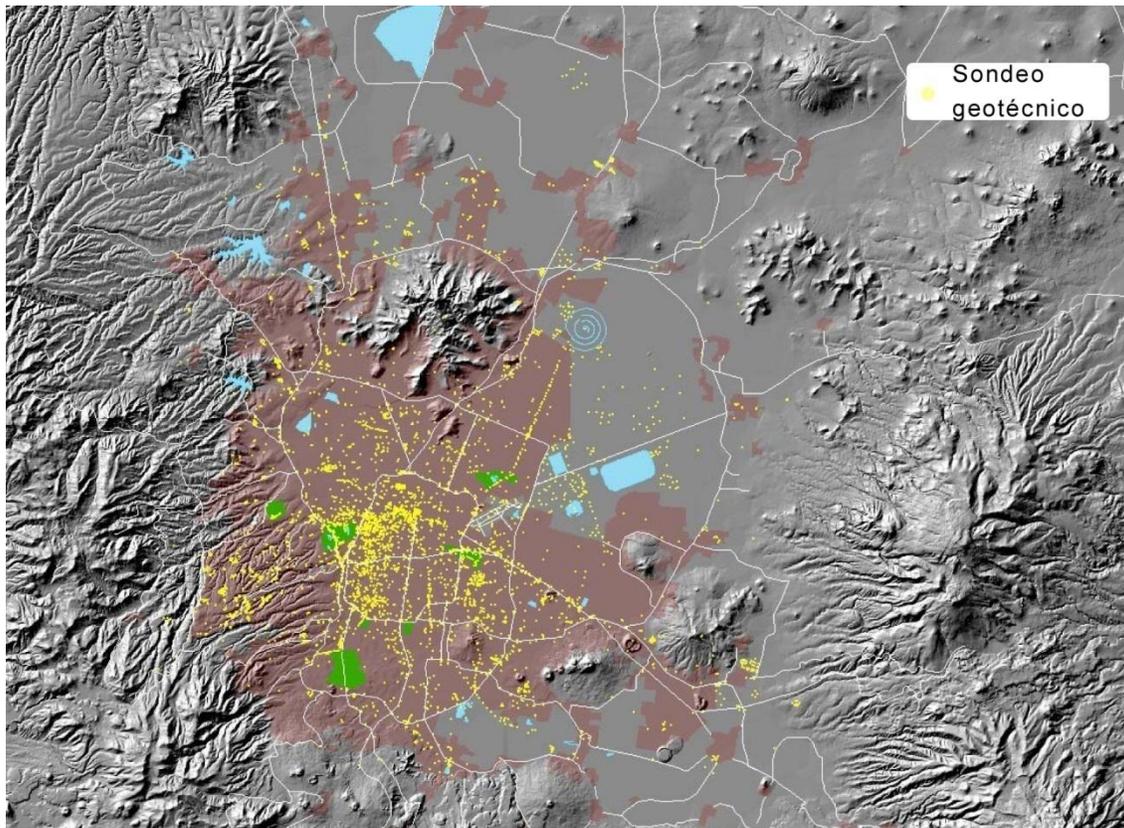


Figura 1.3. Distribución espacial de los sondeos geotécnicos en Ciudad de México y Texcoco.

La Zona de Transición, se localiza entre las serranías del poniente y el fondo del lago de Texcoco, presenta una gran variación de la estratigrafía de un punto a otro. En general aparecen depósitos superficiales arcillosos o limosos, orgánicos, cubriendo arcillas volcánicas muy compresibles que se presentan en espesores muy variables, con intercalaciones de arenas limosas o limpias, compactas. Todo el conjunto yace sobre mantos potentes, principalmente de arena y grava.

La Zona del Lago está compuesta principalmente de arcillas de alta compresibilidad. A través de diversos sondeos en ésta zona, se define la estratigrafía típica de esta zona, exhibiendo los siguientes estratos:

- 1) Depósitos areno-arcillosos o limosos o bien rellenos artificiales de hasta 10 m de espesor.
- 2) Arcillas de origen volcánico, altamente compresibles, con intercalaciones de pequeños lentes de arena.
- 3) La primera capa dura, de unos 3 m de espesor, constituida por materiales arcillo-arenosos o limo-arcillosos muy compactos. Esta capa suele localizarse a una profundidad del orden de 33 m.
- 4) Arcillas volcánicas de características semejantes a las del inciso 2, aunque con una estructura más compacta, con un espesor de entre 4 a 14 m.
- 5) Estratos alternados de arena con grava y limo o arcilla-arenosa.

En algunos sitios, a partir de 65 m, se ha encontrado un tercer manto arcilloso compresible.