



Estudio de Asentamiento Humano Irregular con Norma de Ordenación Particular Sujeto a Regulación Especial

*Asentamiento
Valle Verde*



Responsable del proyecto

Dra. Clemencia Santos Cerquera

Participantes

M. en C. Omar Ortiz Meraz

Geog. Rolando Ávila Cedillo

Tec. Erick Mondragón Martínez

Lic. Beatriz Plata Puebla

Tec. Cristian Rodolfo de Lara Fragoso

Geog. Víctor Hugo Serrano Fernández

Geog. Rosalinda Martínez Aldana

Colaboradores

Geog. Pavel Velázquez Morales

Dr. Enrique Pérez Campuzano

Mtra. Irma Escamilla Herrera

*Agradecimiento al Equipo de trabajo de campo de la Dirección
de Ordenamiento y Regularización Territorial de la Delegación
Tlalpan*

En el Distrito Federal, el componente geotécnico está asociado directamente con la capacidad medida para explorar, describir el terreno y lograr modelos de prospección que permitan complementar un entorno geológico particular de la zona de influencia del asentamiento sujeto a estudio. El análisis geotécnico del entorno tiene como objetivo identificar características geológicas y de comportamiento geomecánico que pudieran representar riesgos para la infraestructura y vivienda del Asentamiento Humano Irregular denominado **Valle Verde**, así como examinar la Zonificación Geotécnica en función del periodo de suelo (Ts) y de valores medios de capacidad de carga para cimentaciones superficiales (zapatas de cimentación). Dicha zonificación se contrasta a partir de las tres zonas fundamentales del Distrito Federal, que fija el artículo 170 del *Reglamento de Construcciones*⁸ vigente.

En zonas sísmicamente activas como es el caso de la Ciudad de México así como la mayor parte de la República Mexicana, es necesario tener en cuenta el efecto de sitio, para fines de diseño sísmico. Hoy en día solamente las Ciudades de México y Acapulco, cuentan con Normas Técnicas Complementarias para el Diseño por Sismo (NTCDS), a su vez se tienen mapas de periodos dominantes del suelo (Ts)⁹ para fines de diseño sísmico obtenidos a partir de estudios de sismos y microtemores.

Para efectos de estas Normas se consideran las zonas que fija el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, dividiendo la Ciudad de México en tres zonas principales (I, II y III) ver Figura 3.9, las cuales están asociadas a los periodos de suelo (Ts). La zona II se encuentra comprendida para periodos entre 0.5 s. y 1 s., mientras que la zona I para periodos menores que 0.5 s. Cabe mencionar que ésta zonificación obedece al modelo conceptual de la zonificación geotécnica de Marsal y Mazari (1959) y sus respectivas modificaciones, así como al mapa de isoperiodos de las NTCDS para el Distrito Federal, publicadas en la Gaceta Oficial el 6 de octubre del 2004.

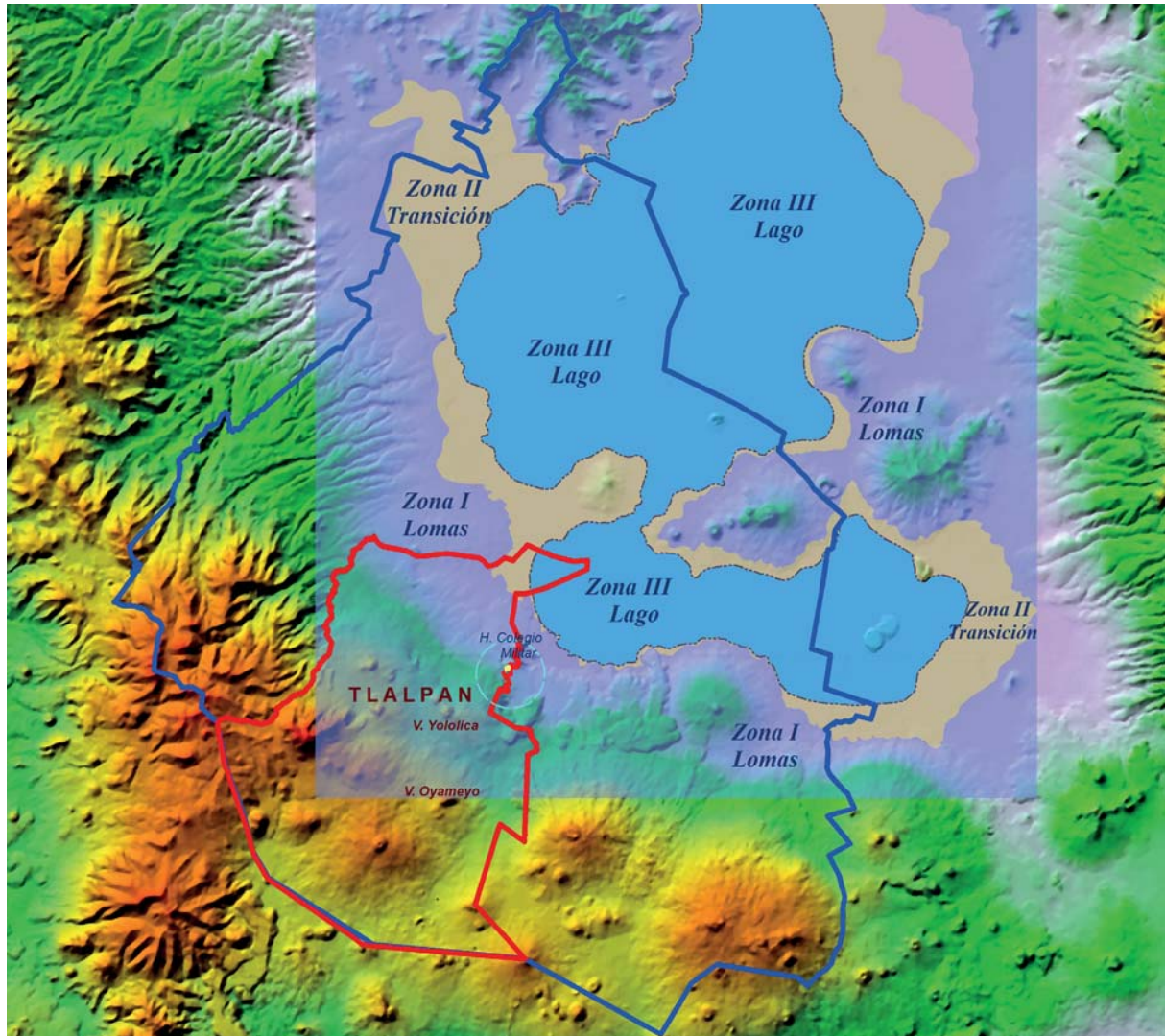


Figura 3.9 Zonificación Geotécnica del Distrito Federal, según Reglamento de Construcciones. Fuente: Elaboración propia IGg-UNAM (2014) en base a las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Cimentaciones así como las Normas Técnicas complementarias para Diseño por Sismo.

De ésta forma, la zonificación aplicable al entorno territorial del Asentamiento Humano Irregular denominado **Valle Verde** corresponde a:

Zona de lomas (Zona I), esta zona presenta condiciones irregulares de compacidad y cementación lo que incide directamente en la estabilidad de excavaciones y propicia el desarrollo de mecanismos de falla. No obstante posee una elevada capacidad de

carga, condición favorable para la cimentación de estructuras, ya que está caracterizada principalmente por materiales volcánicos, tales como tobas, lahares y depósitos de arenas pumíticas en estado compacto. No existen capas de arcilla compresibles que puedan ser causa de asentamientos diferenciales de gran magnitud. Sin embargo, debido a la explotación de minas de arena y grava, muchos predios están cruzados por galerías de desarrollo irregular a diferentes profundidades. Una particularidad de ésta zona, consiste en la existencia de depósitos eólicos de arena fina y uniforme, hacia el Norte de la Ciudad, concretamente en las laderas de la Sierra de Guadalupe, los cuales son susceptibles de provocar asentamientos diferenciales erráticos .

La información anterior entre otras variables, servirá como soporte para generar políticas acerca de la regularización de tenencia de la tierra para diversos polígonos o grupos de lotes, sin embargo, para identificar y calcular riesgos relacionados con el comportamiento geotécnico debe considerarse la investigación del subsuelo del sitio mediante exploración de campo y pruebas de laboratorio y se apoyará en el conocimiento geológico general y local que se tenga de la zona de interés y deberá ser suficiente para definir de manera confiable los parámetros de diseño de la cimentación y la variación de los mismos por lotes. Además, deberá permitir obtener información suficiente sobre los **aspectos específicos**¹⁰ que establecen las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Cimentaciones en el D.F.

Estudios de Geomorfología

Durante el 2011 se realizó una caracterización geomorfológica integrada en el Atlas de Peligros Naturales o Riesgos para la Delegación Tlalpan¹¹ , la cual describe que la Delegación Tlalpan en la mayor parte de su territorio se configura por unidades o formaciones de origen volcánico (poco más del 66%), Figura 3.10, ya que en su porción más baja corresponde a la planicie o altiplanicie lacustre (2,240 m.s.n.m.), la cual refleja una superficie de corta extensión, a la que sigue, ascendiendo al sur, el piedemonte, aproximadamente hasta los 2,350 m.s.n.m. Siendo que el Asentamiento Humano Irregular denominado **Valle Verde** se encuentra localizado entre las cotas 2,400 y 2,411 m.s.n.m. por lo que su entorno geomorfológico se ve influenciado por el campo volcánico Chichinautzin, formación que distingue al relieve del sur de la cuenca del Valle de México.

En su Capítulo III, el Atlas de Peligros Naturales o Riesgos para la Delegación Tlalpan, refiere que en la demarcación territorial, el piedemonte es más extenso, se dispone hacia el sur de la planicie y se reconoce por una pendiente mayor a 0.5°, que gradualmente aumenta de 1° a 3°. Tiene su origen en depósitos provenientes de corrientes fluviales que desembocaban en el lago, así como derrames o depósitos volcánicos que se encuentran al pie de la zona de montaña.

Formación	Porcentaje del territorio
Sierra escudo volcán	41.8
Llanura aluvial	9.93
Lomerío	1.33
Llanura lacustre salina	0.39
Llanura lacustre	7.72
Lomerío con cañada	9.43
Meseta basáltica malpaís	5.21
Sierra volcánica de laderas escarpadas	20.35
Sierra volcánica con estrato volcánico	3.84

Figura 3.10 Tabla general de unidades geomorfológicas y cobertura territorial en Tlalpan

Fuente: Tabla 3.1. Atlas de Peligros Naturales o Riesgos para la Delegación Tlalpan SEDESOL-IGg-UNAM (2011).

Algunos derrames de lava, como los del Yololica, cubrieron parte del piedemonte así como la zona actual que ocupa el polígono del Asentamiento Humano Irregular denominado **Valle Verde**. En términos de formación del relieve, dicho asentamiento guarda una estrecha relación con el campo volcánico o Sierra Chichinautzin, influencia que se debe al vulcanismo más joven de la cuenca de México, mismo que interrumpió el drenaje hacia el sur, por el surgimiento de numerosos volcanes menores, sus derrames de lava y depósitos piroclásticos, lo cual otorga características geomorfológicas particulares que definen el entorno del asentamiento en estudio, localizado en las inmediaciones de los poblados de San Andrés Totoltepec y Santiago Tepalcatlalpan, ver Figura 3.11 que ilustra la superficie del asentamiento en estudio sobre derrames lávicos del Volcán Yololica, con uso agrícola y urbano característico de la periferia del Suelo de Conservación.

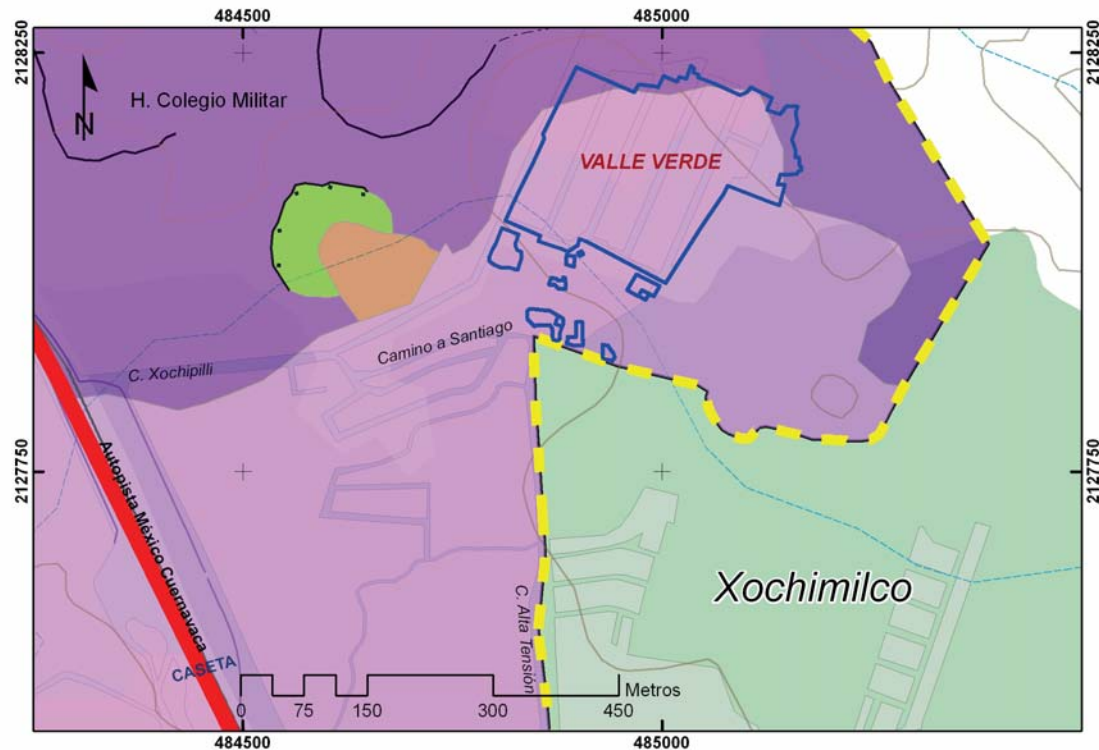


Figura 3.11 Caracterización Geomorfológica en el Entorno del Asentamiento Valle Verde.
Fuente: Elaboración propia UNAM-IGg, modificado del Atlas de Peligros Naturales o Riesgos para la Delegación Tlalpan, SEDESOL - Programa de Prevención de Riesgos en Asentamientos Humanos (PRAH), 2011.

Formas de lava

- Derrame de lava parcialmente cubierto de cenizas con vegetación
- Derrame de lava muy accidentado, con vegetación parcial, reciente
- Derrame de lava con uso agrícola
- Derrame de lava con uso agrícola y urbano
- Mesa volcánica
- Derrame de lava con uso urbano

- Circo de erosión inactivo
- Corona de caída
- Corona de deslizamiento
- Corona de deslizamiento antiguo
- Cráter
- Dirección del escurrimiento de la lava
- Escarpe
- Escarpe antrópico
- Frente de lava
- Ladera
- Línea de parteaguas
- Cimas

Formas exógenas

- Barrancos mayores
- Barrancos menores

Formas relacionadas con procesos gravitacionales de erosión

- Superficie de caída
- Deslizamiento actual
- Plano de deslizamiento antiguo
- Escarpe de caída de rocas

Formas relacionadas con procesos gravitacionales de acumulación

- Depósito de caída
- Depósito de deslizamiento

Otras formas volcánicas

- Depósito piroclástico entre lava
- Planicie fluvial
- Depresión

Rasgos lineales

- Cauce fluvial
- Cauce fluvial interrumpido por actividad antrópica
- Circo de erosión activo

Estudios de Sismología

El sismo del 16 de octubre de 2005, sentido en gran parte de la zona sur de la Ciudad de México, fue localizado 5 kilómetros al sur de Ciudad Universitaria y tuvo una magnitud de 3.1 grados Richter. Esta parte de la ciudad se caracteriza por la presencia de sismicidad somera asociada al contacto entre la zona de derrames ígneos provenientes de actividad volcánica pasada y la zona baja de la sierra del Ajusco. Debido a la poca profundidad y la baja magnitud de los focos sísmicos, aunados al crecimiento de la mancha urbana en esta parte de la ciudad, el área donde fueron sentidos es muy reducida, es decir, que a unos cuantos kilómetros de la zona epicentral, ya no fueron percibidos. Asimismo, si recordamos que la forma como se percibe un sismo (trepidatorio u oscilatorio), depende de la cercanía al epicentro y si consideramos que dada su localización, necesariamente habrá personas que viven “encima” del sitio donde se produjo la ruptura (en el epicentro), entonces es lógico que aquéllos que viven en estos lugares, sentirán el sismo como un movimiento vertical muy rápido pero corto, debido a su poca magnitud; el cual va acompañado de sonido audible (ruidos fuertes). Por otro lado, el hecho de que su magnitud sea baja comparada con la asociada a los sismos provenientes de la costa del Pacífico, no impide que este tipo de sismos puedan provocar daños, justamente por su cercanía, poca profundidad y por la presencia de construcciones en la zona epicentral.

El sismo registrado con epicentro en la demarcación territorial de Tlalpan ocurrió a muy poca profundidad (-8 kilómetros). De acuerdo a los efectos producidos y que fueron apreciados por habitantes de la zona epicentral, se estimo en ese entonces, que la intensidad con que se sintió este sismo fue del orden de IV (MM), aunque produjo alarma moderada entre la población en un radio de 2 kilómetros alrededor de dicha zona. En Ciudad Universitaria la aceleración máxima registrada fue de 2.5 Gals (unidad de aceleración equivalente a 1 cm. por segundo⁻²), mediante los instrumentos de medición a cargo del Departamento de Sismología del Instituto de Geofísica de la UNAM.

Este sismo con epicentro localizado en las coordenadas: 19.285° Norte (UTM X=481297.62) y 99.178° Oeste (UTM y=2132372.15), Figuras 3.12 y 3.13; cuenta con un marco de referencia de antecedentes sísmicos en la zona y que han sido estudiados por el Servicio Sismológico Nacional y se ha determinado que está asociado a deformaciones y fracturamientos de tipo cortical y especialmente al estado de esfuerzos dentro de la Faja Volcánica Mexicana en general y dentro de la Cuenca del Valle de México en particular.



Figura 3.12 Localización del epicentro del Sismo en Tlalpan en 2005.

Fuente: Programa de Transformación de Coordenadas TRANINV.
Instituto Nacional de Estadística y Geografía - INEGI (2014).

El epicentro del evento sísmico del 16 de octubre del 2005, se localizó aproximadamente a 5.5 kilómetros respecto al polígono del Asentamiento Humano Irregular denominado **Valle Verde**, adicionalmente los registros sísmicos más próximos de que se tiene registro se localizan entre los 3 y 4 kilómetros, de aquí que se resalta su importancia en razón de que el sur de la Ciudad de México incluyendo al SC, se caracteriza por su sismicidad que se localiza en la zona de contacto entre los derrames ígneos de las zonas volcánicas –propias del entorno al Asentamiento Humano Irregular en estudio- y los depósitos blandos de los ex-lagos de Xochimilco, en este caso en las estribaciones con la Sierra del Ajusco y Chichinautzin. La Figura 3.13 muestra la sismicidad reportada por el Servicio Sismológico Nacional en el período 1976 - 2005 en esta zona.

La estrella amarilla muestra la posición del sismo de julio de 1974 (magnitud 3.5) y la estrella roja el epicentro del sismo de Octubre 16 de 2005 acontecido a las 09:12 horas, así como su réplica de las 09:35 horas que fue localizada a 7 kilómetros al oriente, marcada en la figura con estrella color naranja. A su vez, los recuadros en color morado corresponden a los registros de los epicentros de la sismicidad reportada por el Servicio Sismológico Nacional para el período 1976-2005. El sismo principal fue registrado en el sensor de aceleración de la estación de banda ancha de Ciudad Universitaria a una distancia aproximada de 5 kilómetros (triángulo en color azul), con valores máximos de 2.5, 1.8 y 2.2 Gals, en las componente vertical, norte-sur y este-oeste, como se muestra en Trazas del Sensor de Aceleración (Figura 3.14).

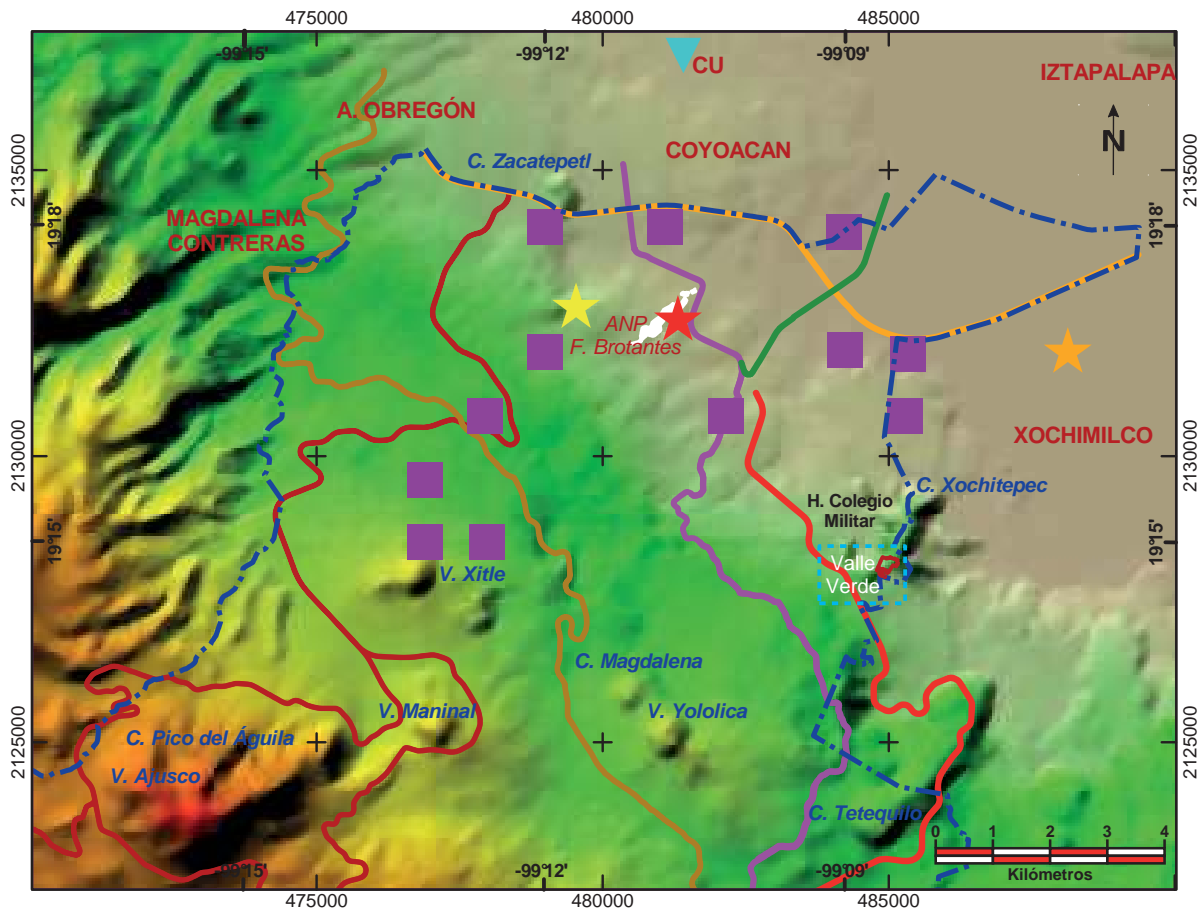


Figura 3.13 Detalle de la zona epicentral de los sismos reportados en Tlalpan.

Fuente: Elaboración propia IGg-UNAM (2014), modificado del Informe de Sismo del 16 de octubre del 2005 por el Servicio Sismológico Nacional - Instituto de Geofísica, UNAM.

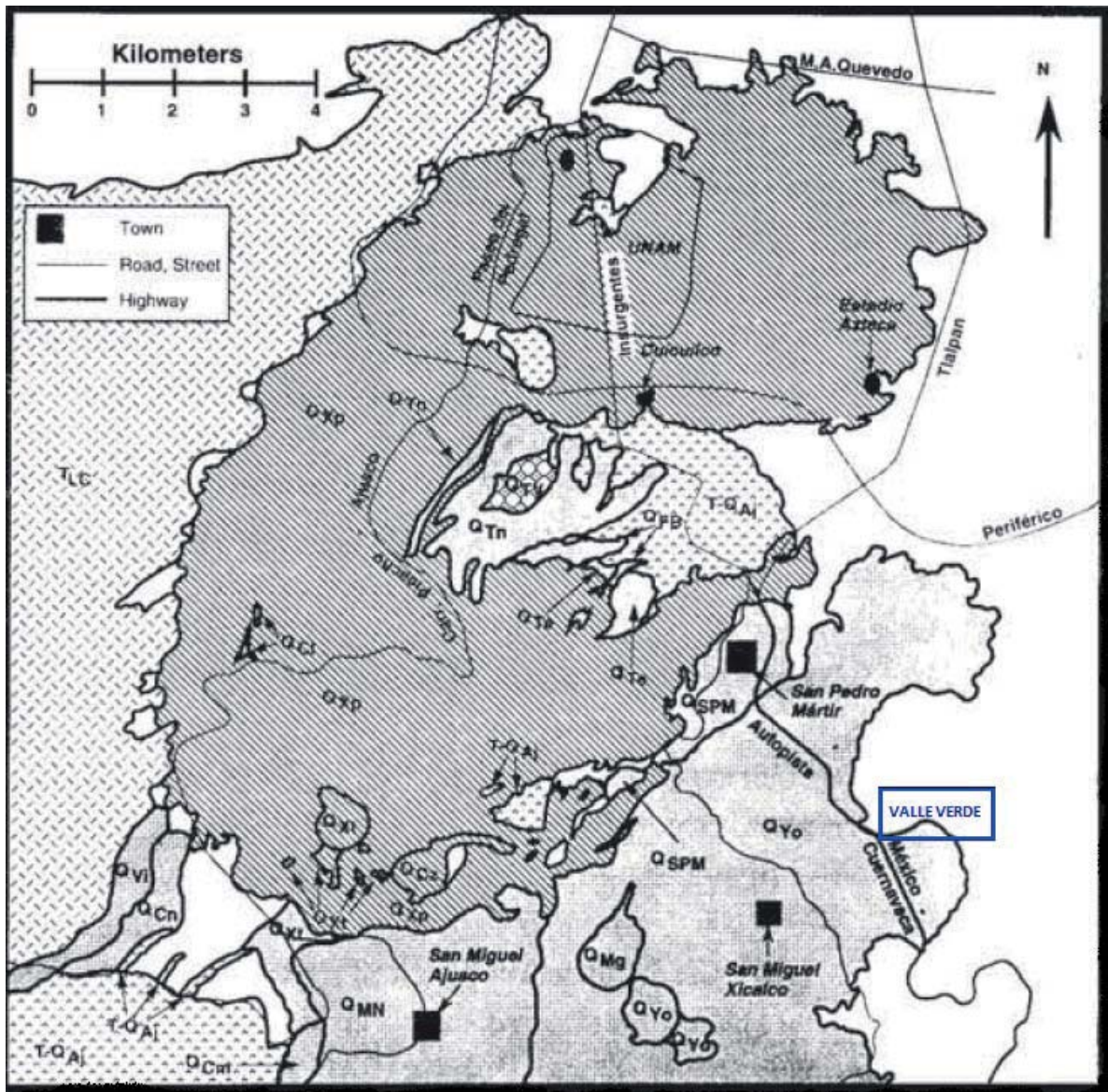


Figura 3.16 Geología del Volcán Xitle y sus alrededores.

Fuente: Delgado, H., Molinero, R., *et al.* "Geology of Xitle Volcano in Southern Mexico City – A 2000 year- Old Monogenetic Volcano in an Urban Area", *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*. Vol.15, número 2. México, 1998.

UNAM, Instituto de Geología y Sociedad Geológica Mexicana.

El entorno geológico del Asentamiento Humano Irregular denominado **Valle Verde**, está vinculado a una formación volcánica que comprende todos los productos volcánicos relacionados a la erupción del Volcán Yololica, así el relieve esta definido por unidades litológicas formadas por flujos piroclásticos que se extendieron al oriente hacia lo que actualmente ocupa la Autopista México-Cuernavaca y el H. Colegio Militar, ver imagen LiDAR, (Figura 3.17).

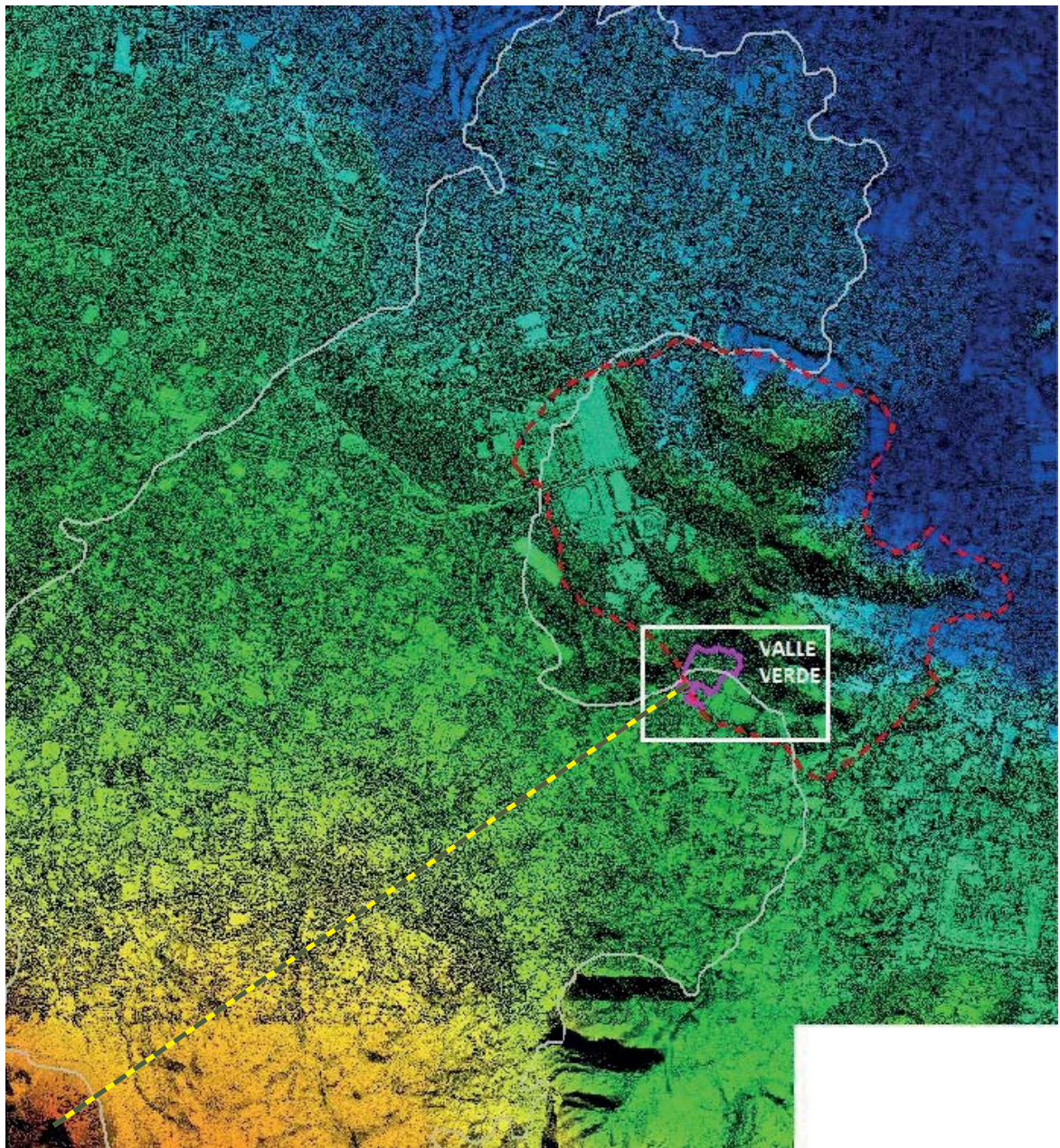


Figura 3.17 Entorno Geológico del Volcán Yololica y remanentes del Campo Volcánico del Chichinautzin.

Fuente: Elaboración propia IGg-UNAM (2014), en base a Geoprocesamiento LiDAR.

Los flujos de lava del Volcán Yololica tienen una superficie total aproximada de 25 km² y un volumen total de lava extruido de 1.25 km³. Hacia el oeste, las lavas son limitadas por la Formación Maninal, al norte por la Formación Xitle en su Flujo de Lava Basalto San Buenaventura, así como la Formación Basalto San Pedro Mártir. La distancia aproximada del Cono respecto al polígono de ocupación del Asentamiento Humano Irregular denominado **Valle Verde** es de 4,600 metros.

De manera específica el Asentamiento Humano Irregular denominado **Valle Verde**, define su unidad geológica respecto a componentes litológicos pertenecientes a Formaciones con dataciones en el Holoceno del Cuaternario y en el Mioceno del Terciario, de éste último período destaca la cerranía al norte de Valle Verde como un resquicio de la Formación Sierra de las Cruces, la cual cubre con discordancia erosional las rocas extrusivas del Mioceno y las rocas volcánicas del plioceno temprano y se encuentra cubierta a su vez por depósitos aluviales y lacustres del cuaternario (**Qal**) así como también por derrames lávicos y piroclásticos del Chichinautzin (Figura 3.18). Cabe mencionar que según la Carta Geológica Minera **E14-2** (2009) editada por el Servicio Geológico Mexicano, refiere como el Campo Volcánico Sierra Las Cruces se edificó sobre la secuencia andesítica-dacítica (**Tm A-TA-Da**) característica del Cerro Xochitepec, elevación que rodea con sus laderas al polígono del Asentamiento Humano denominado **Valle Verde**, lo que deja de manifiesto la discordancia entre afloramientos rocosos de dos períodos geológicos (Ver **Mapa 3.1** y Figura 3.19).



Figura 3.18 Entorno Geológico del Cerro Xochitepec y Flujos de Lava de los Volcanes Xitle y Yololica.

Fuente: Elaboración propia IGg-UNAM, generado a partir de las referencias cartográficas: Mapa Geológico del Volcán Xitle y sus Alrededores (Fig.2) en Delgado, H., Molinero, R., et. al. (1998); Carta Geológica Minera Cd. de México E14-2 del Consejo de Recursos Minerales-Secretaría de Economía (2002) y Descripción Estratigráfica de Geología de la Cuenca de México en Vázquez, E. y Jaimés R. (1989).

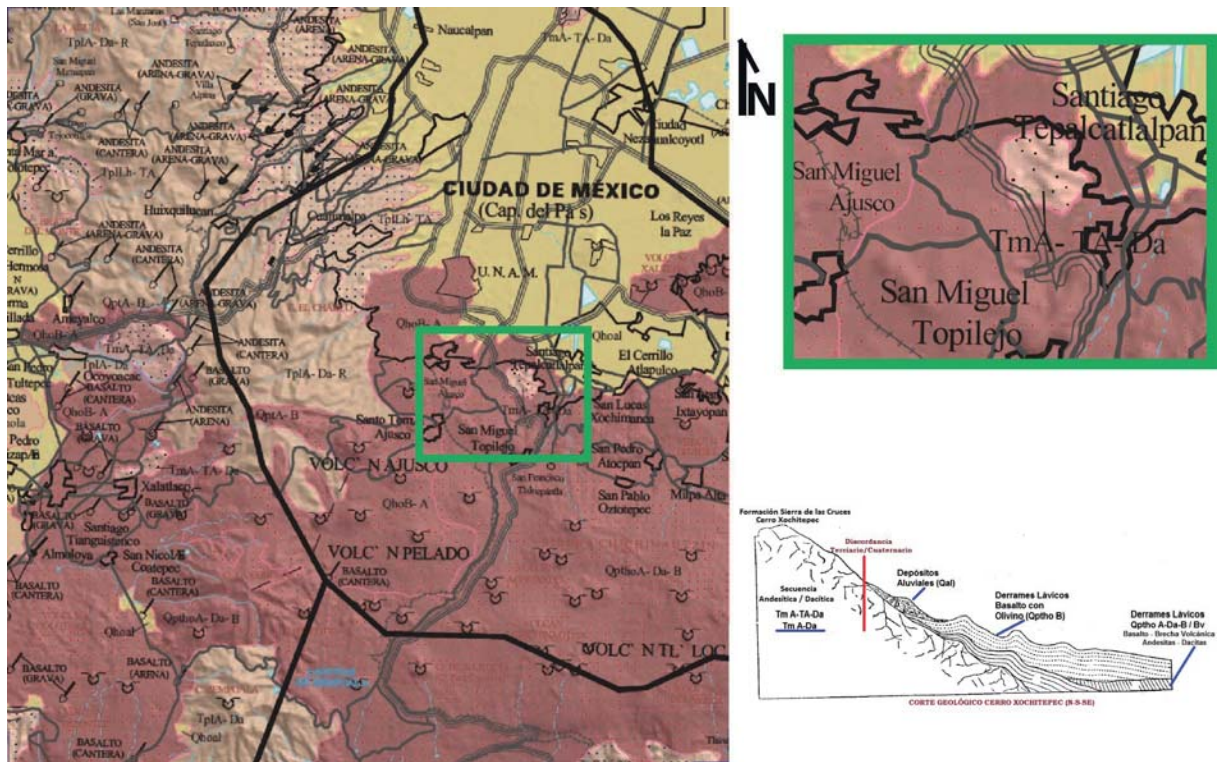


Figura 3.19 Entorno Geológico del Cerro Xochitepec y Flujos de lava asociados.

Fuente: Elaboración propia IGg-UNAM (2014). Modificado de Carta Geológico Minera E14-2, Servicio Geológico Mexicano (2009) y apuntes estratigráfico de "Las Rocas Eruptivas del Suroeste de la Cuenca de México". Instituto Geológico de México-Secretaría de Fomento. Ezequiel Ordoñez, Antonio del Castillo (1895).

Del análisis de los flujos de lava del Volcán Xitle, se desprende que las corrientes o derrames lávicos desarrollaron una ruta en dirección hacia el N.E. y fueron adaptándose a las depresiones del terreno, pues las barrancas y arroyos inmediatos siguen precisamente esta dirección. Algunos cerros formados de andesitas fueron flanqueados y quedaron al descubierto en medio de las corrientes de lava, como el cerro Zacatépetl y el cerro Xochitepec (ambos entre 60 m. y 90 m. de altura sobre los basaltos). De aspecto muy semejante al Xitle, por la fluidez y el derrame hacia el Norte de sus lavas, es el Volcán Yololica también referido como Xicalco por Ordoñez y Del Castillo (1895) en su descripción estratigráfica de las rocas eruptivas del suroeste de la Cuenca de México, cuyo cráter es más pequeño y menos profundo que el del Xitle. El Yololica caracterizado por tener un pequeño cráter adyacente (cerro de la Magdalena) de tipo andesítico porfídico con piroxeno, desplazó sus flujos lávicos rodeando algunos cerros andesíticos, siendo el más notable el cerro Xochitepec donde el escurrimiento datado al holoceno (Delgado, et.al, 1998) se bifurcó hasta encontrarse con derrames aún más antiguos (del pleistoceno) en el mismo campo volcánico del Chichinautzin. La discordancia descrita aunada a la pendiente de las

laderas (Figuras 20a y 20b) pueden someter al terreno a deslizamiento de materiales lo cual implica tomar medidas de prevención de riesgo.

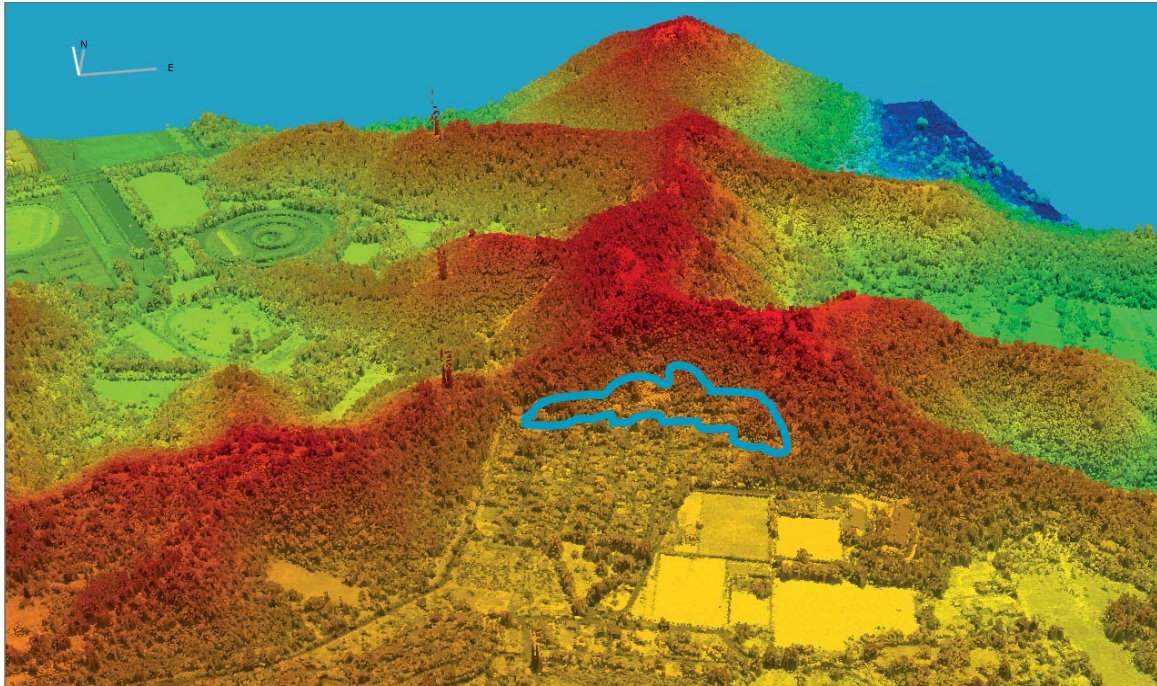


Figura 3.20 a Perspectiva altimétrica (S.-N.) del Cerro Xochitepec, apreciándose la zona de contacto de la Discordancia en la ladera que influye en los Lotes más próximos del Asentamiento Humano Irregular denominado **Valle Verde**.

Fuente: Elaboración propia IGg-UNAM (2014), con base en Geoprocesamiento LIDAR.

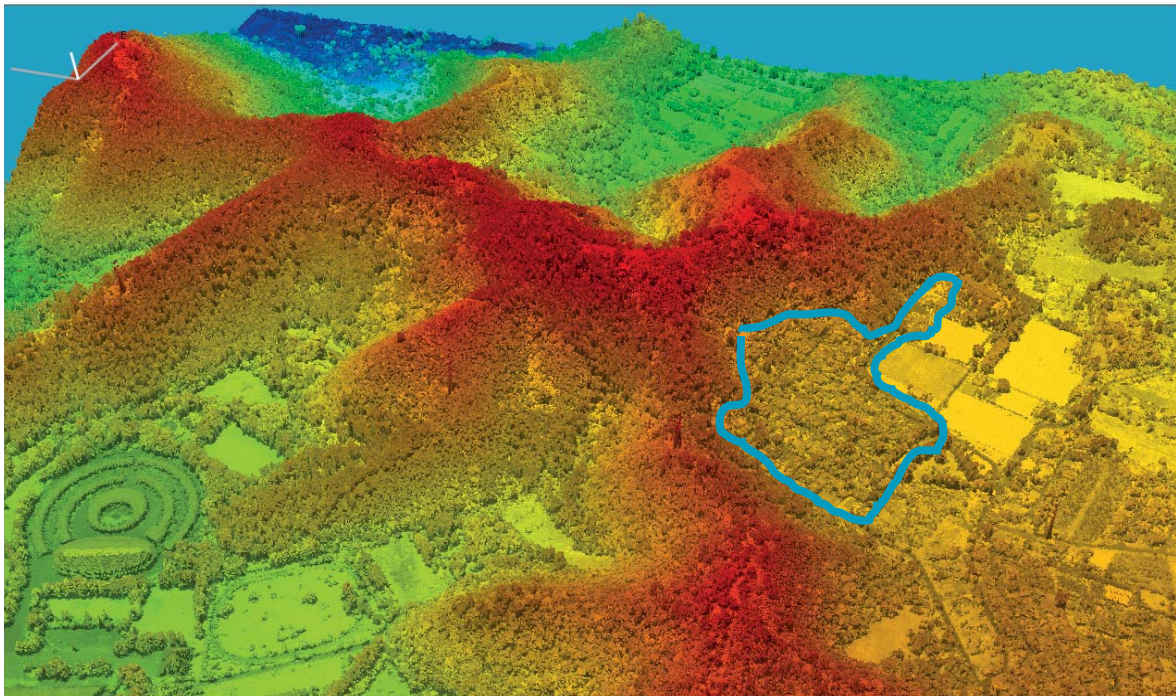


Figura 3.20b Perspectiva altimétrica (S.-N.E.) del Cerro Xochitepec cuyos plegamientos en su parte baja flanquean al Asentamiento Humano Irregular denominado **Valle Verde**, cuyas laderas denotan la fragilidad del terreno.

Fuente: Elaboración propia IGg-UNAM (2014), con base en Geoprocesamiento LIDAR.

Con la finalidad de analizar la topografía desde la Autopista México-Cuernavaca hacia el polígono del Asentamiento Humano Irregular denominado **Valle Verde**, se precisa el comportamiento del terreno mediante el modelo digital del terreno LiDAR, esto para lograr un contexto general de precisión, respecto a las elevaciones adyacentes caracterizadas por plegamientos andesíticos de la Formación Sierra de las Cruces (Cerro Xochitepec) y obtener el perfil de terreno (Figura 3.26), que aporta una descripción analítica de la inclinación del terreno y por la cual se determinan los peligros susceptibles de configurarse por la estructura litológica y las características del sustrato edáfico asociado al entorno de la zona en estudio que previamente se han señalado.

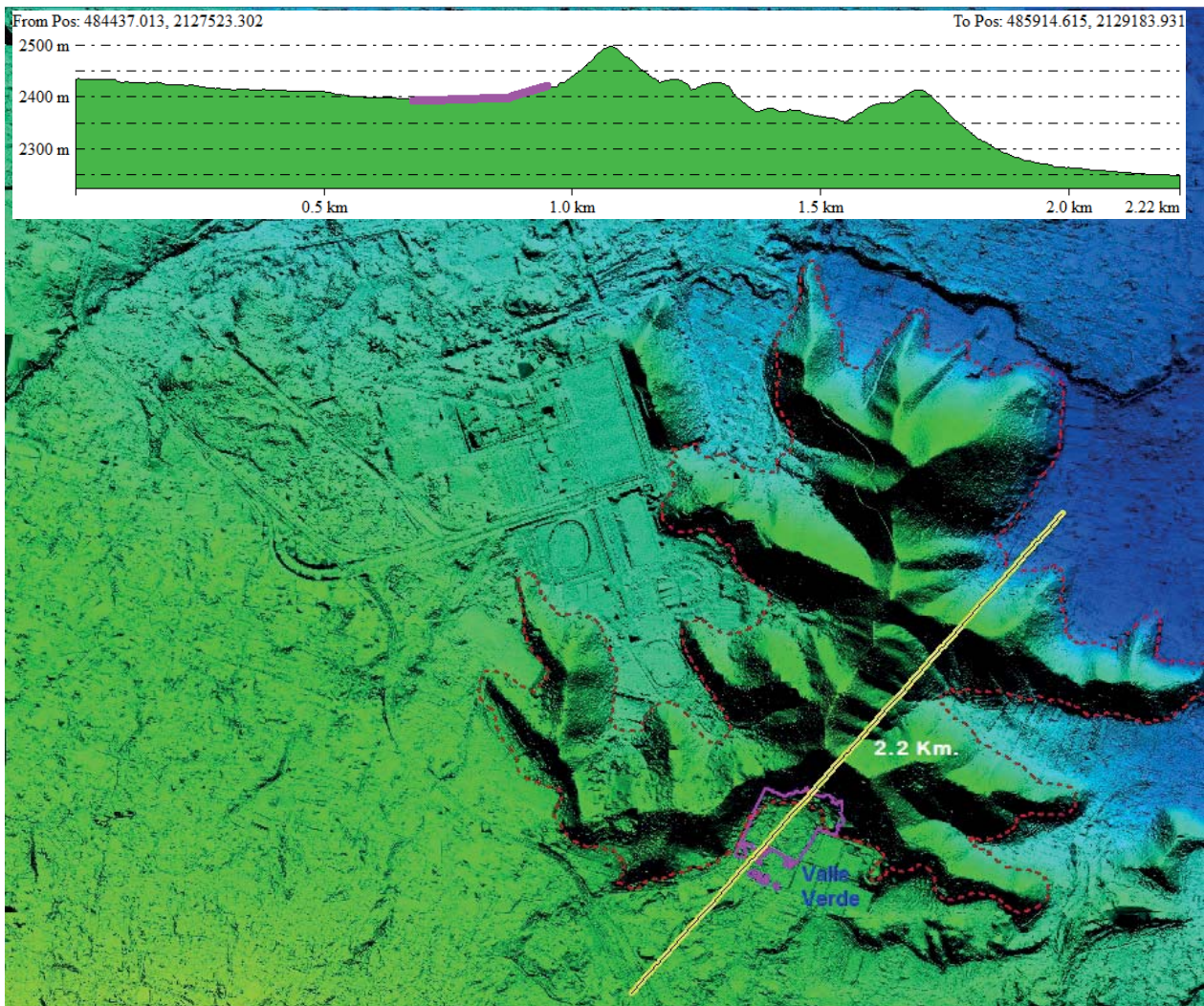


Figura 3.26 Perfil de Terreno con cobertura territorial de 2.2 km. del Asentamiento Humano Irregular denominado **Valle Verde** respecto a la Autopista México-Cuernavaca y las Formaciones andesíticas adyacentes.

Fuente: Elaboración propia IGg-UNAM (2014), por tratamiento Digital LiDAR.