

sinestral y otras asociadas, presentan sismos que pueden alcanzar magnitudes considerables y afectar áreas muy grandes según su geometría⁹⁷, tienen períodos de retorno más espaciados (cada 100 a 200 años), algunos terremotos de menor magnitud pueden ser generados por segmentos de las fallas de transurrencia de esta zona, como los ocurridos en Las Verapaces en diciembre de 1995 y enero de 1996⁹⁸.

Las fallas locales producen sismos generalmente de magnitud moderada (entre 4.0 y 6.5), muy superficiales (profundidad < 15 kilómetros) y que ocurren con mucha frecuencia a lo largo del arco volcánico, en promedio uno cada 2.5 años⁹⁹. Algunas de estas fuentes sísmicas se ubican dentro del valle de Guatemala y han afectado a la Ciudad Capital y áreas aledañas, con sismos de magnitudes equivalentes a 7.5 en la escala de Richter¹⁰⁰.

Estas fallas locales parece que se caracterizan por generar enjambres de sismos, como la actividad sísmica ocurrida en el valle de Guatemala en septiembre de 1988 (generadas en la zona de fallas de Pinula); un sismo de respetable magnitud que causa daños considerables, seguido de sus respectivas réplicas como el ocurrido en la Capital en 1917; sismos moderados generados por fallas inversas como el que destruyó la ciudad de San Miguel Uspantán, Quiché en 1985; o bien sismos generados por fallas locales no bien reconocidas, que se encuentran ubicadas dentro del territorio nacional, como el que ocurrió y dañó varias viviendas en la población de San Miguel Pochuta (Chimaltenango)¹⁰¹.

3.5. Hidrología

El valle de Guatemala forma una cuenca rellena por sedimentos cuaternarios, que está delimitada al occidente y oriente por alineaciones montañosas y sus puntos de mayor elevación lo constituyen, el Volcán de Agua con 3760 msnm y el Volcán de Pacaya con 2560 msnm¹⁰². La superficie de la cuenca se encuentra atravesada por la divisoria continental de aguas de este a oeste, la cual divide al valle en dos cuencas fluviales.

⁹⁷ ESCRIBÁ...

⁹⁸ ARCE, A. 1996.

⁹⁹ MOLINA, E. *et al.* 1996.

¹⁰⁰ GUATEMALA. MUNICIPALIDAD...

¹⁰¹ ARCE...

¹⁰² GUATEMALA. INSIVUMEH / IGN / ONU...

a. Hidrografía

Las corrientes fluviales del valle forman dos cuencas principales (Fig. 3.2): la del Río Las Vacas que drena al río Motagua, en el norte y la del Río Villalobos al sur de la divisoria continental, el cual drena hacia el Lago Amatitlán. En época de lluvias o por la influencia de las tormentas, los caudales de estos ríos aumentan rápidamente, alcanzando valores relativamente grandes, pero luego que ha pasado el efecto de las lluvias, los caudales también descienden rápidamente, pero cuando se trata de precipitaciones de mayor duración (de origen ciclónico), los caudales altos se mantienen durante períodos más largos, lográndose un mayor almacenamiento en las cuencas¹⁰³.

El sistema hidrográfico de ambas cuencas, forma una red de drenaje joven, de tipo dendrítico, en donde se observan grandes pendientes en la cabecera de la cuenca y relativamente bajas en los tramos cortos de confluencia. Debido a la geomorfología de los cauces y por las grandes pendientes desarrolladas, el régimen de las aguas superficiales en el valle, es típicamente torrencial, pero debido al desarrollo antrópico y a la distribución natural de la lluvia (+/- 6 meses de lluvia), la regulación natural del agua se ha deteriorado, llegando a presentar caudales superficiales bastante altos y de poca duración en invierno y muy bajos o inexistentes en verano.

Debido al régimen torrencial de las aguas en las cuencas, se genera un gran arrastre de sedimentos y un almacenamiento reducido de agua. Durante la estación seca, los caudales se reducen considerablemente traduciéndose el almacenamiento subterráneo en un flujo base bajo y probablemente una circulación profunda de mayor importancia.

Como consecuencia de la litología del valle, las corrientes torrenciales cortan profundamente los cauces, observándose con frecuencia cauces estrechos con taludes de verticales a subverticales¹⁰⁴. En ocasiones el curso de algunos ríos están definidos por fallas de rumbo variado, lo cual es evidencia del control tectónico de la red de drenaje¹⁰⁵.

¹⁰³ Idem.

¹⁰⁴ Idem.

¹⁰⁵ Idem.

b. Hidrogeología

En el valle de Guatemala se distinguen dos acuíferos, que debido a sus características geológicas, tienen buena conexión hidráulica entre sí, según lo que se ha comprobado en estudios de isótopos ambientales¹⁰⁶. El acuífero superior está constituido, por los depósitos piroclásticos cuaternarios, los que se presentan en ocasiones compactos o sueltos, mal clasificados y mal estratificados y ocasionalmente existen intercalaciones de sedimentos fluvio-lacustres, paleosuelos y lavas. El acuífero inferior está formado por rocas volcánicas terciarias que se encuentran entre los 200 y 500 metros de profundidad, muchas de las cuales están fracturadas y debido a sus características de permeabilidad, extensión y espesor, constituye el principal acuífero del área¹⁰⁷.

El nivel freático del acuífero superior tiene una disposición general similar a la superficie del terreno, lo cual condiciona el escurrimiento del agua subterránea, permitiendo en ocasiones, que parte del flujo se dirija hacia algunos cauces superficiales, formando el caudal base de estos cursos. Hacia el norte del valle, los piroclastos del acuífero superior se encuentran más compactos, mientras que al sur, los piroclastos se encuentran más sueltos.

Los piroclastos tienen una permeabilidad primaria, pero generalmente es baja debido a la presencia de material fino y a su compactación. Estos materiales tienen una porosidad media de 16% y debido a la litología y a la compactación del material, el agua subterránea se encuentra en condiciones libres y de semiconfinamiento.

Los depósitos cuaternarios se diferencian entre sí por sus cualidades hidrogeológicas: Los depósitos de caída tienen buena permeabilidad, pero su reducido espesor es un factor limitante, mientras que los depósitos de flujo tienen permeabilidades muy bajas; los depósitos de sedimentos fluviales y lacustres tienen un volumen reducido, y además los depósitos lacustres (principalmente arcillo-limosos) poseen una permeabilidad muy baja; los paleosuelos representan acuífugos delgados y extensos que dificultan la infiltración a capas inferiores¹⁰⁸. Las lavas terciarias forman afloramientos continuos al norte y al sur del Lago de Amatitlán y esporádicos al este y oeste del valle. El espesor de ellos parece ser mayor de 220 metros, estando saturados aproximadamente los primeros 200 metros y presentan una permeabilidad secundaria que alcanza valores altos al sur del valle debido a su intenso fracturamiento.

¹⁰⁶ Idem.

¹⁰⁷ Idem.

¹⁰⁸ Idem.

Además de estos acuíferos, existen las calizas cretácicas del norte del valle y al parecer, posee una importancia limitada como acuífero, debido a que las zonas donde aflora son muy reducidas, además que fuera de estas zonas es probable encontrarlas pero a gran profundidad. A pesar de esto y debido al intenso fracturamiento que se observa en los pocos afloramientos de las mismas, localmente, las calizas podrían tener cierto interés hidrogeológico.

3.6. Suelos

Los suelos del valle están formados principalmente por materiales piroclásticos (algunos de los cuales son compactos, hasta una profundidad de algunos metros)¹⁰⁹ que se presentan terrosos y generalmente con ausencia de cristales; las partículas son vesiculares y rugosas en la superficie y presentan en su interior gran cantidad de pequeños canales microscópicos¹¹⁰. En algunos puntos aflora el basamento rocoso, mientras que en las partes bajas del valle, se encuentran suelos formados por depósitos aluviales muy recientes. En el valle, el suelo comúnmente es de 1 metro de espesor, mientras que hacia el norte a lo largo del Río Las Vacas, la capa de suelo se adelgaza rápidamente hasta menos de 0.50 metros dentro de una distancia horizontal de 10 kms.¹¹¹.

3.7. Deslizamientos en el Valle de Guatemala

Debido principalmente a las características de las rocas que cubre el valle, el terreno es muy propicia para la generación de deslizamientos, principalmente al norte y sur, hacia donde corren las corrientes fluviales que forman una red de cañones con laderas abruptas. Además de las características de los materiales que forman el valle, hay que considerar los principales factores de disparo locales y que anteriormente han sido importantes para la generación de deslizamientos: Las

¹⁰⁹ MONZON y MOLINA. *sin fecha*.

¹¹⁰ KOOSE, F.A. 1978.

¹¹¹ Harp...

altas precipitaciones pluviales, la construcción de viviendas en las orillas de cañones abruptos y/o en las laderas de los mismos, y la sismicidad característica de esta parte del país.

El INSIVUMEH (1991), realizó un inventario de los deslizamientos que han ocurrido en Guatemala durante casi un siglo (1881-1990), pero debido a la fuente disponible de información (la Hemeroteca Nacional), el inventario sólo involucró fenómenos que merecieron algún interés periodístico, además que la gran mayoría de las notas, seguramente no fueron hechas de manera técnica además que pudieron haber sido distorsionadas por los periodistas. Estas circunstancias, seguramente influyó a que la información recabada, no tomara en cuenta una gran cantidad de fenómenos en el país. A pesar de lo anterior, hay que tomar en cuenta la importancia de este inventario como el primero que se ha hecho de los fenómenos de este tipo que han afectado a Guatemala.

Tomando los datos de los deslizamientos generados en el departamento de Guatemala durante el decenio 1980-1989, y con los datos de precipitación pluvial del departamento para el mismo período de tiempo, se realizaron las gráficas de deslizamientos para departamento de Guatemala (Gráfica 8.1a), y la de precipitación pluvial promedio por mes (Gráfica 8.1b). En estas gráficas, se puede observar que la incidencia de deslizamientos, al igual que la precipitación pluvial, tienden a aumentar de enero a septiembre, para luego descender bruscamente hasta diciembre.

Hay que tomar en cuenta que en muchos de los desastres que han generado estos deslizamientos, se han debido principalmente a presencia de construcciones en las orillas superiores y en las bases de los cañones que limitan el valle de Guatemala, tanto al norte como al sur, además que a pesar de que los sismos pueden generar deslizamientos, la mayor cantidad de sismos generados son de baja intensidad, y por lo cual difícilmente producen grandes deslizamientos. Con anterioridad, y en base a observaciones de campo, se ha determinado que los grandes deslizamientos únicamente se generan con sismos de una intensidad mínima de VI en la Escala Modificada de Mercalli¹¹².

¹¹² Idem.

Segunda Parte
Area de Estudio

4. AREA DE ESTUDIO

Chinautla (municipio del departamento de Guatemala) se encuentra en el extremo norte de la meseta que forma el graben del mismo nombre, en una zona donde las remociones en masa son muy comunes debido principalmente a la presencia de cañones de laderas muy abruptas con profundidades mayores de 100 metros, también porque la mayoría de las rocas forman unidades poco coherentes y la zona se encuentra atravesada por fallas tectónicas secundarias.

Sumado a las características intrínsecas del terreno, hay que considerar la interacción que existe entre estos fenómenos con la neotectónica y el clima (Luis Fauqué, 1996, com. escrita) y la presencia de corrientes fluviales, las que en los últimos años han aumentado su caudal por los aportes de los desagües de gran parte de la capital.

4.1. Selección del área

El área de trabajo (Fig. 4.1), fue seleccionada porque posee características adecuadas para la generación de remociones (fisiografía, litología y estructuras geológicas), así también porque presenta zonas urbanizadas y obras de infraestructura de importancia, todo lo cual influye para estimar que posee una alta amenaza por deslizamientos. Entre las zonas urbanizadas que existen en el lugar, se encuentra la población de Santa Cruz Chinautla, que ha sido afectada por remociones desde hace muchos años¹¹³; varias colonias populares; algunos asentamientos humanos precarios que regularmente se ubican en las laderas de los cañones (la mayoría muy inestables) y/o en las angostas cimas de lomas y finalmente, las urbanizaciones que en la actualidad se realizan en las partes planas del sector sur.

El área está atravesada por la carretera que comunica no solo a Santa Cruz Chinautla, sino que también a otras comunidades ubicadas hacia el norte y que ha sido afectada anteriormente por movimientos de laderas, dificultando las comunicaciones terrestres y en ocasiones, hasta aislando las comunidades. Tanto dentro como en los alrededores del área, se

¹¹³ Algunos autores hablan que los deslizamientos han producido problemas en la población, desde que esta fue fundada hace aproximadamente 300 años.

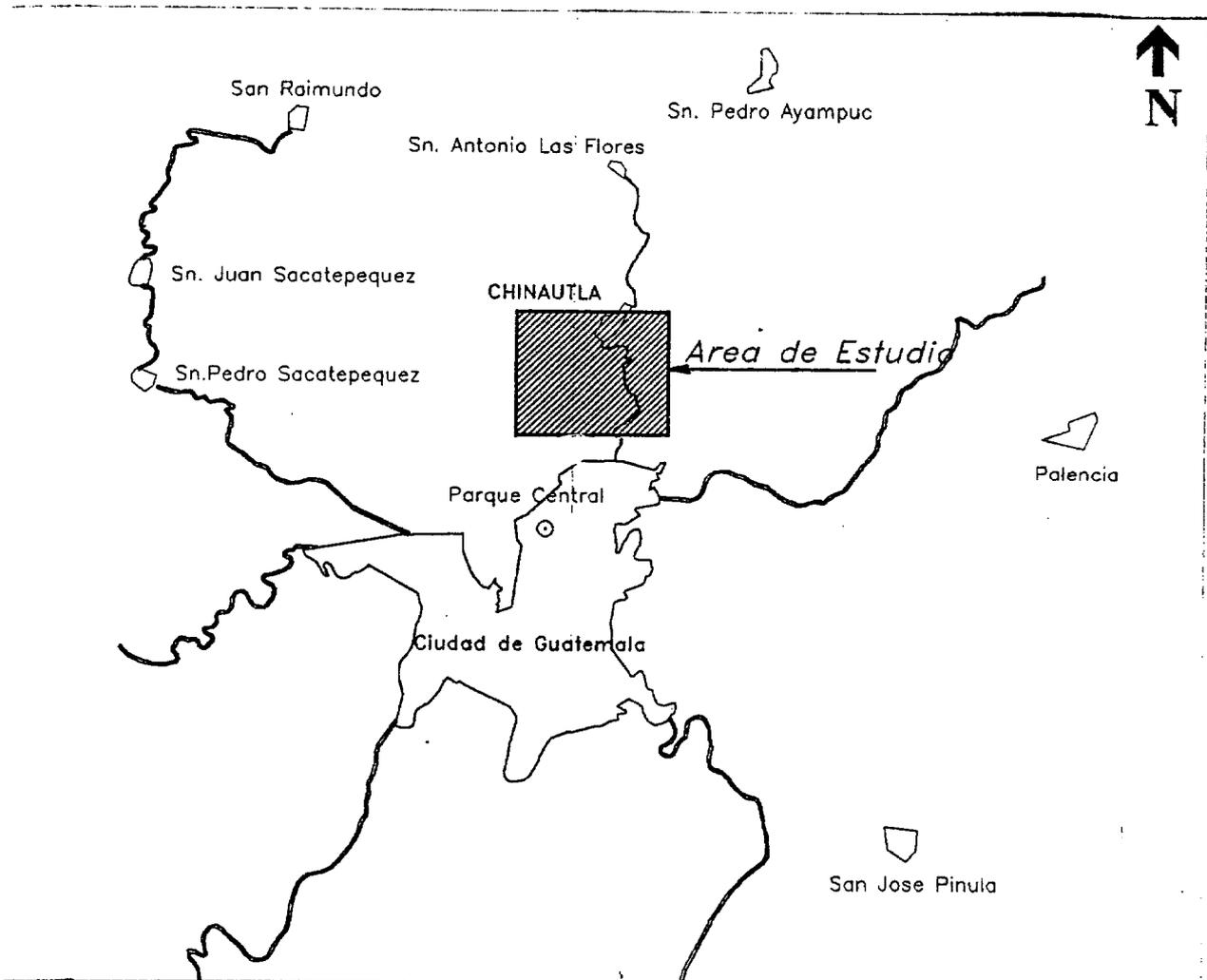


Figura 4.1. Mapa de ubicación de Chinautla (Guatemala) y del área de estudio.

realizan trabajos de extracción de minerales no metálicos, los cuales de manera directa o indirecta, contribuyen con la activación o aceleramiento de las remociones locales.

Los ríos que atraviesan por la zona (Chinautla, Tzajá y Las Vacas), se unen al norte del área y recientemente sus caudales han aumentado y por sus altos contenidos de sedimentos (debido a que son utilizados para descargar desagües), su poder erosivo aumenta constantemente, lo que facilita la generación de remociones por acción hídrica.

4.2. Localización y ubicación

El área abarca una extensión de casi 21 km² en el municipio de Chinautla y el límite sur está a casi 4 kilómetros al norte del centro de la Capital (Figura 4.1). Los límites aproximados están dados por las siguientes coordenadas¹¹⁴:

Vértice	Norte UTM	Este UTM
A	1627000	771000
B	1622860	771000
C	1622800	766000
D	1627000	766000

Las colindancias son (Figura 4.1): Al norte con algunos cantones de Santa Cruz Chinautla y casi a 1 kilómetro más al norte, se encuentra la confluencia de los ríos Tzajlá y Chinautla con el río Las Vacas; al oriente con el Río Las Vacas y la zona 6 capitalina (al este y sudeste); al sur con el Hipódromo del Norte, la Finca El Zapote y colonias de las zonas dos y seis de la capital; al sudoeste con el asentamiento El Granizo y la comunidad Tierra Nueva (zona 7), al oeste con la comunidad Sacoj y al noroeste con la comunidad Sacojito (ambas de la zona diecinueve).

4.3. Accesibilidad

Los principales accesos son los que comunican Santa Cruz Chinautla y las comunidades de Sacoj y Sacojito, con el centro de la Capital. La carretera que conduce a Santa Cruz Chinautla, es de terracería, comunica la ciudad con otras poblaciones que se encuentran más al norte (Fig. 4.1) y se encuentra en muy mal estado a causa de la falta de mantenimiento. Debido a que la parte sur de Chinautla está dentro de los límites de la Capital, las vías de acceso están asfaltadas, principalmente al sudeste del área.

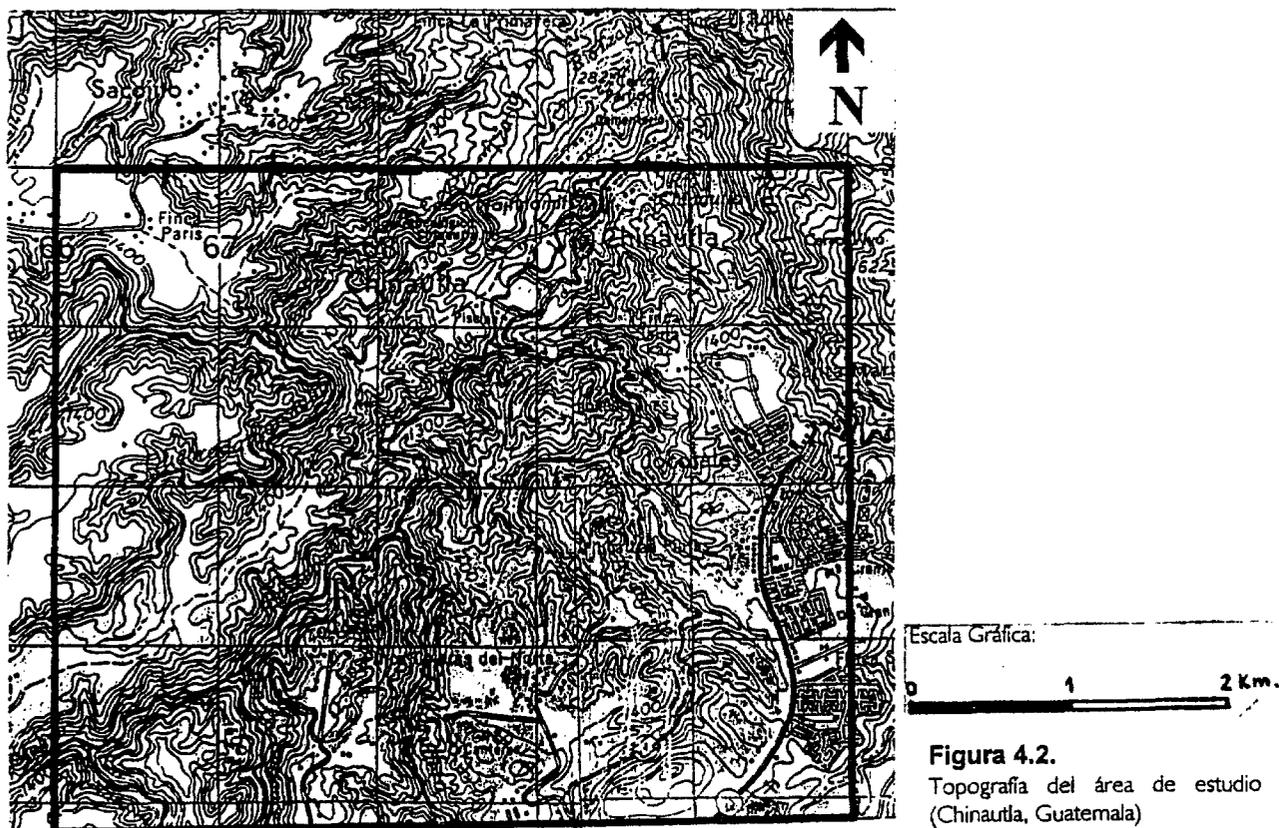
Aproximadamente hace dos años se construyó otra carretera, utilizada principalmente para el transporte de la arena que se explota al norte del área y que comunica la zona 6 con la confluencia de los ríos. Esta carretera fue construida en la ladera de un cerro que está constituido por materiales poco consolidados, los cuales son fácilmente erosionados por el agua,

¹¹⁴ Coordenadas UTM, tomadas de las Hojas Topográficas San Juan Sacatepequez (Primera Ed., nov. de 1978, quinto tiraje. IGN) y San Pedro Ayampuc (Primera Ed., marzo de 1964, primer tiraje. DG de C).

llegando a formar grandes cárcavas en todo su trayecto, lo que dificulta el paso. Además de los principales accesos, existen algunos caminos vehiculares abandonados o poco utilizados, veredas peatonales muy transitadas por los pobladores; estos caminos vecinales son de mucha utilidad para llegar hasta algunos sectores.

4.4. Topografía

Chinautla presenta una topografía muy variada (Fig. 4.2): superficies planas esparcidas al sur, oriente y occidente del área; cañones con una variedad de anchos y pendientes de laderas que abarcan la parte central y norte; pequeñas planicies de inundación en el extremo norte y la ladera occidental del llamado Cerro Vivo al nororiente.



Las superficies planas regularmente tienen poca pendiente, excepto hacia el suroriente, en donde se encuentran algunos cerros que son la manifestación de cuerpos calizos que afloran en el lugar y que constituyen diferencias de altura de

hasta aproximadamente 50 metros. Estos remanentes de la meseta, están limitadas al norte por laderas de cañones que en ocasiones presentan pendientes muy abruptas.

Las alturas topográficas locales varían entre 1500 (al sur) y aproximadamente 1180 msnm en Santa Cruz Chinautla, dando un relieve del lugar de casi 300 metros.

4.5. Clima y Vegetación

Según los datos de la estación meteorológica de San Antonio Las Flores, la precipitación pluvial promedio reportada para el decenio 1980-89 es de 965.4 mm, con un promedio de 79 días de lluvia por año. En el año de 1996 y por un lapso de tres meses (de septiembre a noviembre), se instaló un pluviómetro en la iglesia de Santa Cruz, y de los datos se obtuvo una precipitación pluvial promedio mensual de 141.5 mm para un promedio de 13 días de lluvia por mes.

Los suelos locales generalmente son producto de la alteración de las rocas subyacentes, siendo los más abundantes los generados sobre materiales piroclásticos, los que presentan principalmente arenas y arcillas producto de la meteorización de los materiales originales. En el caso de las rocas Precuaternarias (calizas, intrusivos y lavas), la formación de suelos es más escasa, presentándose generalmente la roca desnuda o con una pequeña capa de suelo orgánico, que en ocasiones no alcanza ni 10 centímetros de espesor.

Los suelos orgánicos son los más utilizados por los pobladores de los alrededores para realizar sus cultivos y existen principalmente en el fondo del valle del río Tzajá, en donde alcanzan espesores de casi 40 centímetros sobre los depósitos aluviales, en otros puntos del terreno, estos suelos están poco desarrollados, llegando a observarse espesores de casi 10 centímetros promedio, mientras que en algunos puntos están totalmente ausentes.

5. GEOLOGIA LOCAL

La geología se caracteriza por la presencia de intrusivos que posiblemente fueron emplazados antes de la formación del Graben de Guatemala y que posteriormente fueron cubiertos por calizas, lavas y por depósitos volcánicos. Más recientemente, los depósitos volcánicos han sido afectados por la erosión, permitiendo la generación de profundos cañones, dejando expuesto el basamento local.

En el lugar, se observa el efecto de un fallamiento normal que ha generado al menos dos depresiones tectónicas, las cuales están alineadas hacia el NE, lo que ayuda a determinar la influencia que ha tenido el Sistema de Falla de Mixco en el área. En algunos casos, los lineamientos han influido en el trazo de los ríos que cruzan por el lugar, generando un control estructural.

5.1. Litología

Para la descripción litológica local, además del análisis petrográfico, se utilizaron las tablas del Anexo 2, las que ayudaron a determinar algunas características mecánicas de las rocas y que posteriormente ayudaron en la clasificación geomecánica de las litologías existentes en el lugar.

La litología local es variada: intrusivos, calizas, lavas, depósitos piroclásticos y aluviones recientes, de los cuales los que abarcan mayor extensión, son los depósitos piroclásticos que cubren las unidades previas. La Columna Litoestratigráfica Local se presenta en la Figura 5.1, mientras que el Mapa Geológico se encuentra en el Apéndice 1.

a. Intrusivos

Según lo que se observa en las distintas exposiciones, los intrusivos constituyen el basamento del lugar, observándose dos cuerpos de composición diferente: granito y el otro al parecer, de composición diorítica.

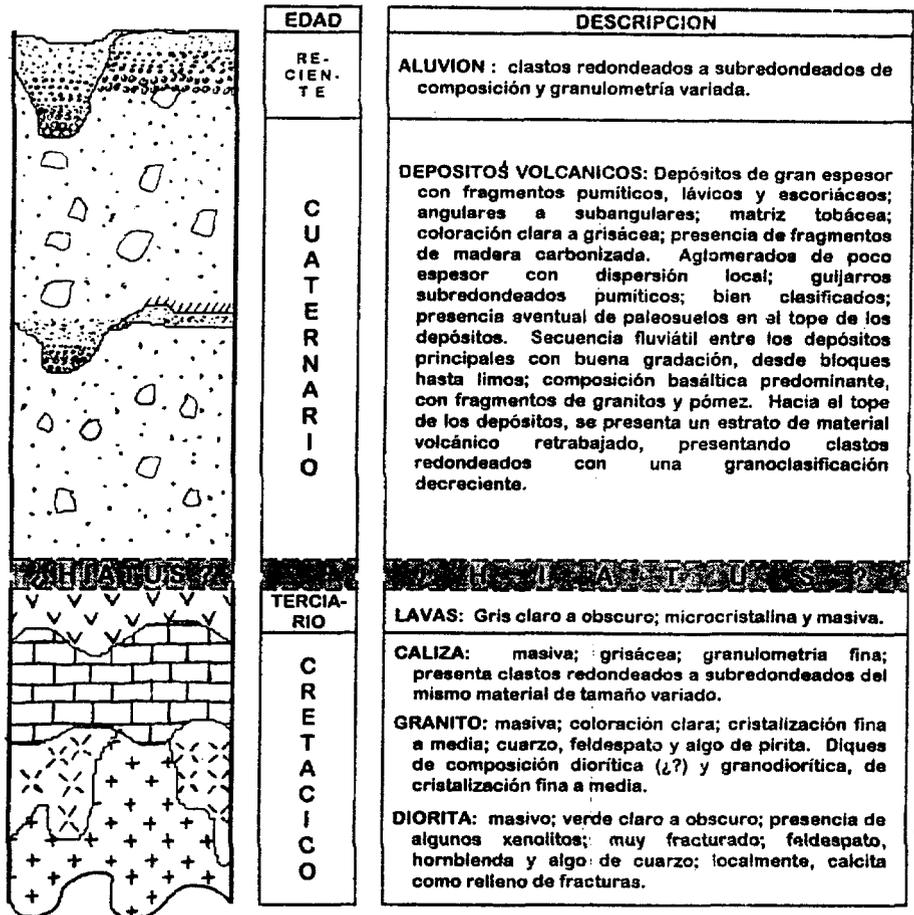


Figura 5.1. Columna Litoestratigráfica general del área de estudio (Chinautla, Guatemala).

a.1. Diorita

En las márgenes del Río Las Vacas, aflora un intrusivo, el cual está profundamente cortado por el cauce del río, formando cortes de hasta casi 50 metros de altura y se encuentra cubierto por depósitos fluviales y volcánicos. Este intrusivo presenta una cristalización preferentemente fanerítica, la composición mineralógica fue determinada con ayuda de secciones delgadas, estableciéndose la presencia de hornblenda, feldespato y algo de cuarzo, con presencia de algunos minerales oscuros. La presencia de cuarzo disminuye en las muestras que se obtienen hacia el sureste del área, en donde la coloración es más oscura y la granulometría es mucho más fina.

En los afloramientos se observa una pátina de alteración de coloración pardusca, pero donde aflora la roca sana, la coloración es verdusca variando de tonalidad desde clara a oscura, producto de la presencia de minerales de dicho color. En general, se presenta sin alteración evidente, fuertemente coherente y con una regolita de pocos centímetros de espesor.



Figura 5.2. Afloramiento de diorita mostrando la presencia de xenolitos de rocas de coloración más oscura (Quebrada Santa Faz)

En una quebrada que nace en la colonia Santa Faz, existe un afloramiento del intrusivo, donde se presentan xenolitos de coloración más oscura que el intrusivo y que podrían ser fragmentos de material más denso, posiblemente arrastrado por el cuerpo principal en su ascenso (Fig. 5.2).

La diorita se presenta desde medianamente a muy fracturada (Figura 5.3), formando bloques que varían desde algunos centímetros hasta casi 1 metro de largo, sin que la mayoría de las fracturas presenten algún relleno posterior, aunque localmente en las partes topográficas altas, cerca del contacto con los depósitos

volcánicos, se presentan fracturas rellenas, posiblemente con el producto de la infiltración de aguas meteóricas que transportaron los materiales finos de los depósitos volcánicos superiores.

Cerca del puente Santa Marta (sobre el río Las Vacas), se encuentran evidencias del relleno de calcita en pequeñas fracturas, seguramente como producto de mineralización secundaria originada por la filtración de aguas meteóricas cargadas con carbonatos provenientes de las calizas que afloran al sur.



Figura 5.3. Diorita con un fracturamiento variado: muy fracturado (izq.) y medianamente fracturado (der.) (Margen del Río las Vacas, Colonia Santa Faz)

a.2. Granito

En los alrededores de Santa Cruz Chinautla, aflora un granito cortado parcialmente por los cauces de los ríos Tzajá y Chinautla que presenta exposiciones en cortes de carretera al sur del poblado y en las márgenes de los ríos. Generalmente, este intrusivo subyace los depósitos volcánicos cuaternarios.

El granito presenta una cristalización que varía de fina a media, pero debido al alto grado de meteorización predominante, la mineralogía es difícil de determinar, excepto por algunos puntos donde se observa la presencia de cuarzo y feldespato, además de las evidencias de pirita encontradas en el Cerro Vivo, donde aflora un granito posiblemente similar al que existe en los alrededores de Santa Cruz.

En la mayoría de afloramientos, el granito presenta una coloración pardusca (producto del intenso intemperismo), mientras que la coloración de la roca sana generalmente es clara. Se presenta desde algo hasta totalmente alterado (formando una capa de regolita de más de un metro de espesor), muy fracturado, es quebradizo y en los lugares donde forma regolita, los materiales se presentan medianamente compactos.

a.3. Diques

Los intrusivos están cortados por una serie de diques de un espesor que varía desde pocos centímetros hasta casi un metro presentando una composición variada. Al este de la Colonia Arimany y en la margen occidental del Río Las Vacas, está expuesto un dique de coloración clara, presentando predominantemente feldespato y cuarzo. Hacia lo que parece ser el núcleo del dique, los cristales de feldespato alcanzan hasta casi un centímetro, mientras que hacia la parte exterior, el tamaño de los cristales disminuye hasta algunos pocos milímetros.

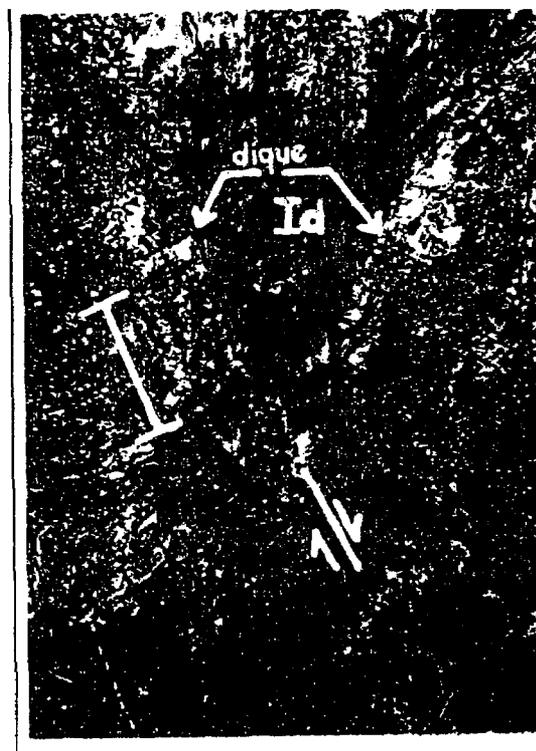


Figura 5.4. Dique cortado la diorita. El dique está cortado por una falla normal que ha desplazado el dique casi 5 metros (margen oriental del Río Las Vacas).

En las márgenes de los ríos Las Vacas y Tzajá, se observan pequeños diques de coloración clara (posiblemente de composición intermedia), los cuales cortan el cuerpo diorítico principal (Figura 5.4), pero debido a la intensa meteorización que presentan estas rocas, no se pudo determinar su composición mineralógica exacta.

a.4. Edad

Debido a que no se observa claramente la estratigrafía de los intrusivos, para estimar la datación de ambos cuerpos, se utilizaron algunos criterios empleados anteriormente por **CHIQUIN (1995)**, para la datación de unos intrusivos que se encuentran al noreste del área, en los alrededores de San José del Golfo.

Según **CHIQUIN**, el granito forma parte de un plutón que aflora desde el noroeste al noreste del valle de Guatemala, y que recibe el nombre de "Granito Tres Sábanas", mientras que la diorita posiblemente forma parte de un intrusivo de composición predominantemente intermedia que aflora al sur de San Pedro Ayampuc y que se conoce con el nombre de "Diorita Buena Vista" (IDEM).

En 1974, **MCDOWELL** (citado por **CHIQUIN, 1995**) realizó la datación de un xenolito diorítico incluido en el Granito Tres Sábanas, estableciendo una edad de 99 millones de años ubicándolo en el Albiano (Cretácico Superior). Por el contrario, en el caso del Granito Tres Sábanas, **MCDOWELL** realizó dataciones radiométricas de tipo K-Ar a biotitas de esta roca, estableciendo una posible edad de 91 millones de años (Cenomaniano, Cretácico Superior) para dicho granito, perteneciendo posiblemente a las intrusiones "Laramídicas" que se extienden al sur de Guatemala (IDEM).

b. Calizas

Las calizas afloran al sudeste y en menor proporción hacia el este, constituyendo las mayores elevaciones dentro del área y sobresalen de los terrenos planos circundantes. Estas rocas presentan una coloración grisácea oscura, son de granulometría muy fina, al parecer son masivas y están compuestas por fragmentos clásticos de variado tamaño (regularmente bloques de hasta casi 25 centímetros de diámetro), los que se encuentran redondeados y subredondeados.

Las calizas no presentan una alteración evidente, están medianamente fracturadas, encontrándose que la gran mayoría de estas fracturas se encuentran vacías, observándose ocasionalmente, relleno de calcita. La disolución de estas

rocas es mínima, notándose principalmente precipitados de carbonato en los frentes abandonados de la antigua cantera de Caleras del Norte. El espesor de estas rocas es desconocido, pero en un estudio anterior (INSIVUMEH *et al*, 1978), se ha propuesto que las calizas que afloran al norte de la ciudad Capital tienen espesores mayores de 250 metros.

Al parecer, estas rocas forman parte de la llamada **Secuencia Novella**, mencionada por INSIVUMEH *et al* (IDEM), y que originalmente formaron parte de algunos bloques de calizas del Cretácico Inferior que existen al este del área, pero que es posible que posteriormente (talvez a finales del Cretácico Superior) fueran desplazados y ubicados sobre los intrusivos emplazados durante el Cretácico Superior (INSIVUMEH *et al*, 1978), lo cual ayudaría a aclarar la razón por la que rocas más antiguas (calizas), en el presente estén sobreyaciendo los intrusivos que son más recientes.

Actualmente estas rocas están cubiertas casi totalmente por los depósitos volcánicos Cuaternarios, sobresaliendo únicamente las partes altas de la unidad completa.

c. Lavas

Las lavas afloran al noreste, presentando buenas exposiciones en los cortes de la carretera que conduce a San Pedro Ayampuc, entre la Colonia Jocotales hasta el puente Santa Marta. Estas rocas presentan una coloración grisácea que varía de clara a oscura, tienen una composición intermedia (posiblemente andesítica), sobreyacen la diorita y su cristalización es evidentemente microcristalina, presentándose algo alteradas, muy fracturadas (hasta fragmentadas), quebradizas y formando regolita de poco espesor.

Debido a que las lavas afloran únicamente en el sector noreste, es de suponer que los flujos lávicos fueron de expansión muy localizada dentro del área y al parecer, son parte de emisiones lávicas de finales del Cretácico o inicios del Terciario (Según INSIVUMEH *et al*, 1978)

d. Depósitos Volcánicos

Los depósitos volcánicos están compuestos por una alternancia de depósitos de flujo y de caída de piroclastos, constituyen las superficies topográficas planas que se encuentran al sur, sudoeste y sudeste del área, cubriendo las rocas

preexistentes en forma total o parcial. Estos depósitos presentan espesores totales de casi 150 metros sobre las otras rocas y constituyen el principal material donde han sido construidos la mayoría de los cañones en la zona.

d. I. Depósitos de Flujo

Se diferencian tres depósitos de flujo de espesores variables (entre 10 y casi 60 metros), no presentan gradación y están constituidos por fragmentos de piroclastos subangulares hasta angulares, de varios tamaños (desde lapillis hasta bloques de casi 20 centímetros de largo) y fragmentos líticos arenáceos (lávicos y escoriáceos), los cuales están dentro de una matriz tobácea. El depósito más antiguo presenta una coloración clara, aflora en las partes topográficas bajas, formando cortes verticales de más de 20 metros de altura sobre las rocas preexistentes.

El segundo depósito parece ser el de menor distribución en el área, ya que únicamente se observa en algunos puntos, siendo los más importantes los que se observan en un escarpe de deslizamiento en la ladera sudoeste del Cerro Partido (márgenes del río Tzajjá), en el depósito de remoción formado en la colonia El Paraíso y en la margen oriental del río Las Vacas. La coloración del depósito es grisáceo, el cual lo diferencia de los otros depósitos que son de coloración clara. En algunas exposiciones se observa que este depósito está compuesto por fragmentos escoriáceos de composición basáltica, los que se encuentran dentro de una matriz preferentemente de lapilli de la misma composición. Es posible que los materiales que constituyen este depósito, hubieran sido depositados en depresiones existentes en el terreno en el momento de la emisión, lo cual permitiría establecer la distribución tan localizada del mismo.

El depósito más reciente, al igual que el primero, presenta una extensa distribución areal y una coloración clara, pero casi llegando al tope del mismo (como se observa en la cima de algunos cerros), se presenta una capa de pocos centímetros con una coloración rosada, que contrasta con la coloración del resto del depósito.

En algunos cortes de terreno, se observan restos de carbón vegetal, el cual en ocasiones se presenta en perfecto estado de conservación, donde aún se puede observar la textura original del tronco, lo que se pudo constatar en las laderas de la Quebrada Pansigüir. La presencia de esta madera carbonizada, es un indicio claro de que los troncos del lugar fueron carbonizados al momento de la deposición de los materiales que componen dicho depósito.

Los depósitos de flujo se presentan masivos y macizos con fracturas aisladas, pero donde los depósitos han sido removidos de su sitio original y constituyen depósitos de remociones, se observan poco fracturados, formando bloques de algunos metros de longitud (en el caso de materiales masivos), aunque también existen depósitos que no presentan ninguna coherencia en sus materiales.

En algunos casos, los depósitos de flujo presentan un fracturamiento paralelo a la superficie libre de los cortes de terreno, formando bloques tabulares hasta de casi 50 centímetros de espesor, pero con sus otras dimensiones de hasta varios metros de longitud (Figura 5.5). Este fracturamiento posiblemente es producto de esfuerzos de tensión que generan los materiales en presencia de una superficie libre.



Figura 5.5. Corte en depósitos de flujo, donde se observan las grietas que separan bloques tabulares de material (Márgenes del Río Tzajjá)

d.2. Depósitos de Caída

Estos depósitos se observan únicamente en algunos afloramientos, intercalados entre depósitos de flujo y están constituidos por clastos de pómez redondeados, poco o nada cementados y que forman depósitos de aglomerados y de lapilli con espesores que varían desde casi 15 centímetros (al norte) hasta mayores de 1 metro (al sur) (Figura 5.6).

La coloración es amarillenta, producto de alteración, aunque al sur los depósitos presentan un color claro, debido posiblemente a una alteración menor. En el techo de algunos de estos depósitos se han formado paleosuelos, los cuales son indicativos de lapsos de no depositación que han proporcionado una coloración oscura a los depósitos de caída.

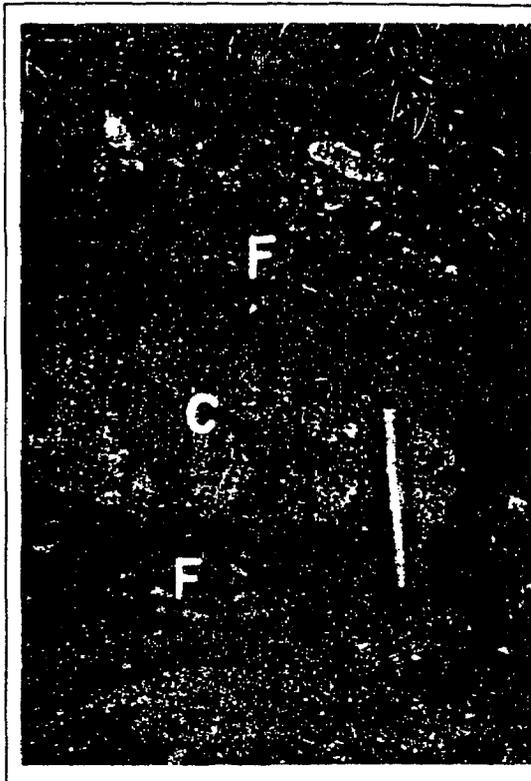


Figura 5.6. Depósito de caída (C) entre dos depósitos de flujo (F). Obsérvese los clastos pumíticos de casi 15 cms. de diámetro en el depósito de flujo superior. Corte de carretera, Finca El Zapote.

d.3. Secuencias Fluviales

Cerca de la cima del Cerro Partido, existe una secuencia fluvial intercalada entre los principales depósitos de flujo. Esta secuencia comprende varios eventos de depositación, presentando una gradación de tipo descendente desde bloques de casi 30 centímetros en la base, hasta las arenas y material limoso en el tope de la secuencia, observándose algunos paleocanales e indicios de estratificación cruzada.

La litología de esta secuencia es predominantemente basáltica, aunque se encuentran fragmentos de granito y hacia el tope, se presentan algunos fragmentos de pómez. En la parte basal de la sección se observa la presencia de una matriz limosa, posiblemente de composición pumítica.

Cerca de la cima del Cerro Najtinamit, se observa un estrato compuesto por fragmentos redondeados y subredondeados de diversa granulometría, desde lapilli hasta fragmentos pomáceos reabajados. Esta capa es indicio de la presencia de antiguas corrientes fluviales, las cuales cortaron los depósitos volcánicos del Cuaternario en distintas direcciones, ya que se encuentran indicios de estas capas de materiales reabajados, hacia el oeste y norte del área..

La presencia de la matriz tobácea de coloración rosada que se encuentra cerca del tope del depósito de flujo más reciente, es de utilidad para correlacionar las unidades locales con de las unidades del Grupo San Cristóbal, propuesto por KOCH en 1970 (según INSIVUMEH *et al*, 1978). Esta capa guía, es indicativo de la presencia del depósito de flujo que forma parte de la llamado "Unidad Los Chocoyos" (ROSE *et al*, 1979), la cual fue producto de una fuerte erupción de la caldera del Lago de Atitlán (casi a 60 kilómetros al sudoeste del área) durante el Pleistoceno.

e. Aluviones Recientes

En Chinautla, los depósitos recientes están formados por aluviones, los que comprenden fragmentos de variada litología (calizas, intrusivos, basaltos y pómez), granulometría (desde arenas hasta bloques) y formas no uniformes (existen desde fragmentos subangulares hasta redondeados). En el Río Las Vacas, los aluviones forman cortes de hasta casi 10 metros de altura, donde se observan distintas capas que reflejan variaciones en la energía aportada por las corrientes de los ríos.

En los alrededores de Santa Cruz Chinautla, el aluvión se ha formado sobre los depósitos de remociones anteriores, la granulometría predominante es arenácea y la composición lítica es variada. Este aluvión, seguramente, es indicativo del proceso erosivo al cual se encuentran sujetos los depósitos coluviales, por la acción hídrica del río Chinautla. Por lo que se observa en el campo, este aluvión descansa sobre el granito que aflora en los alrededores.

El principal aluvión se encuentra en la planicie de inundación del Río Tzajjá, al oeste de Santa Cruz. Este depósito presenta una secuencia granulométrica granodecreciente, desde pequeños bloques redondeados de intrusivos y basaltos (principalmente), hasta el tope, constituido por material limoso sobre el que se ha formado una capa de materia orgánica. Este aluvión, al igual que el del Río Chinautla, descansa sobre el granito que forma la base del río que cruza por el lugar y tiene un espesor aproximado de 1 metro (Figura 5.7).

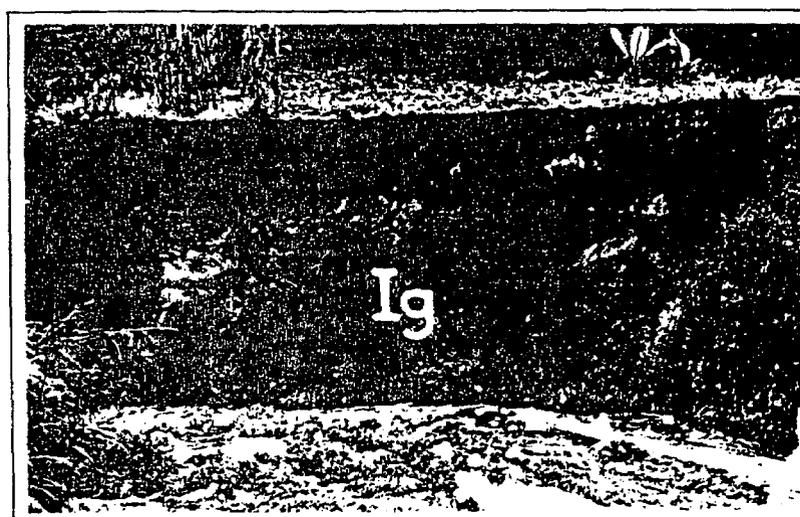


Figura 5.7. Corte de río donde se observa el granito (Ig) subyaciendo sedimentos fluviales (perfil de casi 3 metros de altura). Márgenes del Río Tzajjá.