



Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Geografía



“PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA EN EL MUNICIPIO DE HUIXQUILUCAN
DE DEGOLLADO, ESTADO DE MÉXICO”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN GEOGRAFÍA

PRESENTAN:

MARIA DOLORES GALICIA VENTURA

WLANDY MARLENE GONZÁLEZ RUIZ

ASESOR DE TESIS:

DR. LUIS MIGUEL ESPINOSA RODRÍGUEZ

REVISORES:

MIGUEL ANGEL BALDERAS PLATA

JUAN CARLOS GARATACHIA RAMIREZ

TOLUCA, MÉX. NOVIEMBRE DE 2019

AGRADECIMIENTOS

Primero que nada, Doy Gracias a dios por permitirme rehacer mi vida académica, llevar acabo y concluir este proyecto, meta importante en mi vida.

Formar parte de la Universidad Autónoma del Estado de México en la Facultad de Geografía y formar alumnos de bien.

También agradezco, a mis padres por quienes a pesar del tiempo me siguen brindando su apoyo y confianza, principalmente a mi Mami que siempre está conmigo cuando más le necesito y a mis hermanas por el apoyo moral que me brindan, a mis hijas e hijo: Yaretzi, Yamilet, y Axel Mauricio por la paciencia que me tienen y aun así me dan la oportunidad de seguir Adelante, a mi esposo Mauricio por brindarme su confianza y alentarme a obtener lo que deseo si así lo deseo.

A Todo el Grupo docente y administrativo de la Facultad de Geografía quienes me brindan el apoyo necesario.

Al Dr. Luis Miguel por su grandiosa espera, para la conclusión del proyecto.

María Dolores Galicia Ventura

AGRADECIMIENTOS

Primero que nada, agradezco a Dios por una segunda oportunidad de vida y por brindarme todo lo que tengo hasta ahora.

Un agradecimiento muy especial al Dr. Luis Miguel Espinosa Rodríguez por el apoyo, dedicación, regaños y enseñanza brindados para la culminación de este proyecto.

Gracias a mi mamá por su paciencia y apoyo incondicional: a mí papá por su confianza y sus consejos, porque siempre están ahí cuando los necesito. A mis hijas América Sofía y Sandra Paola por el amor que me tienen, y a mi esposo Sandro por la confianza, el apoyo y el amor que me brinda y por no dejar de creer en mí.

Por último, un enorme reconocimiento al personal docente y administrativo de la Facultad de Geografía por el apoyo brindado durante toda mi formación profesional y por permitirme ser parte de su historia.

Wlady Marlene González Ruiz

RESUMEN

En esta investigación se realizó un análisis sobre la distribución de los procesos de remoción en masa que se localizan en el Municipio de Huixquilucan de Degollado, y para poder determinar las zonas o lugares más vulnerables a presentar algún peligro, se elaboró cartografía morfográfica y morfométrica que en combinación con los datos de población se obtuvieron los lugares con mayor afectación.

CONTENIDO	
AGRADECIMIENTOS	I
AGRADECIMIENTOS	II
RESUMEN.....	1
CAPÍTULO I.....	5
INTRODUCCIÓN	5
INTRODUCCIÓN	6
ANTECEDENTES	8
RIESGOS NATURALES.....	11
Definiciones de Riesgo Natural	14
Variables básicas para la determinación del riesgo.....	16
PELIGRO.....	17
VULNERABILIDAD	17
CARTOGRAFÍA GEOMORFOLÓGICA	19
PROCESOS ENDÓGENOS.....	22
PROCESOS EXÓGENOS	24
PROCESOS GRAVITACIONALES.....	28
C a í d a.....	36
D e s l i z a m i e n t o.....	40
F l u j o.....	43
R e p t a c i ó n.....	44
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	45
JUSTIFICACIÓN	46
HIPÓTESIS	47
OBJETIVOS	47
General:.....	47
Específicos:	47
METODOLOGÍA	47

Carta hipsométrica o altimétrica.....	48
Carta de densidad de disección del relieve	48
Carta de órdenes de drenaje.....	49
Carta de profundidad de erosión o disección del relieve.....	49
Carta de pendientes del terreno	50
Carta de energía o amplitud del relieve.....	51
CAPÍTULO II.....	52
LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA	52
LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA	53
POBLACIÓN	54
GEOLOGÍA.....	55
GEOMORFOLOGIA	58
TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN.....	60
EDAFOLOGIA.....	62
USO DE SUELO Y VEGETACIÓN.....	65
MAPA DE ORDENES DE DRENAJE	68
MAPA DE DENSIDAD DE DISECCIÓN.....	70
MAPA DE ENERGIA DEL RELIEVE.....	70
MAPA HIPSOMETRICO	74
CAPÍTULO III.....	76
MOVIMIENTO EN MASA	76
FACTORES DEL MOVIMIENTO EN MASA.....	77
FACTORES EXTERNOS	77
CAPÍTULO IV	84
CARACTERIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA.....	84
4.1 LA MAGDALENA CHICHICASPA.....	86
4.2 SAN CRISTÓBAL.....	88
4.3 EL MIRADOR	90

4.4 AGUA BLANCA	92
4.5 LOMAS DE TECAMACHALCO	93
4.6 JESUS DEL MONTE.....	95
4.7 SAN BARTOLOME COATEPEC	97
4.8 SANTIAGO YANCUITLALPAN	98
4.9 SAN RAMÓN	100
4.10 ZACAMULPA.....	101
4.11 SANTA CRUZ AYOTUXCO.....	103
4.12 SAN FRANCISCO DOS RIOS.....	104
4.13 SAN FRANCISCO AYOTUSCO	106
4.14 EL LAUREL.....	108
4.15 HUIXQUILUCAN	110
4.16 PIEDRA GRANDE	112
4.17 LLANO GRANDE	113
4.18 IGNACIO ALLENDE	115
4.19 LA CAÑADA.....	117
4.20 LA CIMA	118
4.21 EL OLIVO	119
4.22 AGUA BENDITA	120
4.23LA GLORIETA.....	121
4.24LA HERRADURA.....	123
4.25 AMPLIACIÓN PALO SOLO	124
4.26 LAS PALMAS	125
4.27 EL HIELO.....	126
4.28 SAN JACINTO	127
4.29 SAN JOSE HUILOTEAPAN	128
4.30 SAN FERNANDO	130
CAPITULO V	131

ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS.....	131
BIBLIOGRAFÍA	135
ANEXO	139

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

Los procesos de remoción en masa, representan una serie de movimientos descendentes de material sólido o arenoso, por influencia de la gravedad. Esta acción depende de diversos factores físicos, como la geología, hidrología, edafología, grado de erosión y pendiente, esta última siendo la principal causa del acarreo de materiales.

Huixquilucan se localiza en la parte centro del Estado de México en la vertiente oriental del monte de Las Cruces en donde alcanza una altura de 3, 500 msnm y se localiza entre los dos valles el de México y el de Toluca (ver imagen 1).



Imagen 1. Vista panorámica de la cabecera municipal de Huixquilucan de Degollado, de Sur a Norte.

Las montañas del municipio de Huixquilucan de Degollado abarcan el 80% de la superficie municipal, son los restos escarpados y erosionados de dos complejos volcánicos que se sitúan al norte y sur, estos bloques de andesita están cubiertos con pinos de varias especies en las áreas más húmedas y por el complejo de madroños, pirus, tejocotes y robles en las áreas más secas (Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Huixquilucan, 2017).

La serranía tiene una orientación nor noroeste – sur sureste con altitudes de 3, 500 msnm; en ella las pendientes se encuentran entre los 30 y 45 grados con la presencia de hondas cañadas de fuertes pendientes.

Las laderas de la serranía se hallan cubiertas de brechas, que datan del Plioceno, que a su vez se encuentran cubiertas de productos cineriformes arrojados probablemente por las chimeneas volcánicas de los contornos.

El pie de monte volcánico es la zona de transición entre la sierra y la planicie, y se inicia en las estribaciones de la primera a una altitud cercana a los 2,600 msnm y llega hasta los depósitos aluviales de la planicie a los 2,200 msnm; ésta unidad es producto de la coalición de abanicos aluviales y depósitos de tobas y lahares. En la parte más amplia tiene una dimensión mayor a los 20 Km. y se encuentra al norte del Municipio, presentando pendientes que varían entre los 6 y 15 grados.

La planicie corresponde al 20% de la superficie restante y está constituida por sedimentos aluviales y lacustres, cuya formación se debe a depósitos de sedimentos de los grandes lagos que se formaron después de que la Sierra del Chichinautzin cerró la única salida de la cuenca de México. La pendiente en esta unidad se encuentra entre 0 y 6 grados (Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Huixquilucan, 2017).

Al norte y noreste del municipio se localizan áreas con erosión y descubiertas de vegetación por efecto de deslizamientos y debido al uso pecuario que se presenta en esta superficie y asociado con la expansión del área urbana. Esto, al mismo tiempo propicio la reducción en la captación de agua para la alimentación de los mantos acuíferos y la destrucción de la vegetación y fauna silvestre.

El municipio de Huixquilucan es uno de los municipios del Estado de México que tienen más bancos de material activos, como es el caso de San Cristóbal Texcalucan en donde existen yacimientos de cantera y en las localidades de la Magdalena Chichicarpa y San Bartolomé Coatepec en donde se encuentran minas de donde se aprovecha la arena, grava y tepetate. En la zona este los bancos de extracción de materiales se encuentran en menor cantidad y muchos de ellos son rellenos.

Las condicionantes para la urbanización en esta área son la presencia de fracturas y la pendiente del terreno; que puede provocar zonas de riesgo por derrumbes y deslizamientos.

Esto también debido a que el municipio se encuentra en la zona de alta sismicidad del Sistema Volcánico Transversal que se encuentra en proceso de movilidad de las placas tectónicas. El vulcanismo se localiza principalmente al nivel de grandes estrato-volcanes, que se levantan en medio de grandes llanuras lacustres Pliocénicas que forman los valles de México, Toluca y Puebla (López, 1981). Esta situación de alta sismicidad se torna crítica cuando coincide con zonas en las que se presentan fracturas y pendientes.

ANTECEDENTES

Dentro del ámbito geográfico específicamente anglosajón, comenzó el interés por las investigaciones acerca de los fenómenos naturales que ponen en peligro el bienestar de la población. Considerando que el grado de riesgo se incrementa de acuerdo con las condiciones físicas del medio y el nivel social, cultural y técnico de la población, que son los aspectos que determinan en cierto momento el grado de alteración que sufre el equilibrio de un sistema ante la presencia de estos riesgos.

En la actualidad hay trabajos muy completos sobre deslizamientos de tierras, realizados en diferentes países del mundo y al describir la evolución y origen del fenómeno, han enriquecido el tema, lo que se encuentra en estrecha relación con las medidas a tomar para evitar o frenar un proceso de este tipo.

En México, desde 1985 se realizan estudios relacionados con los riesgos de todo tipo, entre los naturales están los sismos y las erupciones volcánicas. Sin embargo, pocos trabajos tratan el problema de la remoción en masa (derrumbes, caída de rocas, reptación, etc.) y menos aún, de los deslizamientos de tierra (García, 1995).

María Teresa 1995 elaboró un estudio sobre deslizamiento de tierras en la Vega de Metztlán, Estado de Hidalgo, el cual en México es uno de los primeros que se estudia a detalle. Fue una investigación que tuvo aplicación porque

periódicamente se informó a las autoridades municipales, estatales, y al Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), de los resultados obtenidos.

Esta autora analizó datos meteorológicos y consulto informes y trabajos realizados sobre el deslizamiento de tierras como trabajo de gabinete; el trabajo de campo consistió en realizar 35 visitas en la zona de estudio y alrededores con la finalidad de ver la influencia del hombre, tomar el registro del surgimiento de nuevas formas del relieve y el registro de la velocidad de desarrollo de grietas, escarpes, terraza de flujo de tierra, etc.

La importancia de conocer el origen y evolución de un fenómeno natural como el de Metztlán, tuvo no sólo valor científico, sino también se obtuvieron medidas de mitigación para evitar pérdida de vidas humanas y el daño a construcciones. Para ello, se obtuvo un registro detallado sobre el desarrollo de este proceso.

Según Ruiz (1999) los riesgos de carácter geomorfológico, y dentro de estos los procesos gravitacionales o de remoción en masa, son uno de los fenómenos naturales que pueden ocasionar desastres de fuerte magnitud; sobre todo en aquellos sitios en los que las condiciones físicas y geográficas contribuyen a la aceleración del proceso.

Las recomendaciones que hace esta autora para aminorar el peligro de remoción en masa son: cimentación de la construcción acorde con las características del terreno, construcción de las viviendas con material que requiera de ciertos lineamientos para su utilización, para evitar su pronto deterioro y la construcción de muros de contención en cada una de las viviendas.

Dentro del contexto municipal no se han realizado estudios referentes a los riesgos geológico-geomorfológicos que en el existen, sin embargo, se han encontrado anuncios en periódicos en donde se hace referencia a la ocurrencia de estos procesos en diferentes zonas del municipio, como en el caso del Reforma con título "Previene Huixqui desastres por lluvia", y fecha 12 de julio de 2007, en donde se dice lo siguiente:

El Secretario Técnico del Ayuntamiento de Huixquilucan, Justino Mondragón, quien además preside el Comité aseguró que se han reforzado las acciones de prevención, vigilancia y corrección a zonas sensibles a deslaves, avenidas de agua

e inundaciones por taponamiento, tanto en la zona residencial como en la popular.

"Se establecieron medidas preventivas y, en casos extremos, de reubicación de familias en alta situación de riesgo, porque la orden del presidente Adrián Fuentes es la preservación de la vida antes que cualquier otra cosa, sin ningún pretexto", dijo Mondragón.

Además, aseguró que existe vigilancia y alerta permanente ante cualquier llamado ciudadano para identificar riesgos y verificar construcciones, cauces de ríos y limpieza de drenajes en zona residencial, en donde se ha detectado acumulación de basura en colectores de aguas pluviales.

"La protección civil y la preservación de vidas humanas es responsabilidad compartida, de gobiernos y sociedades en acciones conjuntas de respuesta antes, durante y después de eventualidades. En el caso de Huixquilucan poco más del 20 por ciento de su territorio tiene revisiones y vigilancia permanente de los elementos de emergencia", finalizó el titular del Comité.

Por otro lado, Vences (2007), en su trabajo de tesis titulado Remoción en masa en el cerro de Coatepec, Edo. de México, plantea que estos procesos están ocasionando un aumento de fracturas y grietas en la infraestructura de la Universidad Autónoma del Estado de México.

La metodología que utilizó fue principalmente la elaboración de cartografía geomorfológica y en conjunto con el trabajo de campo obtuvo la ubicación de los procesos de remoción que actúan en el cerro de Coatepec.

La finalidad que tiene la elaboración de la cartografía geomorfológica radica en conocer los diferentes procesos que en el municipio se presentan para minimizar los riesgos a los que se enfrenta la población.

Los resultados que obtuvo fue conocer la ubicación de los diferentes procesos de remoción, así como obtener la peligrosidad de la zona de estudio.

MARCO TEÓRICO

RIESGOS NATURALES

La mayor parte de los desastres que se generan y afectan a la humanidad se propician en la interacción hombre–naturaleza y de forma principal en el desconocimiento que existe por parte de la humanidad hacia los procesos naturales (Espinosa, 2010).

Es por eso que a partir de los años Noventa la Organización de las Naciones Unidas (ONU), acordó el establecimiento del “Decenio Internacional para la Reducción de Desastres” (1990–1999) y a través de esta facilitar y resaltar la importancia a la investigación de este género con el propósito de mejorar la capacidad para mitigar los efectos negativos de los desastres naturales (Delgado, 1996; en Espinosa 2010).

Los riesgos de carácter natural son estudiados a principios de este siglo por autores ingleses, y en ellos se hace una evaluación de algún proceso geomorfológico sin tomar en cuenta el enfoque social (Calvo, 1994), sin tomar en cuenta que no había a quien afectar, este estudio queda solo como la descripción de un evento natural que no se pueda evaluar como un riesgo. Desde la perspectiva geográfica, se muestran dos tendencias básicas para el estudio sobre riesgos naturales: una es la de los geógrafos americanos anglosajones y la otra de la geografía francesa (ver cuadro 1).

<p>TENDENCIA ANGLOSAJONA AMERICANA</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Tiene sus antecedentes en la década de los años veinte con Barrows (1923; en Calvo, 1984), en donde el principal objetivo fue el de lograr un estudio de la relación entre el hombre y el medio ambiente. • Destacan los geógrafos Gilbert White, Ian Burton y Robert Kates (1964; en Calvo, 1984), quienes concuerdan en ciertas ideas tales como que los riesgos son la situación resultante de la exposición de la población a un medio peligroso. • White, (1978; en Calvo, 1984) menciona que “es fundamental llegar a comprender la conducta espacial de la población porque conociendo los mecanismos de su funcionamiento y los factores que le afectan se pueden reducir los daños, al implementar medidas preventivas o de restauración,
--	--

	<p>adecuadas a las condiciones específicas del grupo humano”,</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inicialmente los estudios se enfocan en conocer como la gente percibe en lugar peligroso antes y después de un siniestro, de manera siguiente se analizan los efectos de los sistemas de alerta, prevención y defensa, utilizando el conocimiento de las causas del problema.
<p>TENDENCIA FRANCESA</p>	<ul style="list-style-type: none"> • De acuerdo con Tricart (1982), los geógrafos franceses abordan la cuestión de los riesgos como resultado de la relación estímulo–respuesta del medio social ante su medio físico, responsable de las víctimas y los daños materiales. • Según Foucher (1982) la geografía humana de los riesgos debe basarse en dos aspectos fundamentales: <ol style="list-style-type: none"> 1.- La aprehensión histórica de las catástrofes acontecidas en un lugar que se basa en la localización del lugar afectado. 2.- El análisis de los riesgos que determina las zonas de riesgo, la peligrosidad y la ocupación poblacional. • Esta tendencia se basa en determinar cuándo una región es más o menos dañada por la presencia de un desastre natural tomando en cuenta el número de habitantes y su nivel económico. • Lacoste (1982) afirma que “La elaboración de cartas temáticas relativas al riesgo responden a la necesidad de satisfacer la preocupación existente por conocer los diferentes tipos de riesgos que se encuentran en un lugar”.

Cuadro 1. Fuente Ruiz, 1999.

La tendencia Anglosajona–Americana determina que la misma población se expone a un medio peligroso y de ello resulta que se puedan reducir los daños considerando medidas de prevención adecuadas a cada tipo de población y de acuerdo al riesgo que se expongan.

Además de esto se analizan los sistemas de alerta, prevención y defensa considerando la capacidad tecnológica y como la población actúa ante el peligro para mantenerse segura.

Por otra parte, la tendencia francesa toma en cuenta que la vulnerabilidad se determina por la densidad demográfica, ya que a mayor incidencia de población

en la zona de peligro mayor será la pérdida tanto de víctimas al igual que de bienes inmuebles.

Los franceses también tienen en cuenta que es importante representar las zonas de riesgo por medio de cartografía para conocer su ubicación y poder determinar las zonas de afectación.

En el año 2010, los desastres naturales han ocasionado 296.800 víctimas, afectando, de un modo u otro, a 208 millones de personas en diferentes regiones del mundo. Son datos del reciente informe elaborado por el

Centro de Investigación sobre la Epidemiología de las Catástrofes (CRED) y la Organización de Naciones Unidas (ONU) en el marco de la Estrategia Internacional de Prevención de Catástrofes.

Cuando se presentan estas cifras de muertes causadas por peligros de la naturaleza nos quedamos, muchas veces, indiferentes ante la frialdad de los datos, sin caer en la cuenta de que un episodio extremo (terremoto, ciclón tropical, inundación) puede ocasionar en pocas horas la desaparición de un grupo humano cuyo número que equivaldría a la población residente en una ciudad media española (Vigo, Gijón, Hospitalet de Llobregat).

En las últimas tres décadas asistimos, en el conjunto del planeta, a un aumento de los eventos extremos de la naturaleza que ocasionan pérdidas económicas cuantiosas y elevadas víctimas humanas.

Inundaciones, huracanes y terremotos son los peligros de la naturaleza que más daños ocasionan. Y las previsiones de futuro, en el contexto del calentamiento térmico del planeta, indican la posibilidad cierta de un incremento en la frecuencia de desarrollo de fenómenos atmosféricos extremos. No hay espacio geográfico en la superficie terrestre que esté libre del posible efecto de un episodio catastrófico. Las sociedades contemporáneas son, como nos señala Ulrich Beck, sociedades de riesgo y ello es porque habitan territorios de riesgo y llevan a cabo comportamientos y actitudes “arriesgadas” en sus relaciones con el medio.

Porque el riesgo aúna los tres componentes esenciales del funcionamiento de las sociedades sobre la Tierra: el ser humano, la naturaleza y el espacio geográfico donde se producen las relaciones entre ambos.

De este modo podemos entender el riesgo natural como plasmación en el territorio de actuaciones humanas imprudentes, esto es, que no han tenido en cuenta el funcionamiento dinámico de la naturaleza que, en ocasiones, resulta extremo, incontrolable por el ser humano. Y ante esta realidad de la dinámica natural solo caben comportamientos prudentes, racionales y sensatos. (Jorge Olcina, 2010)

Definiciones de Riesgo Natural

De acuerdo con Palacio 1985, para el tipo de estudio que se realizó existen diferentes formas de definir a los riesgos naturales, riesgo, calamidad, desastre, siniestro, catástrofe y otros. A continuación, se presentan algunas definiciones de las más reconocidas:

Para Burtón y Kates (1964), la definición de riesgos es que son aquellos elementos del medio físico y biológico nocivos para el hombre y causados por fuerzas ajenas a él, calificando los peligros del entorno físico como riesgos porque estos pueden ocasionar daños al hombre.

De acuerdo con Turner (1976), el riesgo es un evento concentrado en tiempo y espacio, el cual amenaza una sociedad con consecuencias mayores no deseadas como resultado del colapso de las precauciones culturalmente aceptadas como adecuadas.

Varnes, 1980 (cit. Rojas, 1988), describe al riesgo como el número esperado de pérdidas en vidas, personas afectadas, daños en propiedad o interrupción de la actividad económica debido a un fenómeno natural particular.

El riesgo para Calvo (1984) es definido como aquella situación concreta en el tiempo, de un determinado grupo humano frente a las condiciones de su medio.

Desde el punto de vista geográfico, para este autor el riesgo es una situación concreta en el tiempo de un determinado grupo humano frente a las condiciones de su medio, en cuanto este grupo es capaz de aprovecharlas para supervivencia o incapaz de dominarlas a partir de determinados umbrales de variación en estas condiciones.

Panizza, 1991 define al riesgo ambiental como la probabilidad de que las consecuencias económicas y sociales de un fenómeno peligroso pueda exceder determinado umbral. Por lo tanto, el riesgo ambiental es igual al producto del peligro ambiental multiplicado por la vulnerabilidad de un área.

En 1972 por iniciativa de la UNESCO hubo una reunión de expertos sobre el estudio estadístico de los riesgos naturales (Foumier, 1979). En ésta se elaboró una ecuación conceptual bien estructurada y de amplia cobertura, que resultó, después de revisar distintos conceptos en casos aplicados. Esta ecuación incluye el elemento de peligrosidad, el de valor y el de vulnerabilidad (ver fig. 1)

$$\begin{array}{c} \text{RIESGO} \\ \\ \text{PELIGROSIDAD (Componente de enlace)} \\ + \\ \text{VALOR} \\ + \\ \text{VULNERABILIDAD} \end{array}$$

Figura. 1 Nivel aplicado (Palacio, 1995)

El significado de la ecuación puede ser interpretado de acuerdo con la aplicación que se le dé, sin embargo, la interpretación más generalizada considera lo siguiente:

- La peligrosidad estudia la agresividad del proceso en términos absolutos, es decir, su magnitud física, su ocurrencia y su cobertura espacial, sin considerar aun su afectación al entorno cultural.
- El valor estima cuantitativamente la susceptibilidad al daño y/o pérdida de vidas humanas, infraestructura y capacidad productiva por los efectos destructivos del fenómeno, dándoles al estudio de la peligrosidad un carácter aplicado.
- La vulnerabilidad considera las posibilidades técnicas y económicas de prever o mitigar los varios efectos destructivos del proceso y la capacidad de la propia naturaleza para absorber el avance del mismo. Por lo tanto,

permite evaluar los grados de exposición de las zonas ocupadas por grupos humanos susceptibles de ser afectados por el proceso.

La integración de los riesgos naturales dentro de los estudios geográficos tiene la finalidad de ubicarlos en el contexto real, definiendo límites y convirtiéndolos en algo tangible.

VARIABLES BÁSICAS PARA LA DETERMINACIÓN DEL RIESGO

Palacio (1995) establece que la determinación de un riesgo se encuentra sujeta a cierto tipo de variables que actúan en una zona, las cuales se pueden englobar de manera general en dos que son el peligro y la vulnerabilidad, centrando la atención en aquellos procesos que pueden causar e incrementar los daños a la población, por lo cual se consideran dos maneras en que éstos se presentan.

La primera es cuando el fenómeno es constante y tiene variaciones lentas (Verstappen 1983; cit. Calvo, 1984), de tal manera que la sociedad tiene oportunidad de acoplarse a las condiciones que este le impone, por lo cual estos procesos muy a menudo no son considerados dentro de la categoría de riesgos naturales.

El segundo tipo es cuando los procesos naturales se desencadenan en forma violenta, en donde el tiempo que tardan en suceder es corto. En este caso impactan de manera brusca a la sociedad y le provocan desajustes, los cuales pueden ser de tipo económico o incluso de daños directos a la integridad física de las personas.

El mismo autor menciona que los riesgos naturales no pueden ser evaluados sin considerar el papel de la sociedad. Ya que cuando la población se establece en sitios no aptos, propicia la formación de nuevos tipos de adaptación al medio, que conllevan acciones que modifican violentamente al relieve local.

Por lo tanto, el riesgo depende de la magnitud y frecuencia del peligro, definido este de manera general como la medida exclusiva para el evento natural que sirve para determinar el nivel en el cual un fenómeno rebasa la normalidad y se vuelve peligroso (White, 1978; cfr. Rojas, 1988).

A continuación, se definen las variables que determinan al riesgo con la finalidad de comprender mejor el riesgo natural.

PELIGRO

Para White (1978), el peligro es el resultado de los sistemas natural y social, donde el primero puede ser aprovechado como un recurso, pero también puede constituir un peligro al existir la probabilidad de daño o cuando los efectos de la relación se revierten en sentido negativo para la población.

El peligro natural para Varnes (1980; cfr. Rojas, 1988) es un fenómeno específico probable en el tiempo y espacio, capaz de generar daños.

El peligro natural es una característica inherente a un proceso (Gelman, 1983; en Rojas, 1988).

Es preciso señalar que no todos los procesos naturales constituyen un peligro, solo cuando el proceso implicado excede la capacidad natural de ese medio para absorber los cambios generados, ese exceso actúa directamente sobre el medio social ocasionando daños de intensidad variable dependiendo de la resistencia que se tenga hacia estos cambios.

Hay que considerar la peligrosidad no solo como factor afectable a la sociedad sino también como sistema perturbador al medio ambiente y a los efectos que estos tienen sobre el afectado de forma directa al medio natural e indirecta al medio social.

VULNERABILIDAD

Nilsson et.al. (2001), considera que la vulnerabilidad es la suma o resultado del riesgo y la habilidad de la comunidad para superar las situaciones emergentes, internas y externas, así como para controlar las situaciones extremas que produce en un tiempo dado.

La vulnerabilidad está relacionada con la actitud ante el medio, en cuanto a que la acción consciente o inconsciente de la población la vuelve más o menos susceptible a dar la alerta para crear medios de protección. En los países desarrollados los procesos de urbanización y migración incrementan la cantidad de gente en situación de vulnerabilidad al establecerse de forma irregular en espacios en donde se desconoce la dinámica natural.

De acuerdo con Toscana (2006), la geografía investiga los aspectos causantes de la vulnerabilidad, los representa a través de mapas e intenta integrarlos y entenderlos como partes de un todo que son propiamente la vulnerabilidad.

Para el caso de un riesgo de origen geomorfológico, los aspectos fundamentales a considerar son (Campos, 1994):

- Estudio de la geología de la zona.
- Estudio de la topografía.
- Clases o tipos de desastres a los que ha estado expuesta la zona.
- Efectos de desastres anteriores.
- Posibles efectos de desastres actuales o futuros de acuerdo con el estado actual de las características de la zona.
- Número de habitantes.
- Número y calidad de las construcciones.
- Construcciones ubicadas en las zonas de mayor peligro.
- Preparación de la población en materia de seguridad.
- Medidas que se hayan tomado para mitigar el efecto de los desastres
- Extensión de la zona y accesibilidad de la misma.
- Dispersión de la población
- Clase de caminos y condiciones de los mismos.
- Posibilidad o no de caminos alternos.

Según este autor, una vez considerados y estudiados estos aspectos se puede determinar qué tan vulnerable puede resultar una región o zona determinada, estos análisis son de gran importancia porque permiten establecer:

- a) Planes de prevención.
- b) Planes de ayuda inicial.
- c) Planes de auxilio en toda la amplitud.

Determinándose el tipo de vulnerabilidad que actúan en una zona de acuerdo con los aspectos que integran a una vulnerabilidad global, la cual se encuentra representada por un grupo de factores y elementos que influyen en la capacidad de respuesta por parte de la población ante un peligro, siendo los principales los que se presentan en el cuadro 1.

Tipo de vulnerabilidad	Características
De origen	Mala construcción del lugar, consideraciones de construcciones inadecuadas.
Progresiva	Falta de mantenimiento de la infraestructura existente
Física o localizacional	Selección de un medio físico inadecuado.
Económica	Escasez de recursos económicos de la población.
Social	Mala o nula organización social.
Política	Falta o inadecuada toma de decisiones.
Cultural	Costumbre de arraigo.
Ideológica	Mala percepción del riesgo
Educacional	Grado de preparación y conocimientos con que cuenta la población.
Religiosa	Creencias que influyen en la permanencia de un grupo de individuos en sitio peligrosos.
Técnica	Construcción de edificios y viviendas fuera de la norma.
Institucional	Leyes obsoletas.

Cuadro 1. Tipo de vulnerabilidad y características (Araya y Borgel, 1972).

CARTOGRAFÍA GEOMORFOLÓGICA

En un inicio la Geomorfología se auxiliaba de reportes escritos para realizar sus descripciones, la idea de elaborar un mapa geomorfológico el cuál sirviera de herramienta de apoyo no había sido concebida, por lo que el análisis de los documentos se dificultaba al querer comparar paisajes con características homogéneas.

Es por ello que para determinar la peligrosidad que se presenta en el municipio de Huixquilucan fue necesario elaborar Cartografía Geomorfológica que nos permitió delimitar las áreas donde los riesgos son activos y conocer las condiciones morfoestructurales y morfogenéticas.

Tiempo después surge el mapa fisiográfico el cuál sirvió como base en el análisis del relieve; la dificultad que tuvieron que enfrentar al realizar una comparación fue la diferencia de las interpretaciones que aplicaba cada autor.

El primer mapa que se elaboró bajo un sistema que podía ser aplicado para la mayoría de los estudios se publicó en 1914 por S. Passarge, St-Onge en Fairbride (1968).

Más tarde Klimaszewski (1978 y 1982) describe otros intentos de cartografía a diferentes escalas de Polonia. Poco después de la Segunda Guerra Mundial, la Academia de Ciencias de Polonia toma la decisión de elaborar el mapa 1: 50 000 al tiempo que en Suiza se realizaban trabajos en ese sentido.

En la década de los cincuenta se levanta el mapa geomorfológico del delta del Senegal, a finales de esta etapa y a lo largo de los sesenta es cuando comienza el interés por realizar cartografía geomorfológica en Francia, Suiza, Bélgica, Holanda, Italia, Alemania, Rusia, Hungría y Checoslovaquia, convirtiéndose en una metodología europea, la cual fue utilizada en países como Australia y Canadá. El problema de la metodología inicia cuando cada país determina su forma de actuación, empleando la escala, el método y la leyenda de acuerdo a sus necesidades lo que creó confusión en el ámbito internacional.

La cartografía geomorfológica detallada es reciente, y sus inicios pueden situarse en Europa durante los primeros años de la década de 1960: Pecsí (1962) en Hungría, y Klimaszewsky (1963) en Polonia. Sin embargo, fue tras la publicación de la Leyenda para el mapa geomorfológico de Francia a 1: 50 000 (CNRS, 1970) y el Manual de mapas geomorfológicos detallados (Demek, 1972), cuando se inicia formalmente esta técnica cartográfica en muchos otros países, sobre todo europeos (Espinosa et.al, 1999).

La carta geomorfológica se genera como un instrumento que ayuda a comprender el origen del relieve y a poder realizar la prospección de su génesis y evolución a lo largo del tiempo, ya sea a largo o corto plazo, además de integrar a cada rasgo una distinción de acuerdo a su composición geológica.

Los elementos aportados por la Geografía para el desarrollo de la cartografía actual, han permeado en otras disciplinas de esta ciencia. En Geomorfología, como en otras ciencias de la Tierra, la Cartografía es imprescindible para dejar clara y concreta la distribución y configuración espacial que presentan sobre el terreno los elementos más significativos que definen el relieve. Ese vehículo de expresión gráfica es el Mapa geomorfológico (Peña, 1997).

El mapa geomorfológico contiene información que es aplicable en diversos aspectos de la actividad humana sobre el medio físico; este mapa contiene información morfométrica, morfogenética y morfodinámica constituye un documento básico que debe ser reelaborado en determinados aspectos en función de las necesidades concretas de aplicación.

El cuadro 2. Presenta los criterios que establece Peña (1997) para elaborar cartografía geomorfológica.

Cuadro 2. Elementos metodológicos que se deben considerar para elaborar cartografía geomorfológica, modificado por Arroyo (2008) de Peña (1997).

Elementos metodológicos para elaborar cartografía geomorfológica	
Elementos	Características
Tipo de mapa	Debe elegirse en función de las necesidades de información básica (dedicada a la investigación geomorfológica), aplicada (dirigida hacia la resolución de un problema) o especial (para ser usado por otros especialistas no geomorfólogos).
Escala	Se determina según las características de los datos que se representan y del nivel de aplicación deseado.
Información básica	Reconoce la información cartográfica o documental existente sobre la región a cartografiar para definir el proceso definitivo de generalización necesario para alcanzar la escala deseada.
Sistemas de cartografía geomorfológica	Analizar los diferentes sistemas de cartografía geomorfológica existentes en el mundo, y decidir el más idóneo para el tipo de mapa y la escala a la que se piensa trabajar.
Leyenda	Se puede utilizar según la escala, la textura del relieve de la región que se estudia, el sistema de cartografía elegido y los fines concretos que se persiguen con la cartografía.

Del cuadro anterior es importante destacar las variables de la escala y la leyenda, ya que éstas han determinado los criterios de confección de distintas cartas en el orbe mundial.

PROCESOS ENDÓGENOS

Los factores endógenos se relacionan con los procesos de la actividad en la corteza y manto superior y se expresan por la formación de irregularidades de la superficie terrestre como pueden ser fosas oceánicas y las montañas más altas del Planeta, así como por sus propiedades físico-químicas y mecánicas (Hernández, 2007).

Los procesos endógenos se manifiestan mediante fuerzas tectónicas que son las formadoras de pliegues y fallas, y para de las cuales nos interesan las segundas; y por otro lado, el volcanismo se manifiesta por el plutonismo y el vulcanismo.

El tectonismo se define como la construcción interna de la corteza Terrestre a través del acomodamiento de las capas que la integran. A todos los movimientos internos de la Tierra se les da el nombre de movimientos diastróficos, y se dividen en epirogénicos y orogénicos.

Movimientos diastróficos epirogénicos: son los movimientos de sentido vertical y son también conocidos como formadores de continentes, porque levantan o hunden lentamente gran parte de los mismos.

Movimientos diastróficos orogénicos: son los movimientos de sentido horizontal y se les llama también formadores de montañas. Se manifiestan por fuerzas de comprensión que da lugar a los plegamientos, y tensión, que originan las fallas.

Los lineamientos por lo general expresan fallas y/o fracturas; para Viers (1973), las fallas son rupturas acompañadas de un movimiento de bloques separados por el plano de falla.

Por su parte Lugo (1988), describe a las fallas como un plano o zona de ruptura en el sustrato rocoso a lo largo de la cual se produce un desplazamiento. Las fallas con desplazamiento vertical forman un bloque levantado y otro hundido; cuando la falla esta inclinada resulta un bloque del bajo y un bloque del alto.

El mismo autor (1989) describe a los escarpes como una ladera abrupta o a desplome, de altura variable, que puede formarse por distintas causas: tectónicas, por la abrasión (erosión marina), por procesos gravitacionales, glaciales, tecnógenos.

Las fallas más comunes son la falla normal y la falla inversa (ver figura 2).

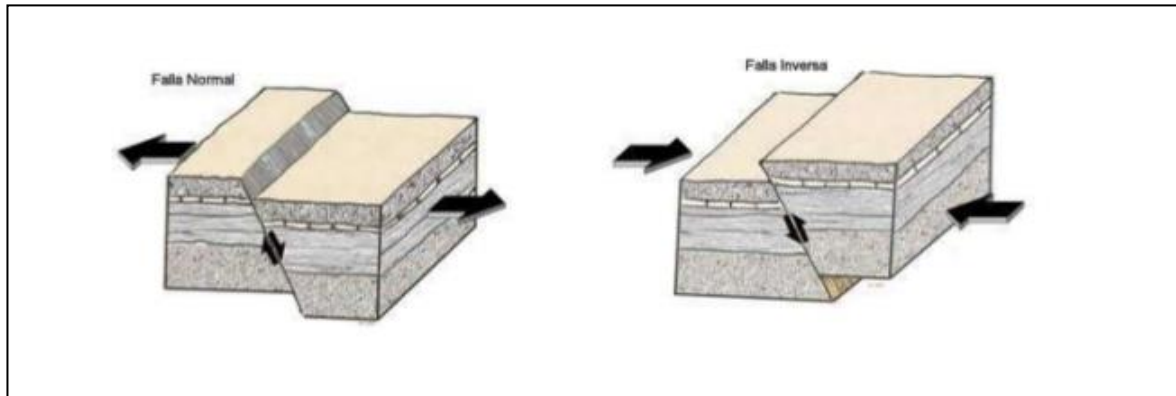


Figura 2. Esquemas que presentan una falla normal (a) y una falla inversa (b), modificados.

Para Lugo (1989), la falla normal es aquella en que el bloque del alto se desplazó hacia abajo con respecto al bloque del bajo, a lo largo de un plano inclinado de la falla. La falla inversa es aquella donde el bloque alto se desplazó hacia arriba con respecto al bloque del bajo, a lo largo de un plano inclinado de la falla.

Las fracturas son rupturas sin separación apreciable de los bloques desunidos. Estas pueden extenderse varios kilómetros y acompañar de forma paralela o prolongar las fallas (Viers, 1973).

La relación de las zonas volcánicas en los estudios geomorfológicos es fundamental, ya que el vulcanismo es uno de los procesos más importantes en la Geomorfología porque es un proceso que produce mayores cambios en el menor tiempo, por el nacimiento de volcanes, la reactivación de muchos, la formación de estructuras como calderas y mares, desarrollo de grietas, ascensos y descensos del nivel de la superficie (Lugo, 1989).

Stübel (1901), realiza la clasificación de tipos de volcanes de acuerdo con su formación:

- Los volcanes monogenéticos fueron definidos por primera vez como áreas con edificios volcánicos, formados por un ascenso muy prolongado hacia la superficie terrestre de una masa de lava proveniente de la cámara magmática, una particularidad del volcán monogenético es la ausencia de cráter en la cima del volcán. En el concepto actual los volcanes monogenéticos consisten en la mayoría de los casos, en una corriente de lava basáltica y un cono pequeño de escoria o una cresta anular en el lugar de la ruptura.
- Los volcanes poligenéticos, se caracterizan por tener forma cónica y surgen por varias erupciones que se alteran con periodos de estabilidad. La mayoría de los grandes volcanes centrales del país pertenece a este tipo (Lugo, 1988).

PROCESOS EXÓGENOS

La transformación permanente de la superficie terrestre se realiza por la acción de los procesos exógenos, condicionados, además por los endógenos, por el clima y la gravedad. Existen tres tipos de procesos externos que se encargan de la nivelación de la superficie terrestre: el intemperismo o meteorización, la erosión o denudación y la acumulación (Lugo, 1988).

De acuerdo con Lugo (1988) el intemperismo se encarga, por fenómenos físicos, químicos y bioquímicos, de la destrucción de las rocas. El intemperismo físico se produce por contracción y dilatación de los minerales, cambios bruscos y extremos de temperatura; presión en los poros y grietas por precipitación de sales; rupturas por el crecimiento de las raíces de las plantas, y expansión de las grietas por el congelamiento del agua. La alteración química de los minerales se realiza por oxidación, hidrólisis, hidratación y disolución. El intemperismo bioquímico es producido por determinados organismos que aprovechan algunos elementos de las rocas.

Para Brunsden (1979), la acción del intemperismo físico provoca la aparición de diaclasas o juntas en las rocas, que no deben confundirse con las fracturas y

grietas de origen tectónico y diagenético, la fragmentación de las rocas por la acción de este, puede ocurrir de formas diferentes tales como:

- a) Fragmentación en bloques angulosos, debido a la acción de gelivación (ver figura 3).

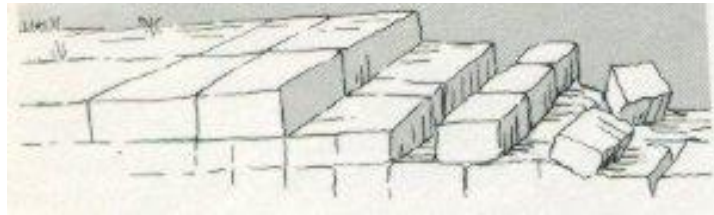


Figura 3. Fragmentación en bloques (obtenida de Strahler A, 1992).

- b) Descamación o exfoliación, que consiste en el descascaramiento de las rocas en placas de uno o de varios centímetros de espesor y de uno o varios decímetros cuadrados de superficie, producidos por cambios de temperatura (ver figura 4).

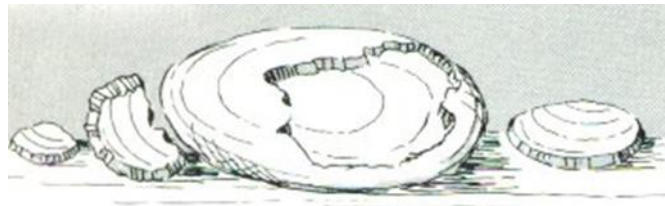


Figura 4. Descamación (obtenida de Strahler A, 1992).

- c) Desmenuzamiento, predomina en las rocas cristalinas y forma varias elevaciones recubiertas de arena.
- d) Ciertas rocas como la Creta, al gelivarse producen además de bloques, un limo capaz de formar una matriz que une esos bloques (Hernández, 2007)

Seco (1982), establece que los procesos de intemperismo tanto físicos, químicos y biológicos (producidos por diversos organismos que aprovechan algunos elementos de las rocas), se hallan condicionados por varios factores tales como:

- El clima: uno de los factores más importantes para determinar la acción del intemperismo, así como la velocidad y el predominio de los procesos. A

partir de las consideraciones climáticas se pueden determinar áreas sujetas a procesos físicos o químicos.

- El tiempo: la influencia de este en los procesos de intemperismo es evidente. A mayor tiempo de exposición de las rocas a la acción del intemperismo, más intenso y a mayor profundidad deben haber actuado sus agentes.
- La topografía: un factor físico que determina la distribución de los procesos de acuerdo a factores como la altitud o la pendiente, además, tiene un importante efecto sobre otros factores como la cantidad y el tipo de precipitación, las temperaturas y de manera indirecta sobre el tipo de vegetación.
- La vegetación: como un elemento determinante de la acción del intemperismo es bivalente, ya sea como una cobertura protectora de los factores del clima, condicionando la actividad del intemperismo físico, pero ayudando a procesos mecánicos y químicos, con la acción de las raíces.

La denudación o erosión complementa al intemperismo al remover las partículas preparadas; el medio por el cual se desplazan es el transporte. Los principales agentes de la erosión son: el agua de escurrimiento superficial y subterráneo (ver figura 5), el hielo en movimiento (glaciares), el mar (olas, mareas, corrientes litorales) y el viento.

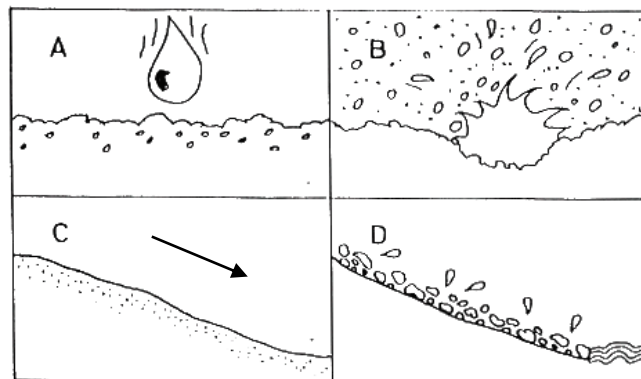


Figura 5. Etapas de la erosión hídrica: Por el impacto de la gota de lluvia sobre el suelo desnudo (A), sus agregados son desintegrados en partículas minúsculas (B), que tapan los poros formando una selladura superficial (C), provocando el escurrimiento superficial del agua de lluvia. El agua que escurre carga partículas de suelo que son depositadas en lugares más bajos cuando la velocidad de escurrimiento es reducida (D) (Derpsch, et al., 1991).

Para Lugo (1989) la erosión es un conjunto de procesos por medio de los cuales se produce separación de los productos del intemperismo del sustrato original. La erosión puede ser planar o lineal; en el primer caso el transporte es en distancias reducidas, en general no sigue una dirección fija. El segundo caso se refiere a una remoción o transporte con una dirección fija, en una superficie bien delimitada.

Pedraza (1996), define la erosión como la acción elemental en una corriente fluvial, dadas las características y estructuración, en general son referenciales o paradigmáticas para cualificar fenómenos de erosión, transporte y sedimentación en los procesos exógenos.

La erosión lineal es en principio producida por el agua que corre por el fondo del lecho, se le opone a la erosión areal que es la que domina en los interfluvios y actúa en la superficie, los agentes que intervienen son diversos: atmosféricos, biológicos, líneas de dirección del agua, por mencionar algunos.

En las rocas, la acción de la erosión lineal y areal puede ejercer en grados diferentes; a lo anterior se menciona/ que los procesos exogenéticos se encuentran sujetos a determinadas leyes, de acuerdo con esto, Seco (1982) establece las siguientes:

- Ley de erosión diferencial. En esta ley se establece la predilección de los procesos morfoestructurales por las rocas débiles o poco resistentes a su acción.
- Ley del nivel de base. Es un importante controlador de la acción de los procesos exogenéticos. Se considera que la acción destructiva de este proceso tiende a alcanzar el nivel de base, y que no continúa una vez que lo ha alcanzado. Las variaciones del nivel de base ya sean por razones tectónicas o estáticas, tienen mayor importancia en el conocimiento de la evolución del relieve.

- Ley del equilibrio. En los procesos naturales existe una tendencia general al equilibrio, la antes mencionada se manifiesta también en la acción de los procesos modeladores del relieve.

La transferencia de masa de un punto a otro es el transporte y es el resultado de la interacción dinámica entre unas partículas y un fluido en movimiento, si no existe este fluido, en general no existe transporte. Es un sistema que generalmente necesita que exista una fase sólida (transportado) y una fase fluida (medio de transporte).

Hay ocasiones en las que esto no se cumple, por ejemplo, cuando hay agua que discurre sobre un material y lo disuelve, el agua transporta la roca y sedimenta la misma roca, en este caso no hay fase sólida.

Por otro lado, la acumulación es la depositación en la superficie de tierra firme o de una cuenca acuática, de rocas, minerales o residuos orgánicos. La zona de acumulación es esencialmente una depresión, con frecuencia de origen tectónico (fosas, sineclises, sinclinales, cuencas), así como de origen erosivo (valles y cuencas) (Lugo, 1989).

Después de haber sido erosionados y transportados, los materiales se acumulan o sedimentan. Las características de los depósitos dependen de la naturaleza del agente de transporte. En el caso de los de los ríos, mares o viento el material se deposita cuando el movimiento en el medio se reduce por debajo de la velocidad de deposición de la carga. En el caso del hielo la deposición se produce cuando encuentra un obstáculo o cuando la masa de hielo alcanza su máxima extensión espacial.

PROCESOS GRAVITACIONALES

Las pendientes son las generadoras de las vertientes, y han sido calificadas como productos de procesos gravitacionales. Sin embargo, aquellas son fisonomías complejas debidas a múltiples procesos: junto a los gravitacionales, por lo general, aparecen implicados los procesos tectónicos, volcánicos y periglaciales. Lo anterior permite concluir que no hay una correspondencia entre vertientes y acciones gravitacionales; también que las segundas dependen de las primeras y no al contrario (Pedraza, 1996).

El mismo autor refiere que la vertiente tiene tres enfoques o consideraciones:

- Desde el punto de vista morfométrico, toda vertiente está caracterizada por asociaciones de segmentos que mantiene el sentido en su inclinación. De acuerdo con ello, para delimitarla hay que considerar los cambios en dicho sentido de la inclinación y estos ocurren en los segmentos de cima y fondo o puntos neutros, las formas más comunes de representación son: rectilíneo, cóncavo o convexo.
- En la consideración fisiográfica, la vertiente es una porción de terreno que mantiene constante orientación; por ejemplo: levante-poniente, meridional-septentrional, oriental-occidental.
- La consideración morfodinámica de las vertientes, suele englobar todos aquellos terrenos cuya funcionalidad les deja fuera del dominio estricto de los colectores lineales para la escorrentía. En estos casos la red hidrográfica sirve de referencia y aparecen elementos tales como divisoria, talweg, cuenca, vertiente e interfluvio.

De acuerdo con Lugo (1989), ladera es la porción inclinada de la superficie terrestre que delimita formas positivas y negativas.

Según Derruau (1978) hay dos tipos de vertientes: la vertiente regulada y la vertiente cóncavo-convexa.

La vertiente regulada es lisa, sin abarrancamientos y de perfil rectilíneo en casi toda su longitud. Puede hallarse excavada directamente sobre la roca o hallarse recubierta por un manto de derrubios.

La vertiente cóncavo-convexa es bastante regular cuando los relieves han estado dispuestos del tiempo necesario para evolucionar, esto quiere decir, cuando la erosión no ha excavado el cauce con excesiva rapidez.

La siguiente figura se representan tipos de vertientes de acuerdo con sus características morfométricas (según Parsons, 1988, obtenido de Pedraza).

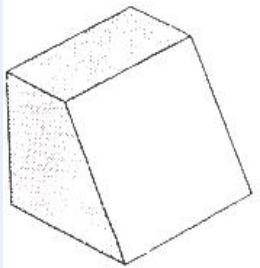
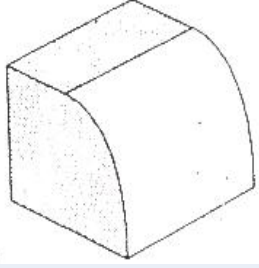
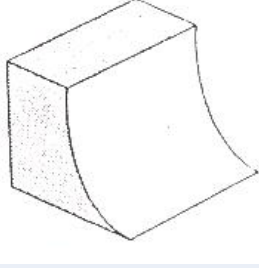
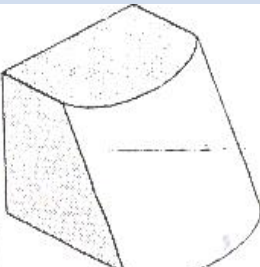
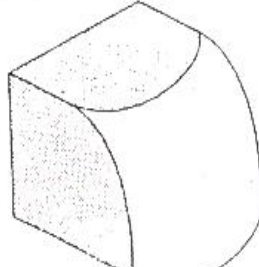
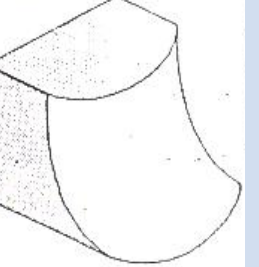
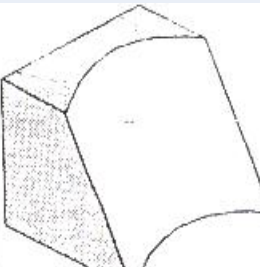
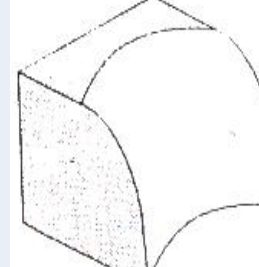
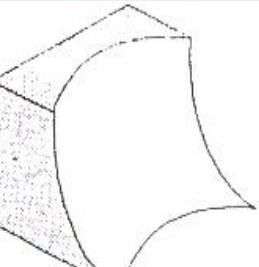
		PERFIL		
		Rectilíneo	Convexo	Cóncavo
SUPERFICIE	Plana			
	Convexa			
	Cóncava			

Figura 6. Tipos de vertientes de acuerdo con características morfométricas.

La figura 7 representa vertientes teniendo en cuenta su carácter hidrológico (Thoeh, 1965).

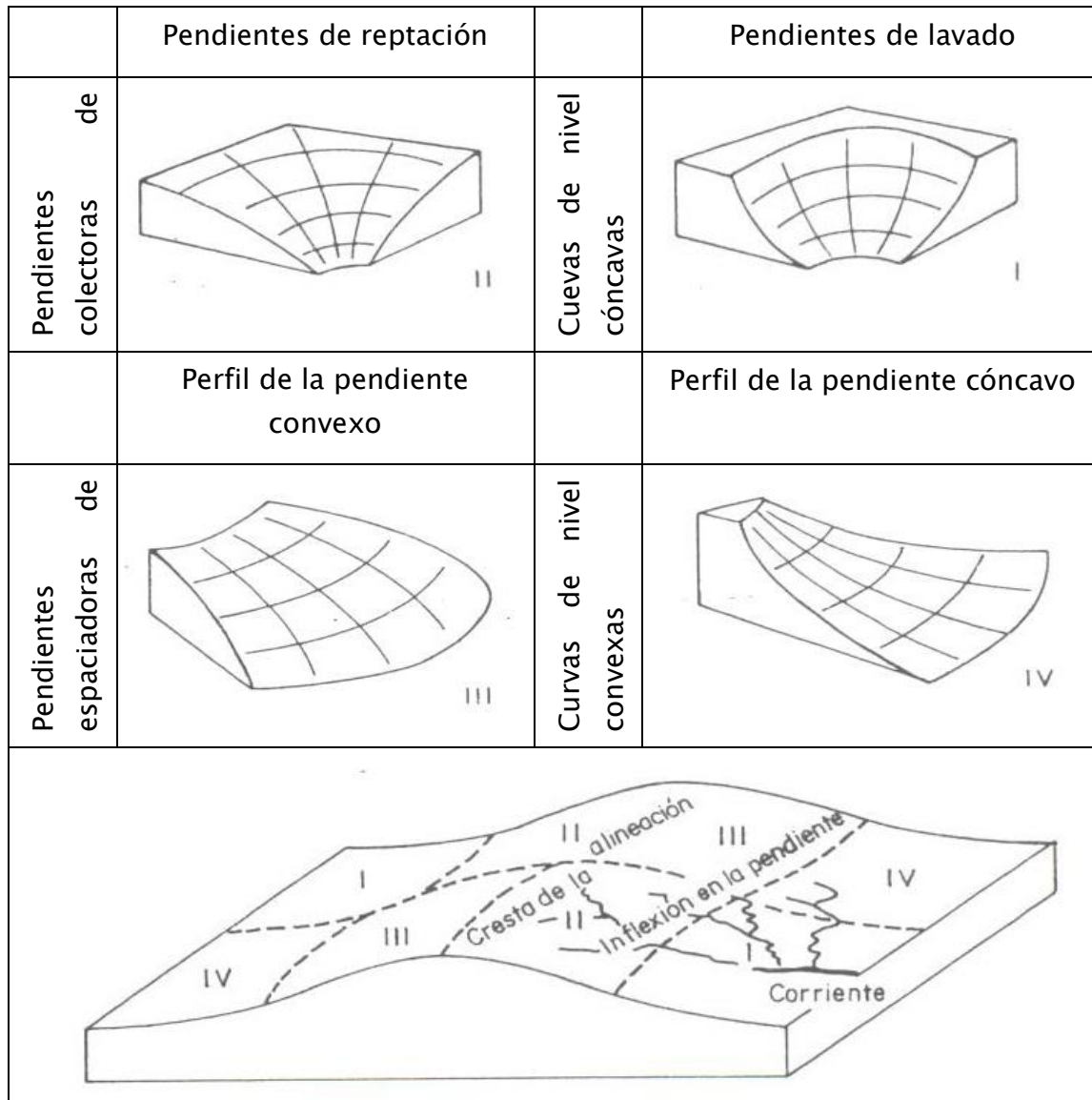


Figura 7. Representación de vertientes tomando en cuenta su carácter hidrológico.

Por otro lado, de acuerdo con la traducción realizada de Thornbury (1969) las transformaciones de material por el efecto de la gravedad son el resultado de diferentes procesos geomorfológicos que traen como consecuencia modificaciones en la superficie de la Tierra.

Este autor realiza una clasificación de acuerdo con el tipo de flujo: lento y rápido.

Procesos de flujo lento:

Arrastre:

- a) arrastre de suelo
- b) arrastre de rocas
- c) solifluxión

Procesos de flujo rápido:

- a) Flujo de tierra
- b) Flujo de lodo
- c) Avalancha
- d) Derrumbes
- e) Hundimientos
- f) Deslizamiento de escombros
- g) Caída de escombros
- h) Deslizamiento de rocas
- i) Caída de rocas
- j) Subsistencia

Las condiciones que favorecen el movimiento de las masas se encuentra dividido de acuerdo con Sharpe (1938) en pasivas y activas. Las causas pasivas incluyen:

- a) Factores litológicos
- b) Factores estratigráficos
- c) Factores estructurales
- d) Factores topográficos
- e) Factores climáticos
- f) Factores orgánicos

Las causas activas son por procesos naturales o artificiales, que se benefician con la inclinación de vertientes y la saturación de agua en la captación, lo cual propicia el traslado de masas.

Sharpe (1938) propone una clasificación de los fenómenos de remoción en masa (ver cuadro 4)

TIPO DE MOVIMIENTO		TIPO DE MATERIAL			
		ROCA SÓLIDA		SUELO	
CAÍDA		CAÍDA DE ROCAS		CAÍDA DE SUELOS	
DESPLAZAMIENTOS		ROTACIONAL	PLANAR	PLANAR	ROTACIONAL
	POCAS UNIDADES	HUNDIMIENTO	DESPLAZAMIENTO DE BLOQUES	DESPLAZAMIENTO DE BLOQUES	HUNDIMIENTO DE BLOQUES
	MUCHAS UNIDADES		DESPLAZAMIENTO DE ROCAS	DESPLAZAMIENTO DE ESCOMBROS	DESCUIDO POR MOV. LATERAL
FLUJO	SECO	NO CONSOLIDADOS			
		FRAGMENTOS DE ROCAS	ARENA O CIENO	MEZCLADOS	MAYORMENTE PLÁSTICOS
	HÚMEDO		FLUJO RÁPIDO DE TIERRA	AVALANCHA DE ESCOMBROS	FLUJO LENTO DE TIERRA
			FLUJO DE ARENA O CIENO	FLUJO DE ESCOMBROS	FLUJO DE LODO
COMPLEJO	COMBINACIÓN DE MATERIALES O TIPOS DE MOVIMIENTOS				

Cuadro 4. Clasificación de fenómenos de remoción en masa.

Para Pedraza (1996), los procesos gravitacionales se entienden como “el desplazamiento de materiales en las vertientes, sin intervenir ningún tipo de soporte activo o medio para movilizarlos, es decir, impulsados por su propio peso; corresponden, por tanto, a una autotraslación bajo la acción directa de la gravedad que, en estas circunstancias, deberá considerarse un agente específico más.

Un proceso gravitacional es difícil de precisar, sin embargo, existen algunos factores de susceptibilidad, externos e internos y determinados valores críticos que aproximan a la ocurrencia de estos fenómenos.

Los factores externos aumentan las fuerzas impulsoras sin que, al mismo tiempo, ejerzan una acción compensatoria mediante las de resistencia: los más destacados son:

- a) Cambios geométricos y morfológicos
- b) Removilizaciones del terreno
- c) Vibraciones y fenómenos similares
- d) Licuefacción
- e) Fluidificación
- f) Cambios climáticos
- g) Actividad biológica

Dadas sus relaciones con fenómenos catastróficos, muchos de estos factores han sido analizados en detalle.

Los factores internos disminuyen las fuerzas de resistencia sin que, al mismo tiempo, atenúen las impulsoras; se deben a cambios propios del material como:

- a) Meteorización
- b) Caídas progresivas

A nivel teórico general, teniendo en cuenta las fuerzas implicadas, hay un factor estabilidad o seguridad (F_s), para aproximar numéricamente a la potencialidad en la ocurrencia del proceso, siendo:

$F_s = S/T$ S= Tensiones efectivas de resistencia T= Tensiones efectivas de impulso	F_s mayor que 1 = estabilidad F_s menor o igual que 1 = inestabilidad
---	--

Frecuentemente tenemos que recurrir a valores críticos o estándar. Lo cual se explica en la figura 8.

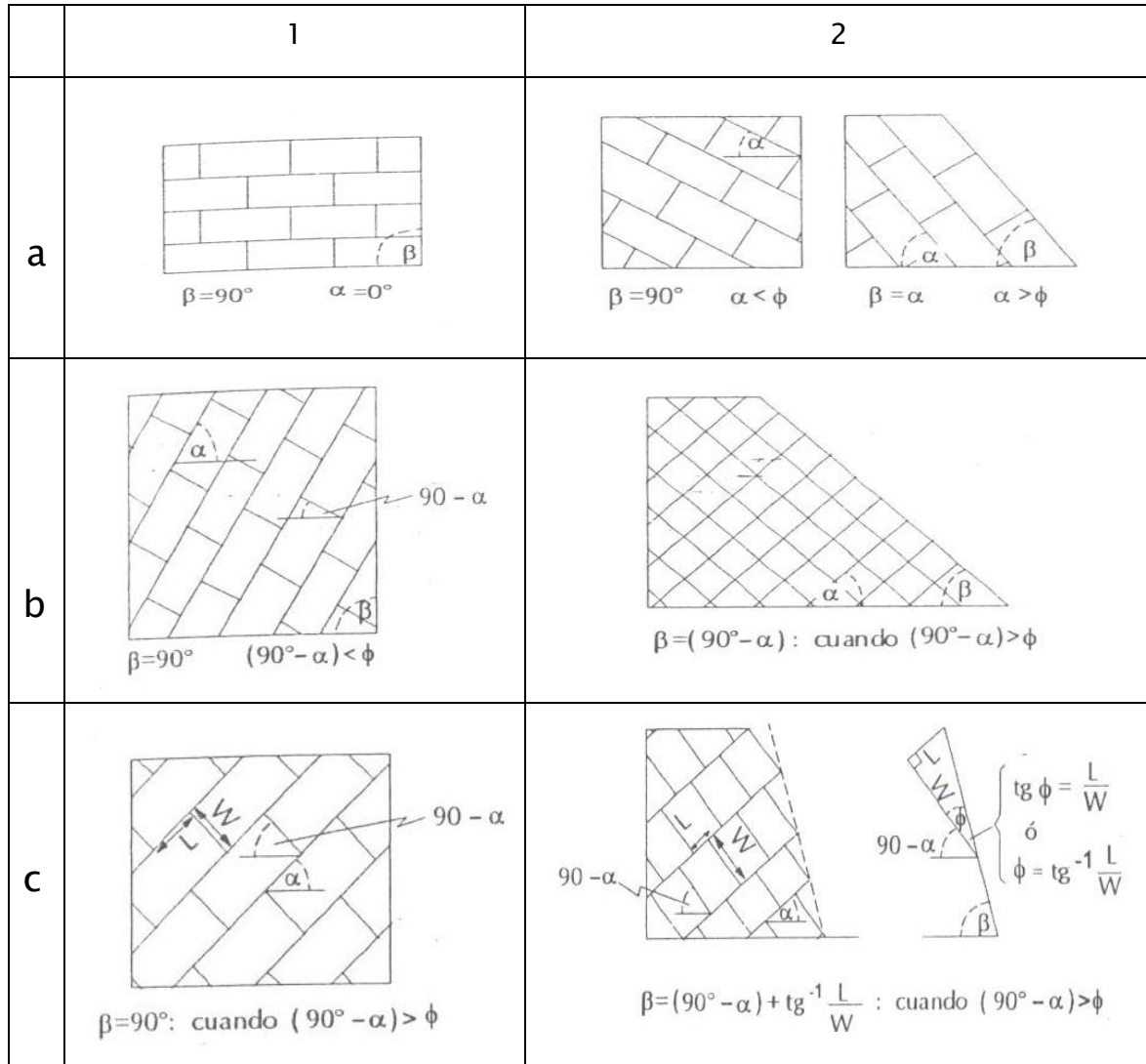


Figura 8. Teoría o modelo del “ángulo crítico” en rocas duras, estratificadas y diaclasadas (según Terzaghi, 1962). Se asume una cohesión igual a cero, por lo cual la pendiente de un talud o ángulo de estabilidad (β) está determinado por el ángulo crítico de fricción (ϕ) a lo largo del plano o planos de diaclasado o discontinuidad.

Con una red de diaclasado o discontinuidades rectangulares, el ángulo de estabilidad (β) depende de: los de fricción (ϕ) y buzamiento (α), el espesor de los estratos (W), espaciado entre las diaclasas (L), y el espaciado relativo diaclasado/estratificación (L/W); es decir: $\beta = f(\phi, \alpha, W, L, L/W)$.

Según la disposición de la estratificación, aparecen los siguientes casos: a1, horizontal; a2, buzando a favor de la pendiente del terreno y en dos inclinaciones distintas; b1, buzamiento opuesto a la pendiente del terreno; b2, buzamiento opuesto a la pendiente del terreno y diaclasado a favor de la misma; c, buzamiento opuesto a la pendiente del terreno y diaclasado a favor de la misma, son el eje de los bloques:1, según el buzamiento (L/W mayor o igual a 1); 2, según la ortogonal al buzamiento (L/W menor que 1)

Pedraza (1996), plantea una clasificación de movimientos gravitacionales considerando como variables la velocidad de cada suceso unitario; la conexión del sustrato o soporte del movimiento; el volumen de material movilizado, las variaciones estacionales y ritmicidad; la aleatoriedad; material más proclive a la ocurrencia de un proceso; y la deformación en la masa movilizada.

Teniendo en cuenta estas variables, se distinguen los siguientes procesos: caída, deslizamiento, flujo y creep o reptación, la delimitación parte de unas características referenciales que definen el tipo.

C a í d a

Pedraza (1996), indica que la caída es un proceso difícil de observar, pero reconocible por sus resultados entre ellos los derrubios a pie de escarpes son apenas vegetación; cortados rocosos son tonalidad original de la roca fresca, al encontrarse poco meteorizados y sin colonizar; paredes en extraplomo muy agrietadas e inestables. Por lo general se presenta en pendientes de entre 30° y mayores de 45° , indicando en algunos casos la presencia de escarpes. La ocurrencia es instantánea, la aleatoriedad y la discontinuidad temporal en general tiende a ser de alta a muy alta y no produce ninguna deformación, si bien los bloques pueden fragmentarse por el impacto final; los tipos más comunes de caída son:

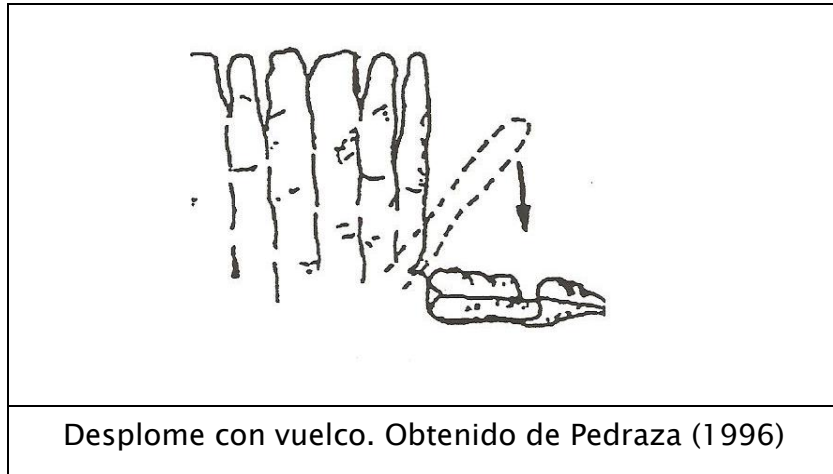
Desprendimiento, es el tipo referencial de caída y lo atribuye a la caída libre de bloques, cantos, granos, entre otros. Estos pueden ser individualizados y sin contacto alguno con el sustrato.



Desplome, una variante de la caída que forma acumulaciones caóticas de pie de escarpes, y se refiere a la caída de bloques, gránulos o partículas por zapamiento.

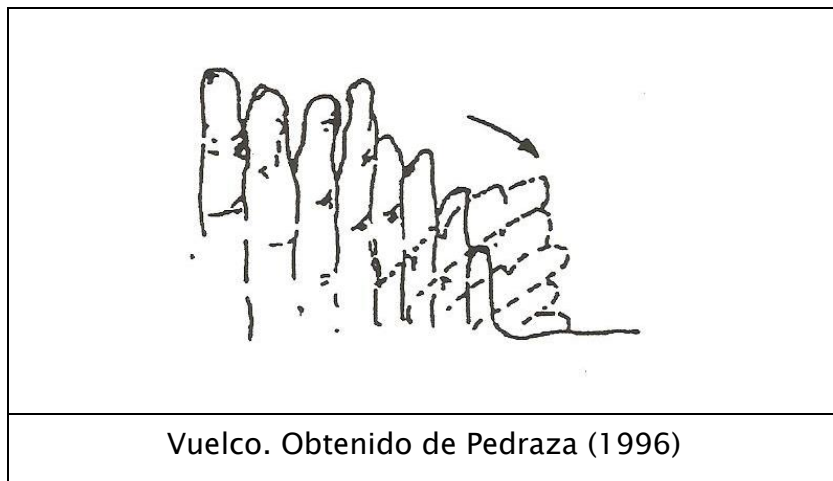


Desplome con vuelco, otra variante de la caída que afectan de forma irregular las variaciones estacionales es la caída de (*slab*) de bloque o lozas.



El vuelco es otra variante de caída, de lozas. Donde el volumen movilizado es escaso, incluso mínimo, ya que este proceso se produce bloque a bloque, granulo a granulo, según sea el caso.

En la transición al deslizamiento, la caída se presenta en forma de avalancha y desplome en cuña.



La avalancha, es el desprendimiento masivo de material suelto (rocas, tierra, entre otros) en seco o semiseco.



De acuerdo con Derruau (1978) en las vertientes rocosas, los movimientos principales son bruscos, y éstos son:

Desprendimiento: es la caída simultánea de una porción de terreno que se desprende masivamente de un flanco abrupto.

Formación de derrubios: es un fenómeno lento, debido al desprendimiento sucesivo de bloques de roca. Los bloques pueden dispersarse por una pendiente suave situada al pie del escarpe rocoso: en este caso se tienen derrubios dispersos.

La formación de derrubios y los desprendimientos se ven favorecidos por ciertas estructuras en las rocas (diaclasas, planos de estratificación) y por ciertas condiciones climáticas (hielo).

En las vertientes no rocosas, se dan cientos movimientos bruscos y otros lentos y continuos. Los principales son los siguientes:

La arroyada: no se limita a los cauces, también se da en las vertientes. Puede ser concentrada o difusa; cuando es concentrada tiende a dividir la vertiente en múltiples barrancos (relieve de *cárcavas*) y cuando es difusa es incapaz de excavar barrancos.

La soliflucción: es el descenso de una formación en forma de barro. Para comprenderla debemos conocer los conceptos de plasticidad y liquidez.

Para que una formación llegue a ser plástica o líquida es necesario que pueda embeberse de agua, y por lo tanto que no sea demasiado impermeable; por otro lado, una capa impermeable a cierta profundidad facilita la imbibición de los terrenos suprayacentes.

Deslizamiento en seco, terracillas: es característico de las formaciones no compactas. Se observa en una pendiente que sobrepasa la inclinación del talud de equilibrio, o porque se produce una acumulación en la parte superior (cono volcánico activo) o porque la pendiente de la vertiente aumenta en la base por cualquier proceso de erosión y en ausencia de una imbibición de la roca por el agua.

Creeping o reptación: es una migración del manto de derrubios en un descenso muy lento, que consiste en una infinidad de pequeñas traslaciones de partículas deleznable, unas en relación con las otras.

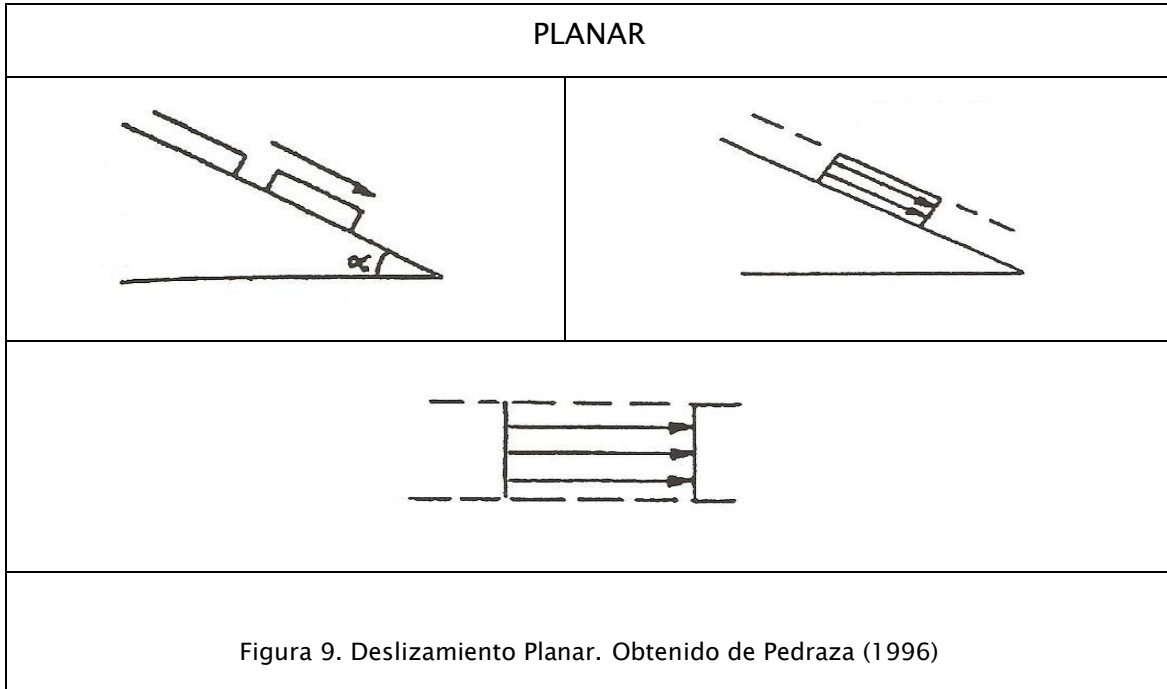
D e s l i z a m i e n t o

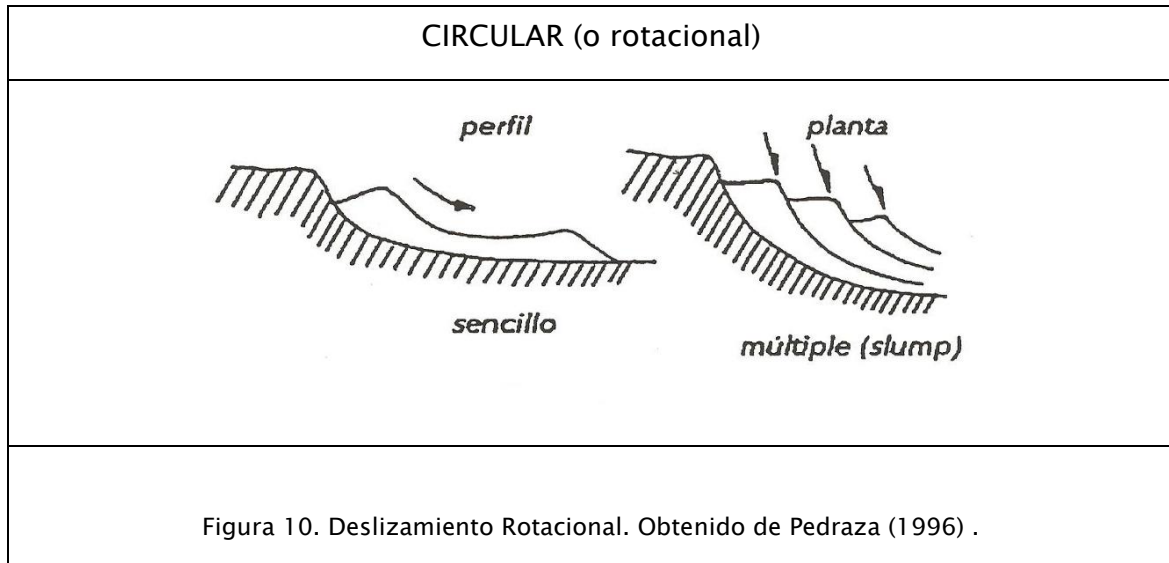
Pedraza (1996), indica que los deslizamientos se caracterizan porque en la cabecera aparece una corona con cicatrices de arranque, al igual que en las masas deslizadas se reconocen grietas, bloques individualizados y girados, de forma pequeña y son concentraciones de humedad y vegetación hidrófila. La ocurrencia por lo general es de rápida-media a rápida-instantánea, con aleatoriedad alta, asimismo tiene muy alta conexión con el sustrato.

Estos procesos se presentan en pendientes de 10° a 25°, con una morfometría de perfil y de superficie de tipo rectilíneo o convexo; la fisiografía corresponde a cuevas y abanicos de derrubios y de aluviones.

El referencial del deslizamiento alude a los fragmentos o porciones de roca individualizada en bloques, que se desplazan sobre una superficie soporte o guía y mantiene sus constantes geométricas.

Se diferencian dos tipos de deslizamientos: *planar* y *circular o rotacional*. (Ver figura 9 y 10) Ambos no producen deformaciones, si bien los bloques pueden fragmentarse por el impacto final, movilizan grandes cantidades de volumen de cualquier material desagregable en bloques, por ejemplo: roca coherente estratificada, la morfología corresponde a cicatrices escalonadas (según la ocurrencia) y la acumulación es en forma de bloques caóticos.





De acuerdo con Strahler (1992) los deslizamientos de tierras pueden ser:

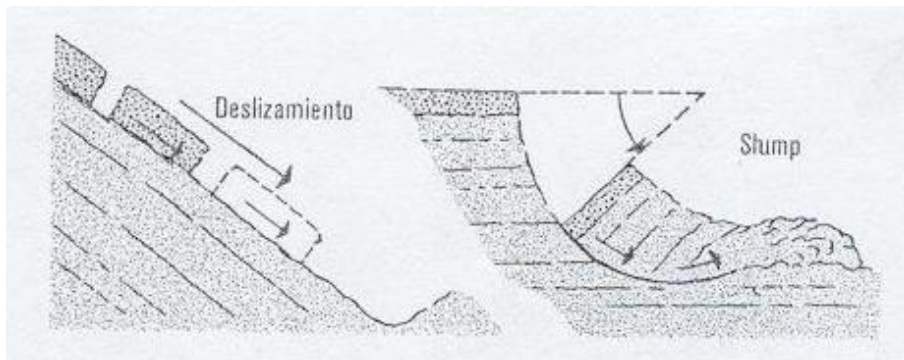
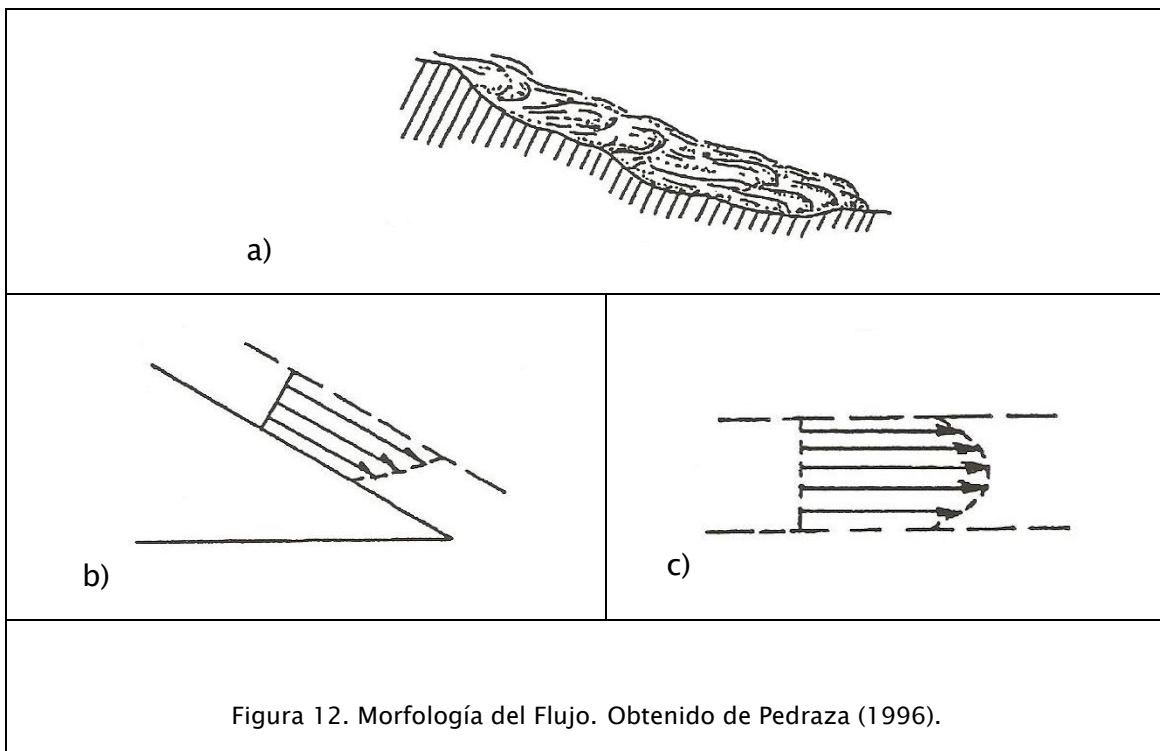


Figura 11. A) deslizamiento según un plano casi superficial o B) slump con rotación en un plano curvo.

Lugo 1989, deslizamiento es un movimiento lento de una masa de suelo o suelo y rocas en una ladera de más de 15° de inclinación, plano sobre el q resbala. Los deslizamientos se llevan a cabo por infiltración de agua y contactos de rocas inclinadas en dirección de la pendiente de la ladera (ver figura 11).

Flujo

Pedraza (1996), alude como característica principal que en la cabecera hay pequeñas cicatrices de despegue y micro depresiones, también por que las leguas tienen un perfil ligeramente ondulado, existe la presencia de suelos y vegetación hidrófila en su contorno. La velocidad de ocurrencia varía de lenta a muy lenta, la aleatoriedad de baja a muy baja y está en total contacto con el sustrato. Las variaciones estacionales le afectan de forma regular, por el grado de humedad y moviliza de grandes a muy grandes (todo el suelo) cantidades de cualquier material que contenga matriz detrítica fina o muy fina, por ejemplo, la formación superficial, detrítica no consolidada y poco permeable, produciendo deformaciones.



La morfología corresponde a forma de leguas definidas con lóbulos de deformación. El flujo transporta material arcilloso o areno-arcilloso poco consolidado, con planos de despegue y alto contenido de humedad entre estos planos. Muestra múltiples superficies de deslizamiento (a en la Fig. 12) y como

consecuencia de las velocidades diferenciales entre base y techo (b en la Fig. 12) o como velocidades diferenciales entre centro y paredes (c en la Fig. 12).

Reptación

Pedraza (1996), determina que en la reptación se puede observar que la vegetación presenta un encurvamiento anómalo y elongación de los anillos de crecimiento, en el caso de los árboles. Se caracteriza porque la velocidad de ocurrencia es muy lenta y por estar en conexión total con el sustrato: la aleatoriedad es muy baja y moviliza grandes cantidades de cualquier material en el que domine la fricción detrítica fina o muy fina, por ejemplo, en una formación superficial de limos y arcillas; produciendo deformaciones totales del relieve, la morfología es en ocasiones imperceptible, salvo que haya presencia de lóbulos de deformación.

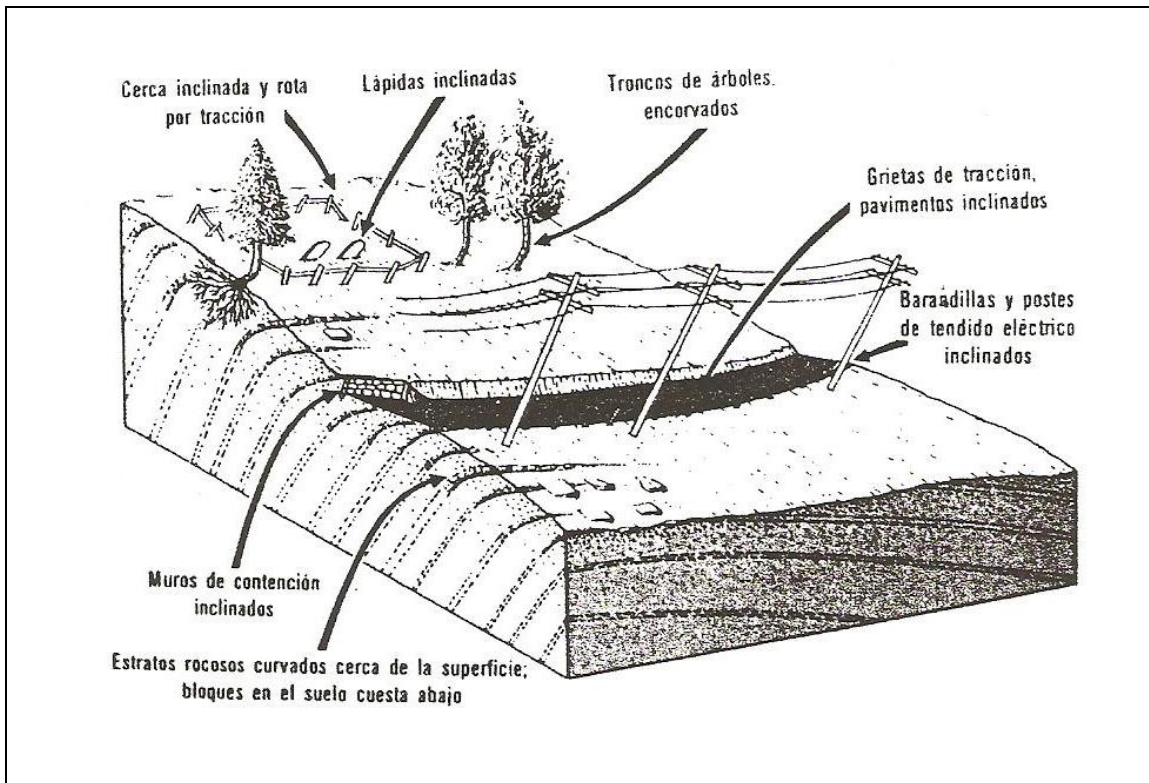


Figura 13. Efectos comunes de la reptación. Obtenido de Bloom (1962).

La reptación, es entonces el flujo de todo el suelo según en proceso rítmico, de forma estacional

Para Lugo 1989, reptación es el desplazamiento lento de las partículas de un suelo. Se produce por las variaciones de la temperatura y la humedad. En el primer caso, al sufrir dilatación, en un plano inclinado de 10 a 35°, tienden a desplazarse por la influencia de la gravedad, e igual al sufrir construcción. Las partículas se desplazan fracciones de milímetro. La humedad contribuye al incrementar la plasticidad del suelo. Otro factor que incluye en el desplazamiento es el congelamiento y deshielo del agua del suelo. Se han calculado velocidades de desplazamiento de 0.2 a 1.0 cm en un año (ver figura 13).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La remoción o movimiento en masa se define de acuerdo con Lugo, 1989 como el desplazamiento o caída de material debido a procesos gravitacionales. Los materiales generalmente no están consolidados, pueden ser productos superficiales del intemperismo o cuerpos considerables de sedimentos.

Los principales factores que intervienen en el desarrollo de riesgos gravitacionales se dividen en dos:

Los externos: estos factores aumentan las fuerzas impulsoras sin que, al mismo tiempo, ejerzan una acción compensatoria mediante las resistencias. Los más destacados son: pendiente, cambios climáticos, acción mecánica de las plantas y acción antrópica.

Los internos: son los que disminuyen las fuerzas de resistencia sin que, al mismo tiempo, atenúen las impulsoras; se deben a cambios propios del material, son la meteorización y las caídas progresivas.

Los fenómenos naturales y/o procesos erosivos en conjunto con el agua y el viento propician a que se erosione el suelo y esto puede ocasionar un deslizamiento con un alto grado de peligrosidad en determinado lugar.

Los estudios sobre peligrosidad desde el enfoque geográfico consisten en ubicar los procesos peligrosos y explicar su distribución como un instrumento de prevención, destinado a incorporar la planificación territorial en los planes de desarrollo.

JUSTIFICACIÓN

El Municipio de Huixquilucan se ubica dentro de la provincia fisiográfica “Sistema Volcánico Transversal” y de la subprovincia “Lagos y Volcanes de Anáhuac”, por lo cual presenta un relieve montañoso con altitudes que van desde los 2,500 hasta los 3,500 msnm, altitud que se incrementa en sentido este - oeste (Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Huixquilucan, 2017).

De acuerdo con el Atlas de Riesgos Municipal de 2017, los riesgos naturales dentro del territorio, son originados por granizadas, deslizamientos de tierra y factores sociorganizativos.

Los agrietamientos pueden provocar desprendimiento de materiales (en zonas de pendiente), afectaciones a la estructura de las construcciones por la inestabilidad del terreno, y también existe la posibilidad de que algunas partes puedan colapsarse debido a la acción de la erosión o por algún sismo.

Por otro lado, las pendientes del terreno aunadas a la deforestación que existe en algunas zonas, pueden provocar el desprendimiento de materiales hacia las partes bajas, en consecuencia, se debe impedir el avance de la mancha urbana a las zonas de peligrosidad.

En la localidad de Santiago Yancuitlalpan se localiza un asentamiento irregular con una extensión de cuatro hectáreas, mismo que se ubica en una pendiente, estando en situación de riesgo 300 viviendas y 950 habitantes (año 2008), ya que el terreno se desliza fácilmente debido a que se asienta en una zona de minas de arena y con una pendiente pronunciada, por este motivo es importante hacer esta investigación que tiene como finalidad determinar las zonas de peligrosidad de los procesos de remoción en masa.

La elaboración de cartografía proporcionó como resultado las zonas más potenciales a procesos gravitacionales, lo cual permitió establecer zonas de mayor magnitud e intensidad y con lo que se pudo establecer medidas de prevención y mitigación ante un desastre natural, lo que conlleva tener menos pérdidas materiales y en algunos casos humanas.

HIPÓTESIS

El municipio de Huixquilucan tiene condiciones estructurales que favorecen la presencia de procesos de remoción en masa, por ello, es importante conocer la distribución de estos por medio de la elaboración de cartografía morfográfica y morfométrica en conjunto con la caracterización de los procesos para obtener las zonas de peligro para la población en cada una de las localidades.

OBJETIVOS

General:

Conocer la distribución de los procesos de remoción en masa que se encuentran presentes en el Municipio de Huixquilucan

Específicos:

- Elaborar la cartografía morfográfica y morfométrica del municipio de Huixquilucan de Degollado.
- Realizar una caracterización de los procesos geomorfológicos asociados a la remoción en masa.
- Realizar una integración de la información cartográfica con la información de población para obtener las zonas de peligro potencial.

METODOLOGÍA

En este trabajo de investigación se elaboró la cartografía geomorfológica del Municipio de Huixquilucan, escala de construcción 1: 1,583,775 y escala de salida 1:4 300 000 a partir del mapa base world ocean base (ESRI, De Lorme, GEBCO, NOAA, NGDC y otros contribuidores) que junto con el análisis morfográfico, morfométrico, morfológico y morfodinámico nos permitió obtener la base cartográfica para la elaboración del estudio sobre remoción en masa.

Para la elaboración de la cartografía morfográfica del municipio se trazaron los principales elementos del relieve: puntos, líneas, superficies y volúmenes. Los puntos expresan formas del relieve que por sus pequeñas dimensiones no pueden ser representadas en los mapas, estas pueden ser las cimas de las montañas, la desembocadura de un valle en otro, dolinas, etc. Las líneas son principalmente los parteaguas, talwegs, líneas de costa, base de montañas alineadas, escarpes, etc. Las superficies de planicies subaéreas se describen por su forma en círculo, elipse, ovalo, rombo, etc. En su perfil pueden ser un plano horizontal o inclinado y en algunos casos pueden presentar ondulaciones. Los volúmenes se aplican a las elevaciones, conos, pirámides, prismas, cilindros, etc. Existen otros elementos geométricos como pueden ser las diversas configuraciones de la red fluvial.

Por medio de la fotointerpretación de las fotografías aéreas, escala 1:37 000 se obtuvo la morfología elemental del municipio de Huixquilucan.

La aplicación de diferentes métodos morfométricos para la elaboración de mapas específicos nos permitió conocer el relieve del municipio de Huixquilucan.

Por lo tanto, la investigación está centrada en conocer la distribución y clasificación de los procesos de remoción en masa que se encuentran presentes en el Municipio de Huixquilucan, realizando una caracterización geomorfológica y climático-meteorológica con la cual se conocieron los principales elementos modificadores del relieve y se podrán mitigar riesgos geológico-geomorfológicos que impacten a la población.

Carta hipsométrica o altimétrica

Esta carta tiene la finalidad de expresar los valores de alturas máxima y mínima para la distribución del relieve en su totalidad.

- Se obtuvieron las alturas máxima y mínima del territorio.
- Se establecieron intervalos de valores de acuerdo con criterios que expresen de manera clara al relieve.
- Se eligieron los colores establecidos por un sistema internacional que bien aplicados nos permitieron observar el mapa en tercera dimensión.

Carta de densidad de disección del relieve

Esta carta se elaboró con base en los criterios determinados por Palacio (1983) que consisten en representar la erosión de la superficie terrestre en cuanto a la longitud de talwegs por km² y se determinan intervalos. Esta carta expresa el resultado de la acción de las corrientes fluviales.

- Se dividió el mapa en figuras geométricas de un mínimo de un kilómetro cuadrado.
- Se utilizaron los cauces marcados e inferidos en la carta topográfica original.
- Se realizaron mediciones de longitud de cauces obtenidos en cada km. y se coloca el valor obtenido en el centro.
- Se realizó una interpolación entre todos los números en posición inmediata, para homogeneizar valores.
- Se realizó una configuración con isolíneas.
- Al mapa se le agregaron colores de acuerdo con la jerarquía utilizada para el mapa hipsométrico.

Carta de órdenes de drenaje

En esta carta se clasificaron las corrientes fluviales en órdenes numéricos fundamentado en la ley de Horton (Strahler, 1982) se elaboró de la siguiente manera.

- Se tomaron en cuenta los escurrimientos perennes e intermitentes.
- Se infirieron los cauces que no aparecen en el mapa topográfico.
- Las corrientes que no poseen afluentes son consideradas de primer orden y son las más jóvenes, las corrientes que resultan de la unión de dos de primer orden forman una de segundo, y así sucesivamente se obtuvieron los siguientes órdenes.
- Por último, se llevó a cabo la aplicación de color a cada orden de corriente fluvial.

Carta de profundidad de erosión o disección del relieve

La profundidad de erosión se considera en un perfil y con equivalencia a una altura vertical medida entre el talweg y la divisoria.

- En primer lugar, se dividió la zona de estudio en áreas de un kilómetro cuadrado y se trazaron las corrientes fluviales.
- Se buscó la diferencia entre el parteaguas y talweg en cada figura geométrica y se obtuvo el valor de profundidad de erosión, el cual se colocó al centro de la figura.
- Se obtuvieron los rangos correspondientes y se asociaron a un color cada uno.

Carta de pendientes del terreno

Esta carta se elabora a través de los criterios establecidos por Lugo (1988). En este mapa se transformaron las distancias entre curvas de nivel en valores de pendiente.

- Se aplicó la fórmula:

$$M = \frac{K}{\text{Tan ang}}$$

Donde: M= pendiente

K= equidistancia

tang ang= tangente de la pendiente.

K es una constante, la cual se obtiene con el siguiente procedimiento.

$$E = \frac{Dr}{Dg}$$

Donde: E= escala del mapa

Dr= distancia real entre curvas de nivel.

Dg= escala del mapa

Carta de energía o amplitud del relieve

Esta carta tiene la finalidad de expresar la intensidad relativa de la actividad endógena en relación con la exógena, para obtener las zonas de mayor actividad tectónica de la zona, los pasos que se siguieron fueron los establecidos por Lugo (1988) y se mencionan a continuación.

- Se dividió el mapa en figuras geométricas de un kilómetro cuadrado.
- Se tomaron las curvas maestras y auxiliares de cada cuadro y se restaron la cota máxima y mínima, y se colocó el resultado en el centro de la figura.
- Se establecieron rangos y se les aplicó el color correspondiente.

De igual manera, la elaboración de la cartografía morfográfica del Municipio de Huixquilucan, se elaboró a escala 1:4 300 000 a partir del mapa base world ocean base (ESRI, De Lorme, GEBCO, NOAA, NGDC y otros contribuidores).

CAPÍTULO II

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

Huixquilucan se localiza en la parte centro del Estado de México en la vertiente oriental de la sierra de Las Cruces.

Las coordenadas en donde se encuentra ubicado el Municipio de Huixquilucan son $19^{\circ} 18' 07''$ y $19^{\circ} 26' 27''$ de latitud norte y $99^{\circ} 14' 10''$ y $99^{\circ} 24' 15''$ de longitud oeste, a una altura variable que va de los 2,501 a los 3,500 msnm (ver figura 2.1).

Limita al norte con Xonacatlán y Naucalpan; al sur con Ocoyoacac y Acopilco, Distrito Federal; al oeste con Lerma y al este con Chimalpa delegación Cuajimalpa.

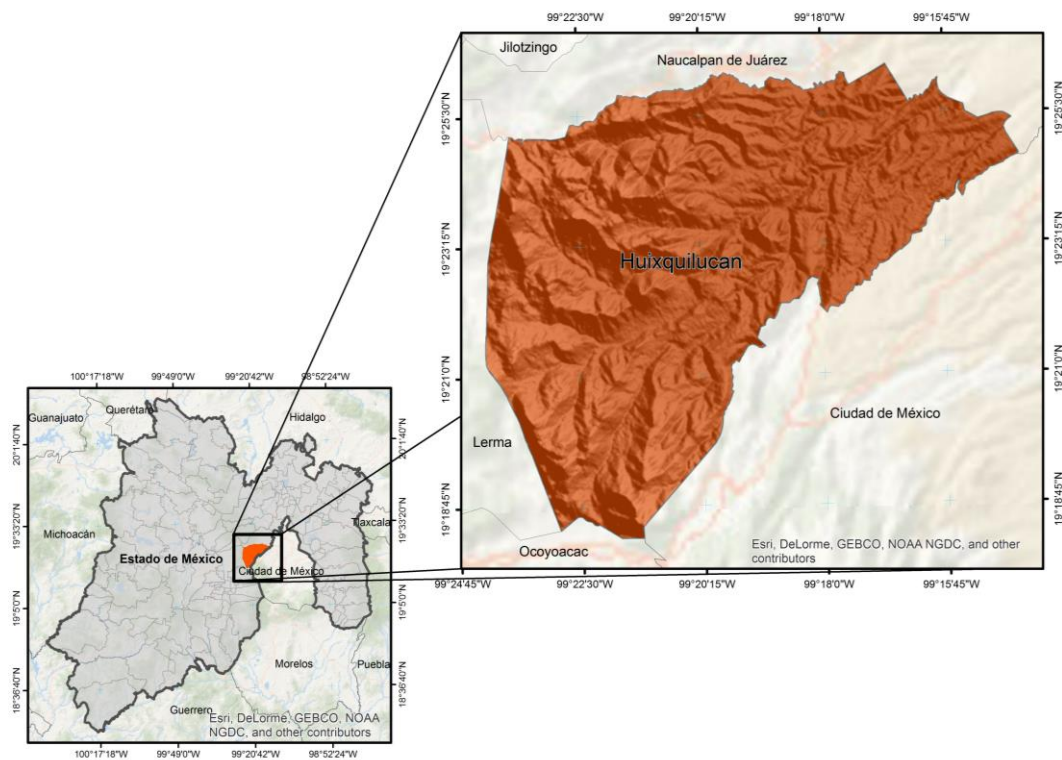


Figura 1 Localización del Municipio de Huixquilucan, Estado de México.

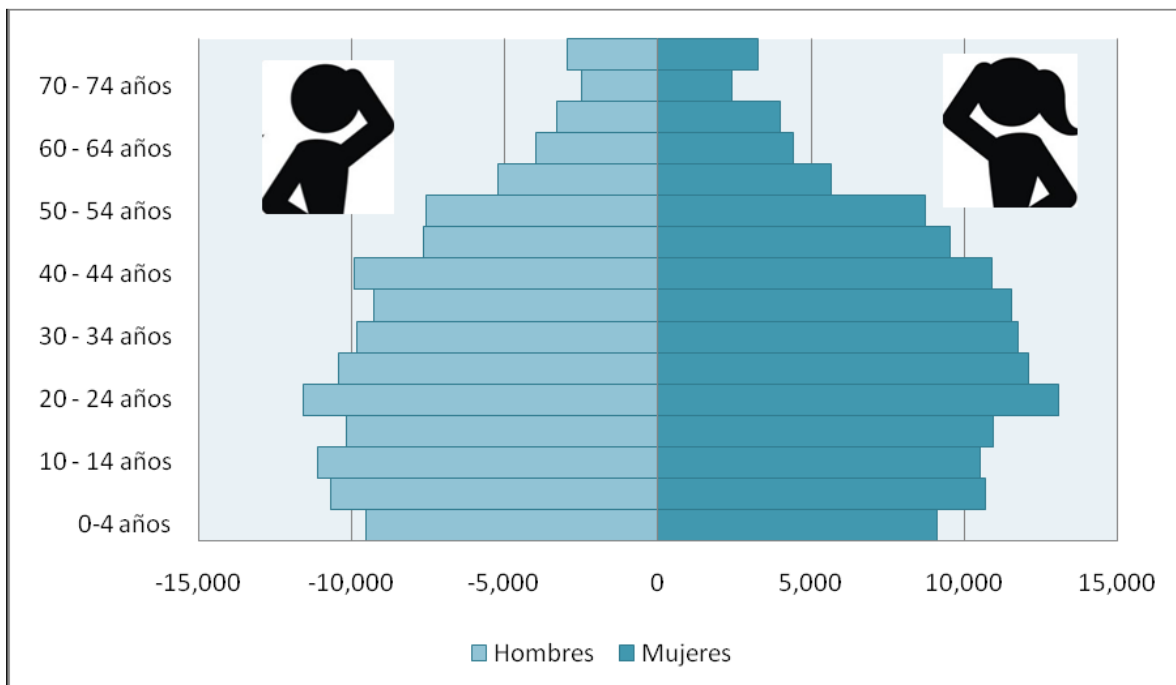
POBLACIÓN

El municipio de Huixquilucan cuenta con una población de 267 mil 858 habitantes, de los cuales 127 mil 486 son hombres y 140 mil 372 mujeres; la población total municipal representa 1.65% del total de la población de la entidad. La extensión territorial del municipio con base en INEGI es de 140.33 km², proporcionando una densidad poblacional de 1908.71 habitantes por kilómetro cuadrado.

El Censo de Población y Vivienda 2010 cuantifica: 89.62% (217,033) de la población municipal radica en localidades urbanas y 10.38% (25,134) en localidades rurales.

La estructura de la población se representa en la siguiente gráfica:

Grafica 1. Pirámide poblacional



Grafica 1. Fuente: COESPO con base a INEGI

GEOLOGÍA

De acuerdo con información obtenida de INEGI (1983, conjunto de datos geológicos vectoriales) Carta con clave E-14-2, Escala 1:250,000, serie 1 Ciudad de México. Escala de construcción 1:115,760 y escala de salida 1: 100 000 (ver mapa)

Andesita: Corresponden a roca andesita y basalto las cuales son rocas ígneas volcánicas de composición intermedia, su composición mineral comprende generalmente plagioclasa y varios otros minerales ferromagnésicos como piroxeno, biotita y hornblenda. Este tipo de roca se presenta en la mayor parte del municipio como es el norte, sur y oeste. Este tipo de roca presenta problemas para los asentamientos humanos. El uso doméstico de este tipo de roca es para fabricar cimientos, acabados y revestimientos.

Toba volcánica: Tiene una consistencia porosa y liviana y fue formada a partir de actividades volcánicas y se ubica en la sierra de las cruces.

Volcanoclastica: Corresponde a rocas volcánicas, las cuales son residuos de erupciones volcánicas dispersas al Noreste del municipio. Este tipo de rocas presenta posibilidades para el desarrollo urbano de alta a moderada.

Al Noreste del Municipio de Huixquilucan se localiza un aluvión grava, arena y limo con interestratificación de ceniza, en otras depresiones pequeñas el resultado de un bloque de drenaje por actividad volcánica, así como a lo largo de ríos y arroyos, también lo acompaña por pequeñas capas de lavas basálticas y andesíticas, así mismo también lo conforman rocas volcánicas epiclasticas.

Al Sureste cuenta por lo mismo con una pequeña cantidad de arena grava y limo lo que diferencia es una pequeña porción de derrames de lava de composición esencialmente basáltica y andesítica con depósitos cineríticos aglomerado y brecha de derrames.

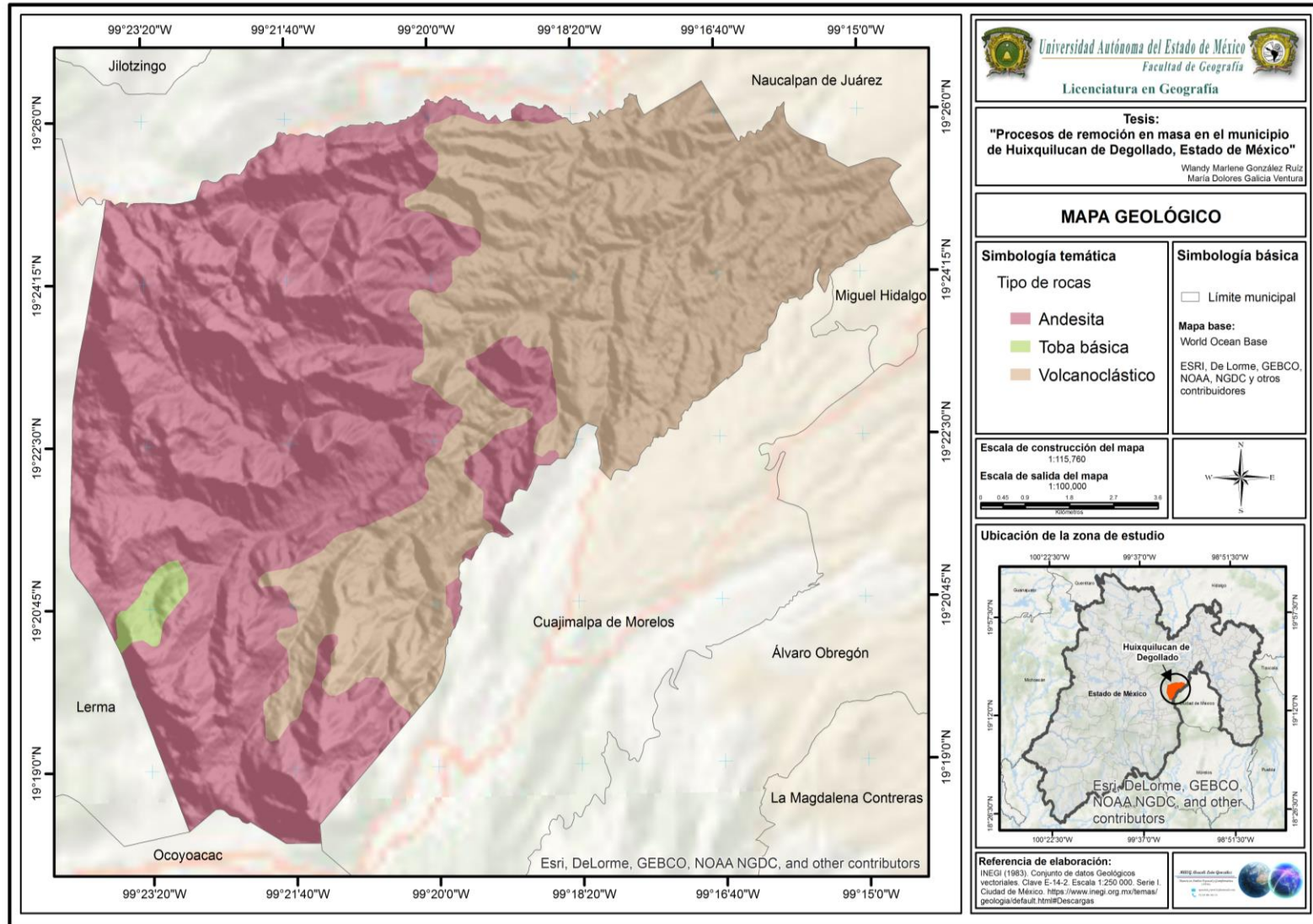
El sureste del Municipio en el periodo terciario en la etapa del mioceno está conformado principalmente por rocas volcánicas epiclasticas y abanicos aluviales. (IFOMEGEM 2008).

Aluvión: todos aquellos depósitos sedimentarios formados por corrientes fluviales en el cauce y llanura de inundación de los valles fluviales, la composición

granulométrica y mineralógica varían en función del régimen de los ríos de la resistencia de las rocas y de las condiciones geomorfológicas generales.

El municipio se encuentra en una porción continental caracterizada por una intensa actividad tectónica, la cual ha provocado la formación de estructuras montañosas primarias que siguen un patrón regional orientado en dirección NNW y SSE; sistemas de montañas secundarios perpendiculares a los ejes orográficos principales y dispuestas en bloques escalonados que, a su vez, conforman estructuras ascendentes llamadas pilares y de tipo descendentes denominadas fosas tectónicas o graben.

Existen 19 minas localizadas en el municipio, de arena, grava de las cuales se encuentran 15 activas y tres inactivas y una en explotación



GEOMORFOLOGIA

Para la elaboración de este mapa se realizaron perfiles para determinar las diferentes geoformas presentes en el municipio, y con ello clasificar el relieve. Escala de construcción 1:115,760 y con una escala de salida de 1:100 000.

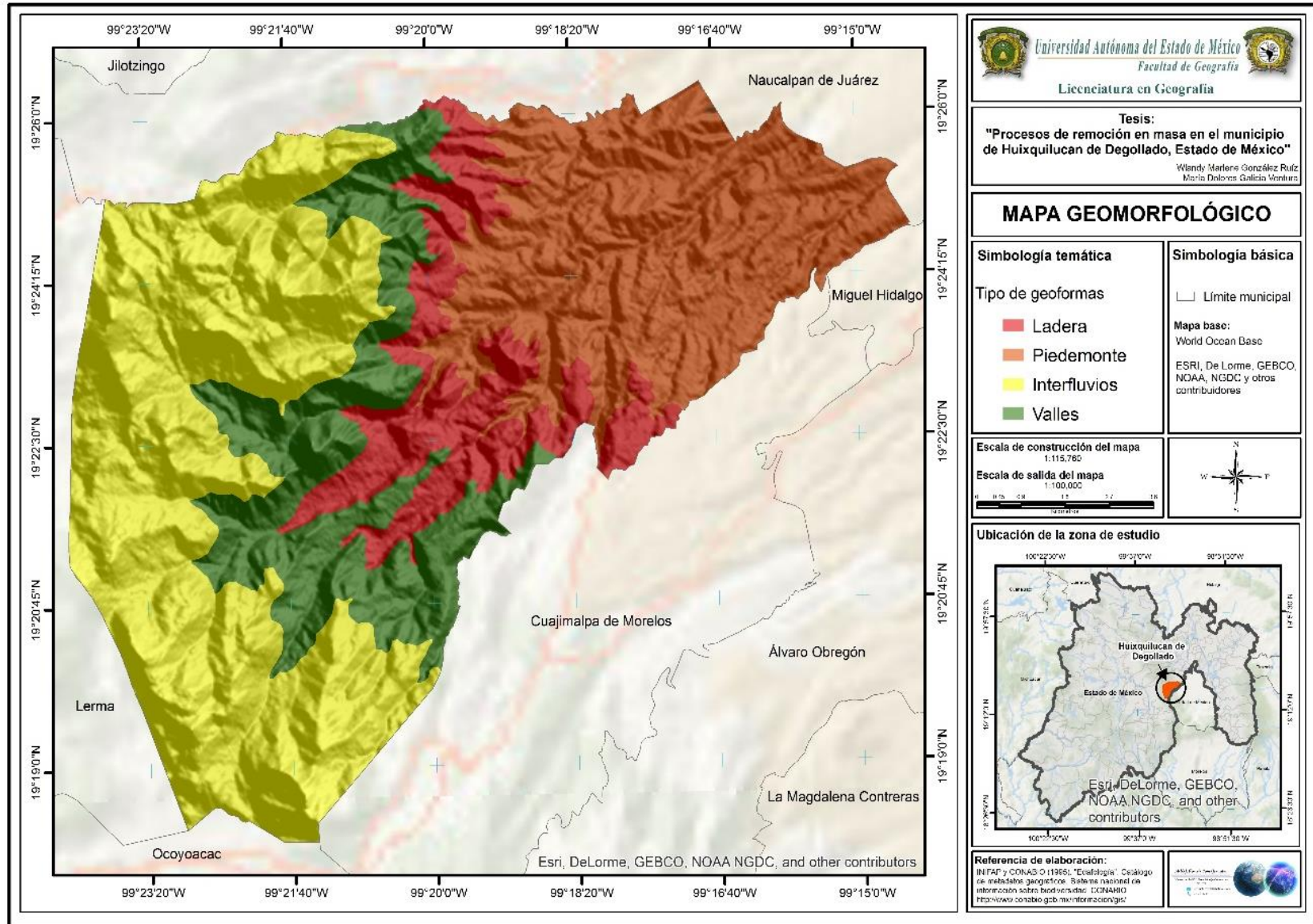
El Municipio de Huixquilucan se encuentra en la unidad geomorfológica Sierra de las Cruces, la cual separa las cuencas de México y de Toluca.

La Sierra de Las Cruces tiene una longitud de 110 km y un ancho de 47 km a 27 km en la parte norte y sur respectivamente. Está conformada por ocho estratovolcanes traslapados, que de sur a norte son: Zempoala (3690 m.s.n.m.), La Corona (3770 m.s.n.m.), San Miguel (3870 m.s.n.m.), Salazar (3660 m.s.n.m.), Chimalpa (3420 m.s.n.m.), Iturbide (3620 m.s.n.m.), La Bufa (3460 m.s.n.m.) y La Catedral (3780 m.s.n.m.), y otros de menor dimensión como el volcán Ajusco. La actividad volcánica de la Sierra de las Cruces abarca desde el Plioceno tardío hasta el Pleistoceno (Mooser *et al.*, 1974; Mora-Álvarez *et al.*, 1991; Romero-Terán, 2001; Osete *et al.*, 2000) y se caracteriza por la emisión de derrames de lava, extrusión de domos, emplazamiento de flujos piroclásticos, flujos de detritos y lodo, así como avalanchas de escombros.

La presencia de interfluvios en la Sierra de las cruces define la presencia de valles que son formas negativas del relieve, equivalente a una depresión estrecha y alargada, formada esencialmente por procesos erosivos.

Por su parte, el piedemonte Volcánico ubicado al Norte del Municipio constituye una zona de transición entre la Sierra, siendo el producto de la coalición de abanicos aluviales y depósitos de tobas. Esta geoforma inicia en las estribaciones de la Sierra a una altitud de 2,600 m.s.n.m., teniendo pendientes que varían entre los 6° y 15°.

Las laderas delimitan formas positivas y negativas del relieve y se presentan por todo el territorio como convexas, cóncavas, horizontales y de caída.



TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN

Respecto a la altitud del territorio municipal, existen tres tipos de climas que varían de Este a Oeste; dichos climas son C (w1) (w), C (w2) (w), y C (E) (w2) (w), que de acuerdo con la clasificación de Köppen modificado por E. García tienen las siguientes características:

- El primero, C (w1)(w), es templado subhúmedo con lluvias en verano y corresponde al subtipo de humedad media de los templados subhúmedos; se presenta en la parte este del municipio, donde la precipitación pluvial anual promedio oscila entre los 600 y 800 mm, y las temperaturas oscilan entre los 13° y 15° C.
- El clima, C(w2)(w), es templado subhúmedo con lluvias en verano y corresponde al subtipo más húmedo de los templados subhúmedos; se presenta en la parte central del territorio siendo el que predomina en el municipio, donde la precipitación anual está entre los 800 y 1,000 mm, que puede llegar hasta los 1,200 mm; en este clima, el porcentaje de precipitación invernal es menor a 5%, y de 40 mm en el mes más seco; las temperaturas se presentan entre los 13° y 15° C.
- El C (E) (w2)(w) es un clima semifrío subhúmedo con lluvias en verano, y pertenece al subtipo más húmedo de los semifríos subhúmedos; se presenta en la porción Oeste del municipio y se caracteriza porque las temperaturas varían entre los 5° y los 11° C, y la variación de la precipitación promedio anual está entre 1,000 o mayor de 1,200 mm, con un porcentaje de precipitación invernal menor al 5%. En las zonas de mayor altitud de esta porción del territorio y donde hay mayor cantidad de vegetación arbórea, es frecuente la presencia de fenómenos extremos como heladas y nevadas durante el invierno, así como intensas lluvias con granizo y tormentas eléctricas en verano.

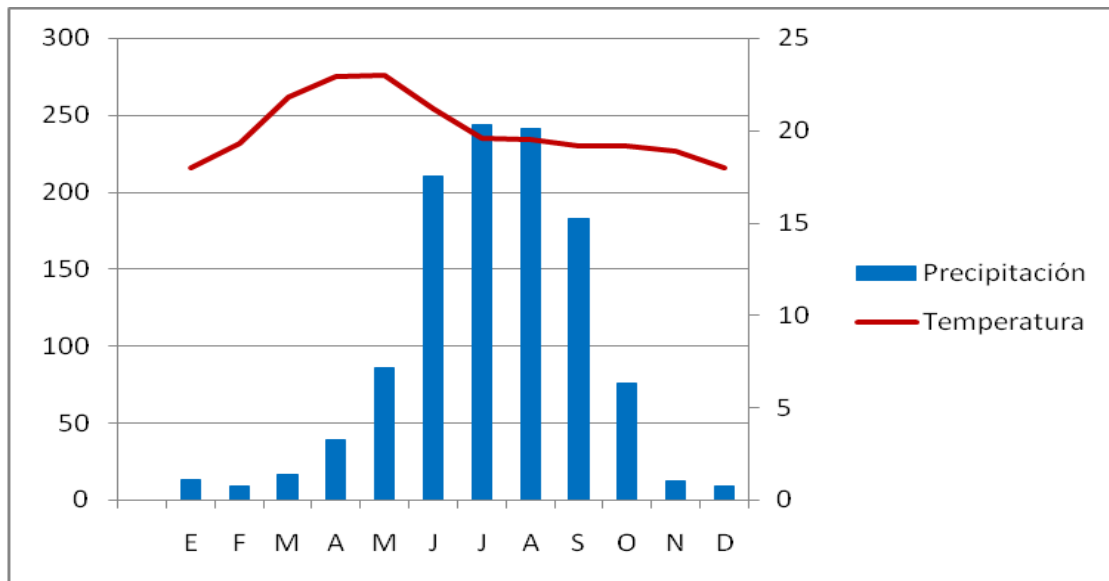
Para el caso del Municipio de Huixquilucan, en el Observatorio Meteorológico Nacional se encontraron 4 estaciones meteorológicas, sin embargo, ninguna de

ellas con datos recientes; para lo cual se tomaron de los datos existentes la media de la temperatura y precipitación.

Las temperaturas máximas que se registraron en el Municipio de Huixquilucan durante el periodo de 1969 a 1990 según los registros del Observatorio meteorológico Nacional se presentan en los meses de Marzo, Abril y Mayo con temperaturas promedio de 22 a 23 °C en su mayor parte; las temperaturas mínimas mensuales son las que se presentan en la temporada de invierno que abarca los meses de Noviembre, Diciembre y Enero (ver gráfica1).

Las precipitaciones máximas que se presentan en el Municipio de Huixquilucan durante el periodo de 1969 a 1990 se registran en los meses de Junio, Julio, Agosto, y Septiembre principalmente con precipitaciones que oscilan entre 205 mm a los 240 mm. Mientras que en los meses con menor precipitación es menor a los 5 mm, en promedio (ver gráfica 2).

Gráfica 2 Temperatura y precipitación por mes



Fuente: Observatorio Meteorológico Nacional (1969 a 1990)

EDAFOLOGIA

De acuerdo con las INIFAP Y CONABIO (1985), catalogo de metadatos geograficos, Sistema Nacional de Informacion sobre biodiversidad, Escala de construccion 1:115 760 y con escala de salida 1:100 000 (ver mapa):

Andosol húmico: Son suelos que tienen una microestructura bien desarrollada y estable al agua, además de tener una resistencia mecánica alta a las fuerzas externas, acompañada por una macro estructura inestable y pobremente desarrollada (Oleschko y Chapa, 1989; Salton y Mielniczuck, 1995). Este tipo de suelo se localiza en la zona oeste del territorio municipal.

Cambisol eútrico y crómico: estos suelos se caracterizan por la ausencia de una capa de arcilla acumulada, humus, sales solubles, o hierro y óxidos de aluminio. Ellos difieren de material matriz protegidas de la intemperie en su estructura agregada, el color, el contenido de arcilla, contenido de carbonato, u otras propiedades que dan algunas pruebas de suelo en procesos de formación. Debido a su estructura global favorable y alto contenido de minerales meteorizables, por lo general puede ser explotada para agricultura siempre a las limitaciones del terreno y el clima.

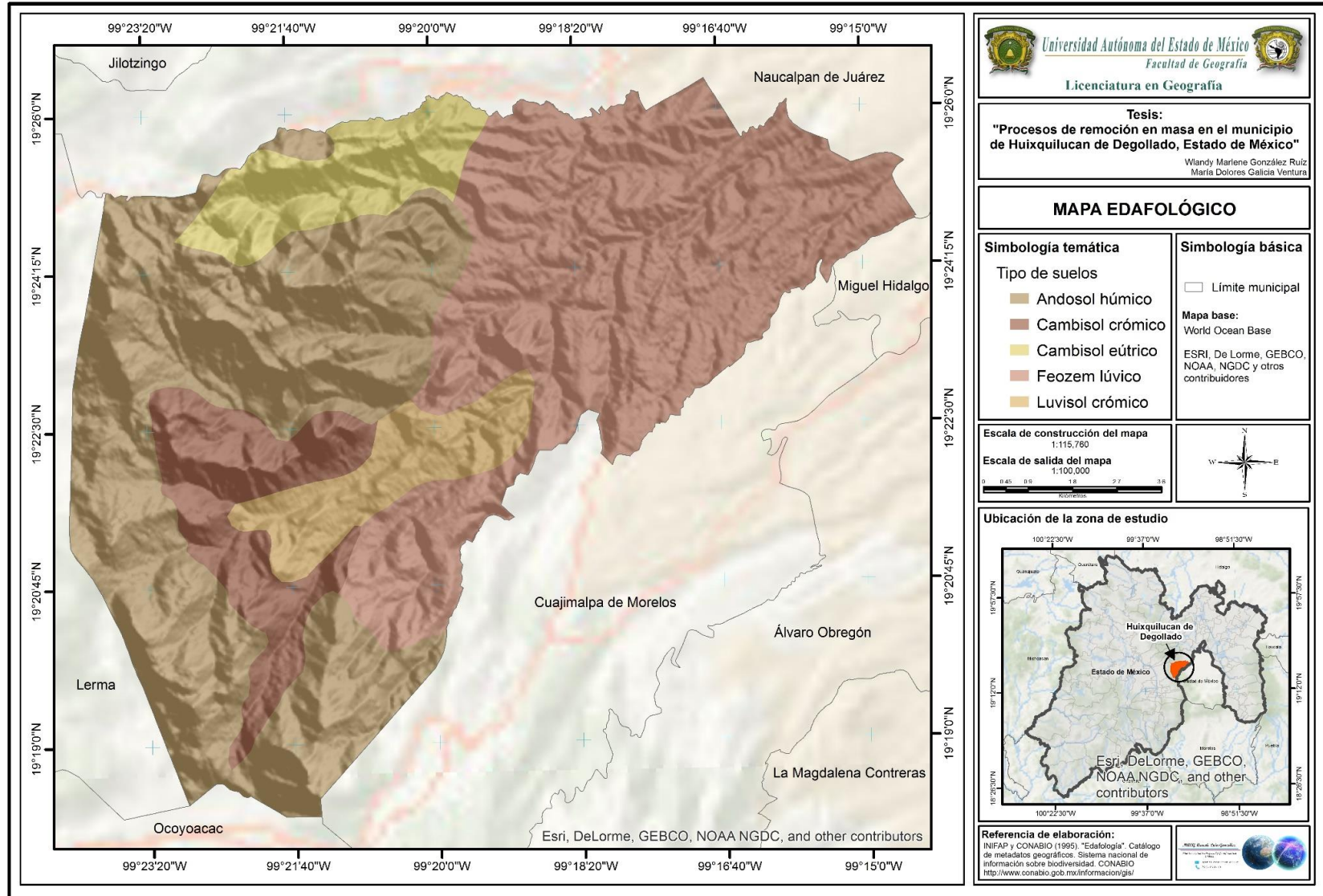
Feozem lúvico: Los feozems son suelos fértiles, en general son poco profundos, casi siempre pedregosos y muy inestables, restringiendo por ello su uso en la agricultura permanente, pudiéndose utilizar en el cultivo de pastos, aunque se recomienda mantenerlos con vegetación permanente.

Sus principales limitaciones son las inundaciones y la erosión; y dentro del territorio municipal se localizan en la zona oeste y este, siendo el suelo que predomina.

Luvisol crómico: Se trata de suelos muy escasamente representados en la actualidad en la región ya que se localizan solo en la zona centro, y aparecen siempre en superficies geomorfológicas estables que han sido preservadas, por lo menos parcialmente, de procesos erosivos.

Es un tipo de suelo que suele desarrollarse en zonas llanas, o con suave pendiente, de climas en los que existen una estación seca y otra húmeda bien diferenciadas.

Frecuentemente, se produce una acumulación de arcillas y un enrojecimiento, que es consecuencia de la acumulación de óxidos de hierro favorecida por la fuerte sequía estival. Este tipo de suelo se localiza solo en una pequeña porción al centro del territorio municipal.



USO DE SUELO Y VEGETACIÓN

De acuerdo con INEGI (2016) Conjunto de datos vectoriales de uso del suelo y vegetación escala 1:250 000. Escala de construcción 1:115 760 y escala de salida 1: 100,000

Uso Urbano: Se ubica en la parte Este del territorio y corresponde a las zonas ocupadas por los fraccionamientos, conjuntos urbanos y colonias populares.

Uso Rural: Comprende las áreas de las comunidades rurales localizadas en la zona Este del Municipio.

Uso Agrícola: Se ubica en la zona Oeste del Municipio y en las zonas agrícolas en las áreas inmediatas a los poblados.

En la actualidad esta actividad ha disminuido de forma notoria, por lo que se ha observado que algunas tierras están prácticamente abandonadas y cubiertas de vegetación herbácea.

Pastizal: Se encuentra en la porción Oeste del territorio y se caracteriza por que son zonas que se Alteran debido a la eliminación de vegetación original y abandono de tierras de cultivo

Uso Pecuario: Se encuentran principalmente en la porción Oeste del territorio y se caracteriza por que son zonas que se han alterado debido a la eliminación de vegetación original y abandono de tierras de cultivo.

Uso Forestal: Dentro del territorio municipal se pueden encontrar tres tipos de bosque: el de encino, pino-encino y de oyamel.

Suelo erosionado: Corresponde a las áreas donde se realizó o realiza la explotación de minerales no metálicos para la construcción; se encuentra principalmente en la parte Oeste y Centro del territorio municipal.

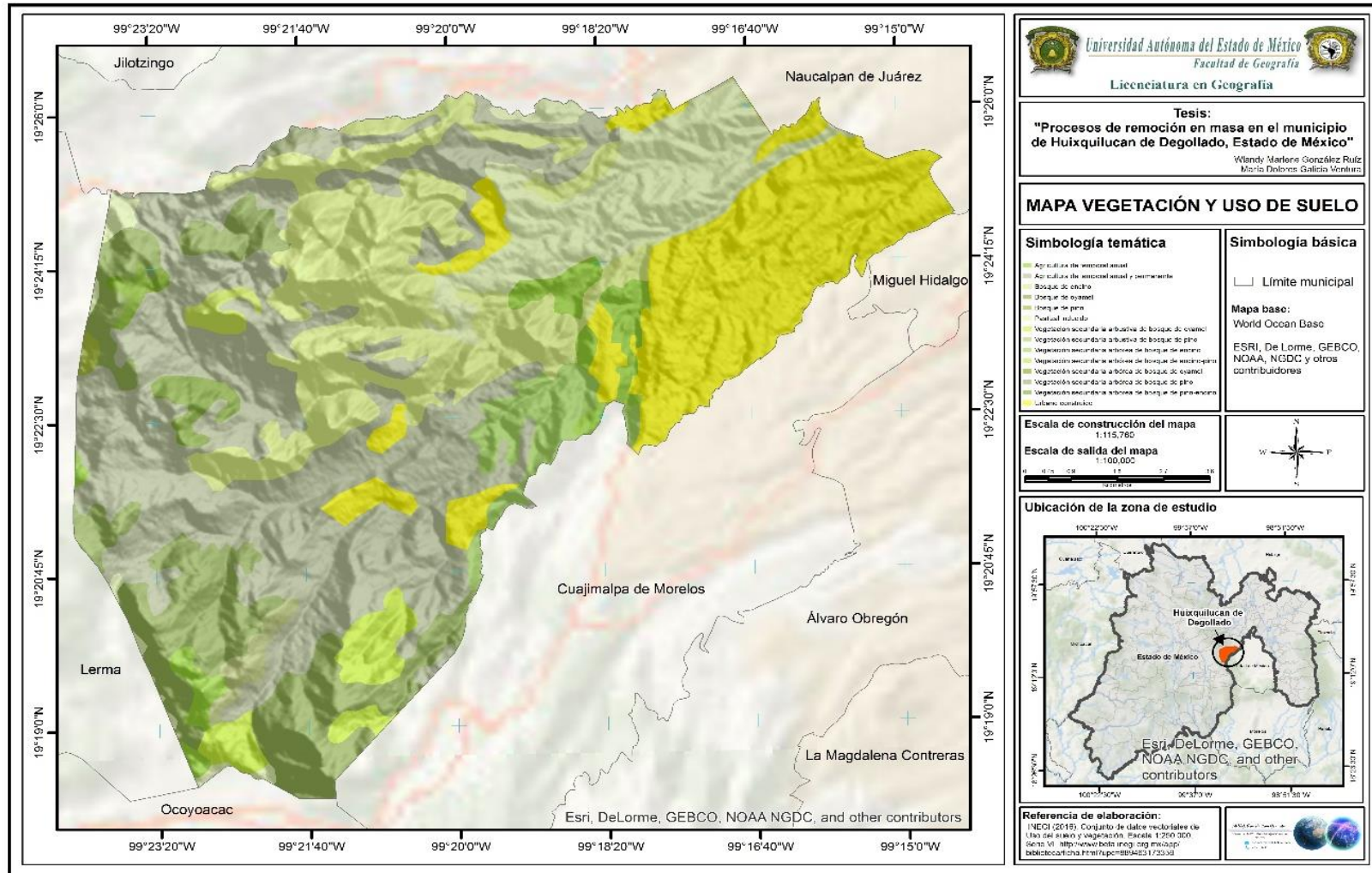
Vegetación secundaria: se localiza en la parte centro del territorio municipal.

En el siguiente cuadro se muestra la superficie (en hectáreas y km²) que corresponde a cada uso del suelo y el porcentaje con respecto al área total municipal.

Cuadro 1 Uso del suelo en el municipio de Huixquilucan de Degollado.

USO DE SUELO	HECTAREAS	km²	%
Urbano	2456.07	24.56	17.11
Rural	1412.01	14.12	9.84
Agrícola	3092.93	30.92	21.64
Forestal	5966.04	59.66	42.73
Pastizal	1018.68	10.18	7.10
Cuerpo de agua	2.84	0.02	0.02
Suelo erosionado	238.57	2.38	1.66
TOTAL	14187.68	141.87	100

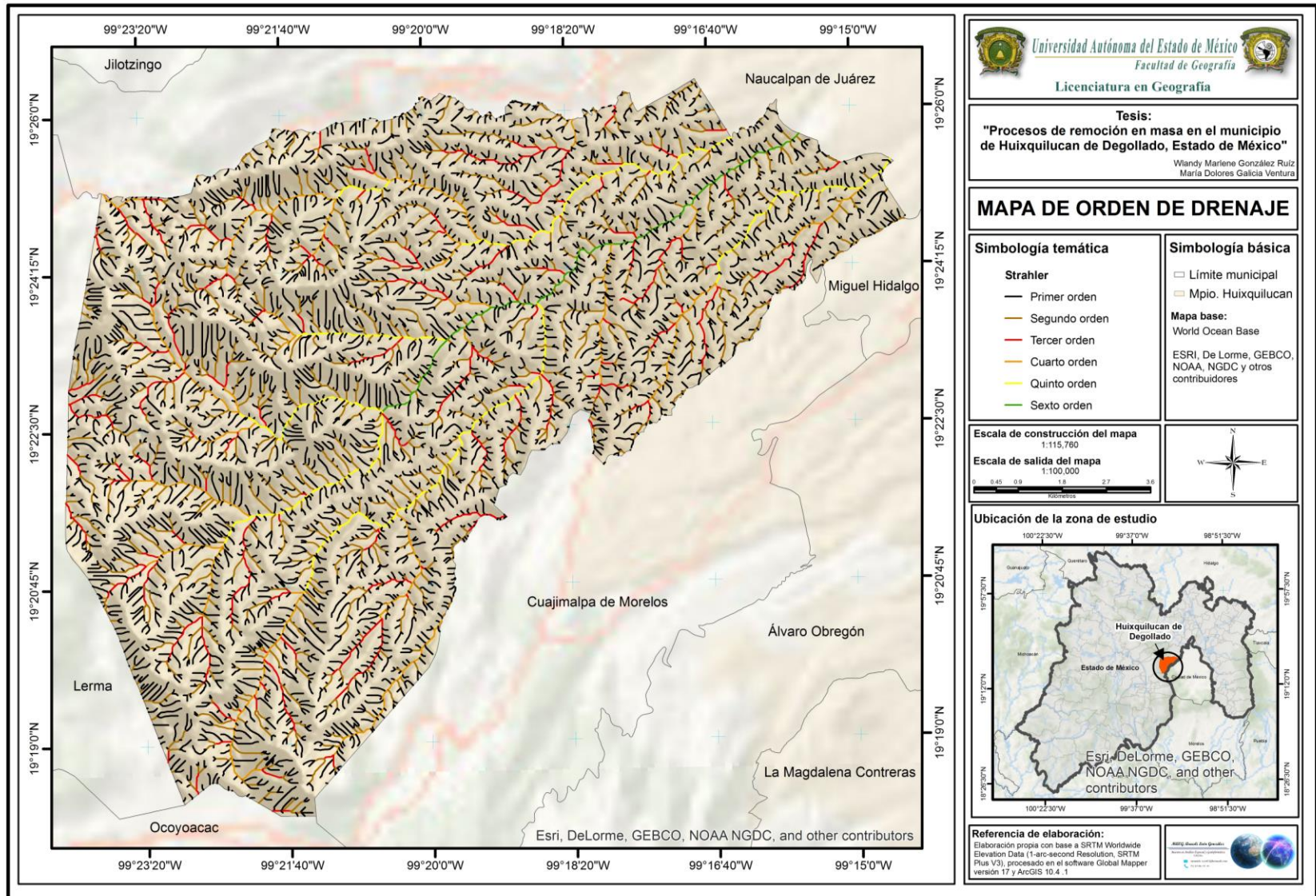
Fuente: Conjunto de datos vectoriales y uso de suelo y vegetación (2016)



MAPA DE ORDENES DE DRENAJE

El Mapa de órdenes de drenaje nos muestra la presencia de 2 tipos de configuración de drenaje en el Municipio de Huixquilucan de Degollado, en primer lugar encontramos la configuración de drenaje de tipo espoloneada ya que es la resultante del proceso de piratería fluvial, en ella las ramas de la corriente tributaria capturada o decapitada, forman ángulos obtusos con relación a la corriente captora, es decir como espolones y puede producirse por el hundimiento o inclinación del terreno o también por los fenómenos glaciáricos. Este tipo de drenaje lo encontramos en las localidades de Santa Cruz, Agua Blanca, El Hielo y La Magdalena Chichicarpa.

El segundo tipo de configuración de drenaje es la subparalela, esta consiste en una modificación de la configuración paralela en la que las corrientes fluviales asemejan la disposición de las ramas de árboles, pero carece de la regularidad de la configuración paralela, esta se localizó en Santa Cruz, La Cañada, Zacamulpa y Lomas de Tecamachalco (ver mapa de Ordenes de Drenaje).



MAPA DE DENSIDAD DE DISECCIÓN

Caracteriza la red fluvial, es una expresión de la textura fluvial o grado de disección de las cuencas en un territorio. El grado de disección es controlado por la litología del sustrato, permeabilidad del suelo, capacidad de infiltración y la cobertura del suelo (SINCHI, 2016), y representa la cantidad de corrientes existentes en un espacio determinado (1 Km/km²), para cuantificar la acción sobre el relieve (erosión). Asimismo, se obtienen aspectos de control estructural que pueden existir en la zona (Carbajal, 2004) y controla la eficiencia del drenaje y señala el estado erosivo.

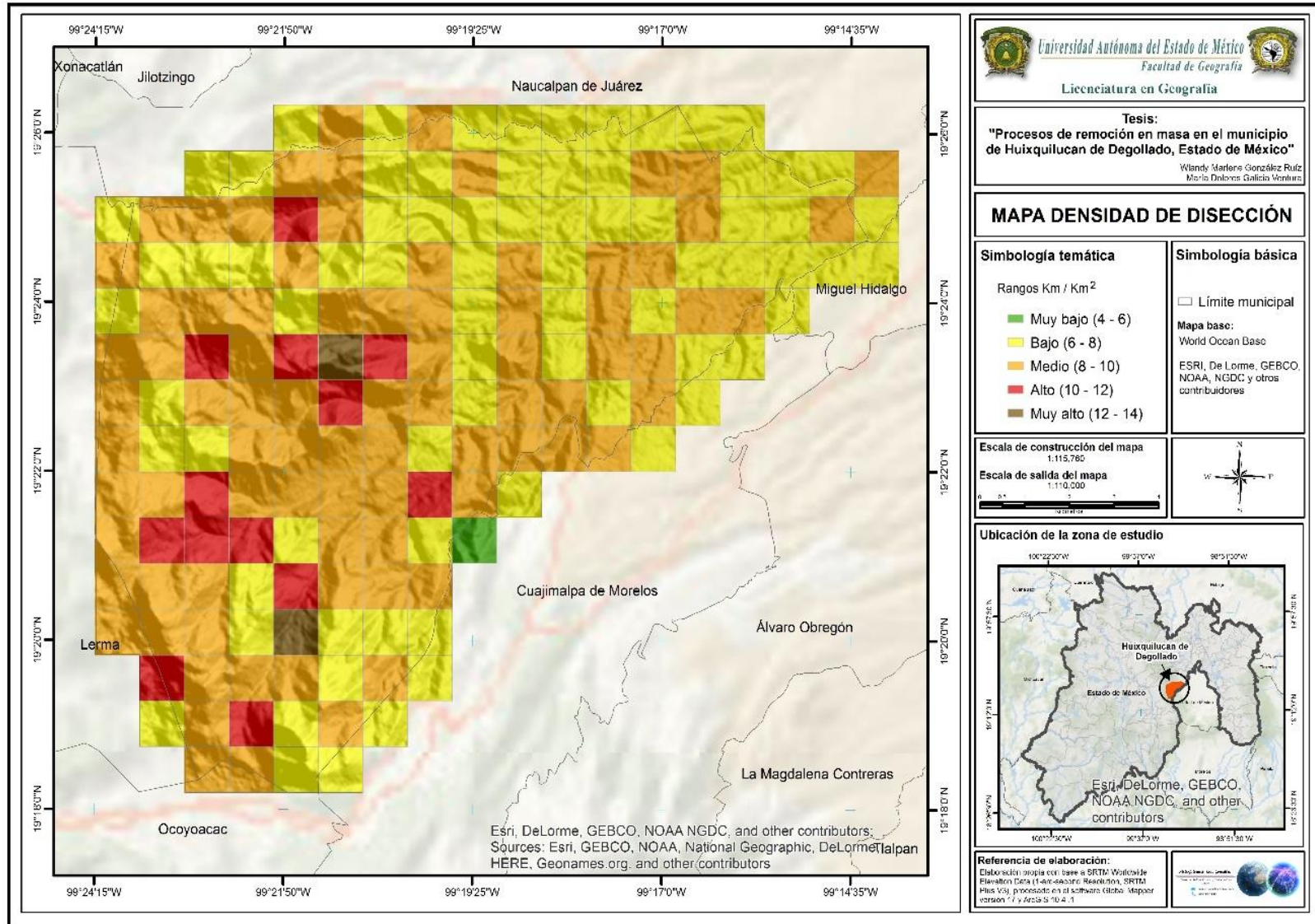
El grado de erosión que se presenta en el Municipio de Huixquilucan de Degollado de acuerdo con el mapa de densidad de disección se encuentra en el nivel bajo, medio, alto y este coincide con las pendientes elevadas debido a que en todo el territorio se presentan.

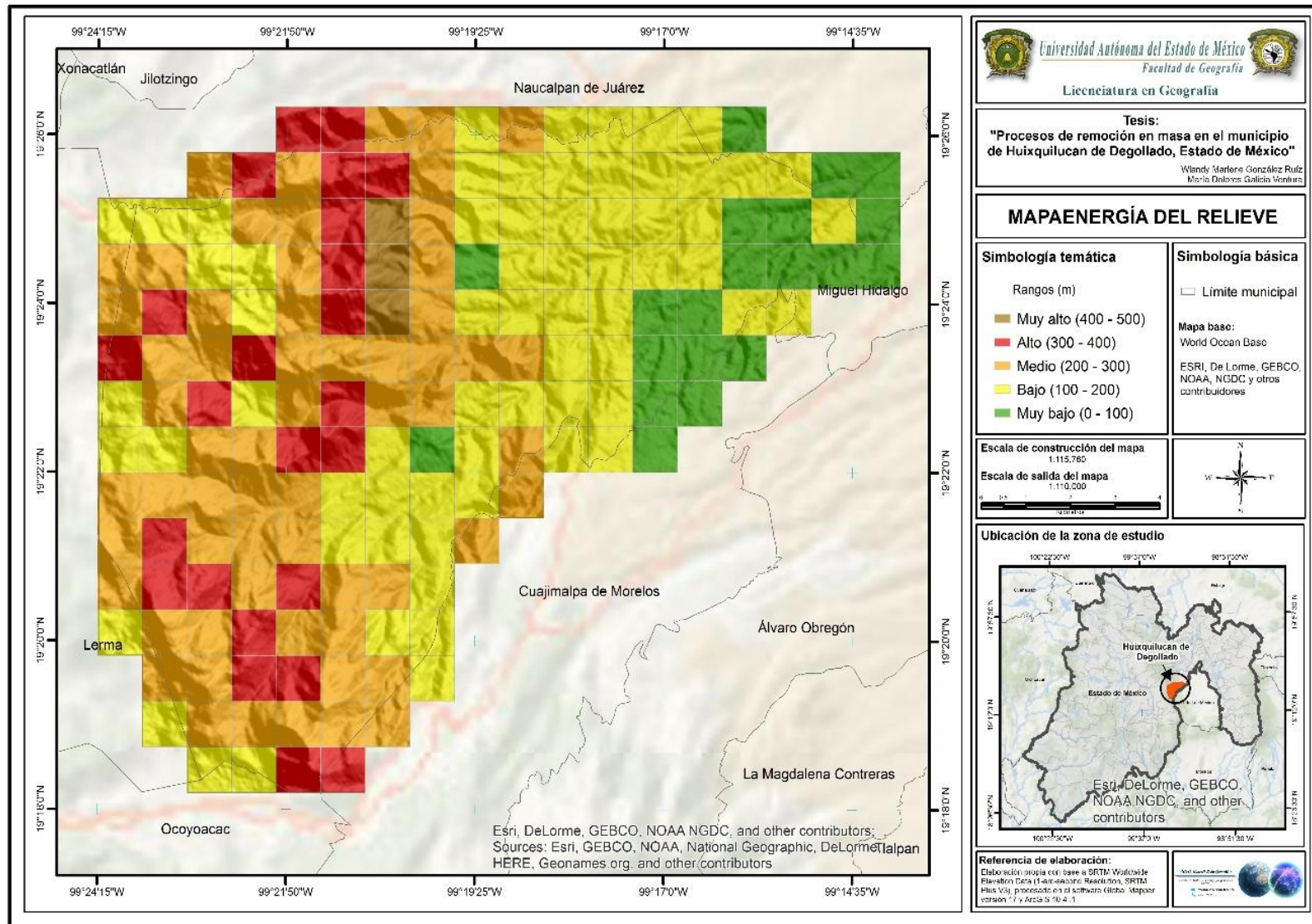
MAPA DE ENERGIA DEL RELIEVE

La energía del relieve puede definirse como la amplitud de cotas altimétricas existentes para un área determinada del territorio, es decir, la diferencia de elevaciones que se producen entre los puntos más altos (montañas, colinas, etc.) y las partes más bajas de territorio (valles, depresiones, etc.). Expresa la intensidad de la actividad endógena con relación a la exógena, a la par indica la influencia tectónica en el relieve a partir de zonas de mayor actividad tectónica propiciando el ascenso de bloques; a altos valores de energía pueden corresponder a zonas de mayor actividad tectónica, en el caso contrario a otras más estables (Lugo, 1988); así también el relieve presenta mayor energía o potencia cuando mayor es la amplitud de la muestra de sus altitudes.

Por otro lado, en el mapa de energía del relieve para el caso del Municipio de Huixquilucan muestra rangos que van del bajo (de los 100 m a los 200 m), medio (de 200 m a 300 m) y alto (de 300 m a 400 m), que nos representan las zonas de mayor tectónica o movimientos regionales y el grado de erosión que puede haber en la zona. Del mismo modo se presentan en las localidades de mayor afectación de procesos de remoción como la Magdalena Chichicarpa, San Cristobal

Texcalucan, San Bartolome Coatepec, Santiago Yancuitlalpan, San Francisco Dos Rios, Santa Cruz Ayotuzco, Huixquilucan, Piedra Grande, etc.

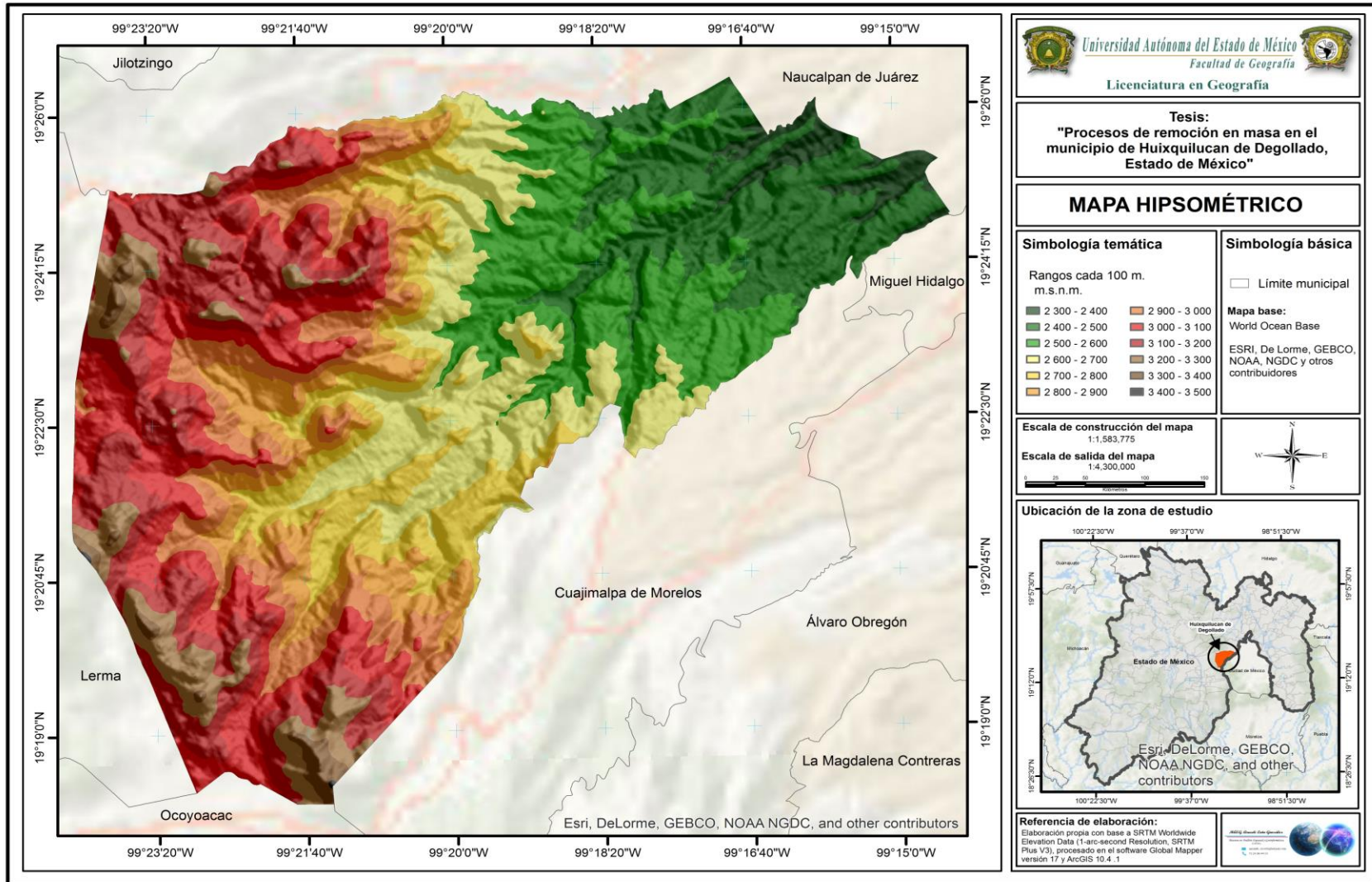




MAPA HIPSOMETRICO

De acuerdo con el mapa hipsométrico la altitud en el Municipio de Huixquilucan de Degollado va de los 2300 a los 3500 m.s.n.m. siendo la zona nor-este la que presenta las altitudes más bajas y conforme avanza hacia el centro, norte, sur y oeste comienzan las elevaciones.

De acuerdo con el trabajo de campo los procesos de remoción en masa están presentes en mayor proporción en las localidades de La Magdalena Chichicarpa, San Cristobal Texcalucan, San Bartolome Coatepec, Santiago Yancuitlalpan, San Francisco Dos Rios, Santa Cruz Ayotuzco, Huixquilucan, por mencionar algunas, y es donde están las altitudes que van de los 2600 a los 3100 m.s.n.m. por lo que las variaciones en el terreno influyen en que se presenten dichos procesos gravitacionales (ver mapa Hipsométrico).



CAPÍTULO III

MOVIMIENTO EN MASA

FACTORES DEL MOVIMIENTO EN MASA

Los procesos gravitacionales son el desplazamiento de materiales en las vertientes, sin intervenir ningún soporte activo o medio para movilizarlos, es decir, impulsados por su propio peso (Pedraza, 1996); esto quiere decir que se auto trasladan por la acción directa de la gravedad, considerada como un agente específico.

La gravedad, es, por lo tanto, el agente que junto con factores auxiliares aumenta las fuerzas impulsoras o disminuye las fuerzas de resistencia, lo que determina la ocurrencia de procesos de remoción en masa.

De acuerdo con Pedraza (1996), hay factores de susceptibilidad, que aproximan a la ocurrencia de estos procesos; como lo son:

FACTORES EXTERNOS

Estos factores son los que aumentan las fuerzas impulsoras y se mencionan a continuación:

Pendiente

Es la inclinación que tiene el terreno respecto a la horizontal, deben establecerse índices de media, ya sean cuantitativos (grados o porcentajes) o cualitativos expresión literal.

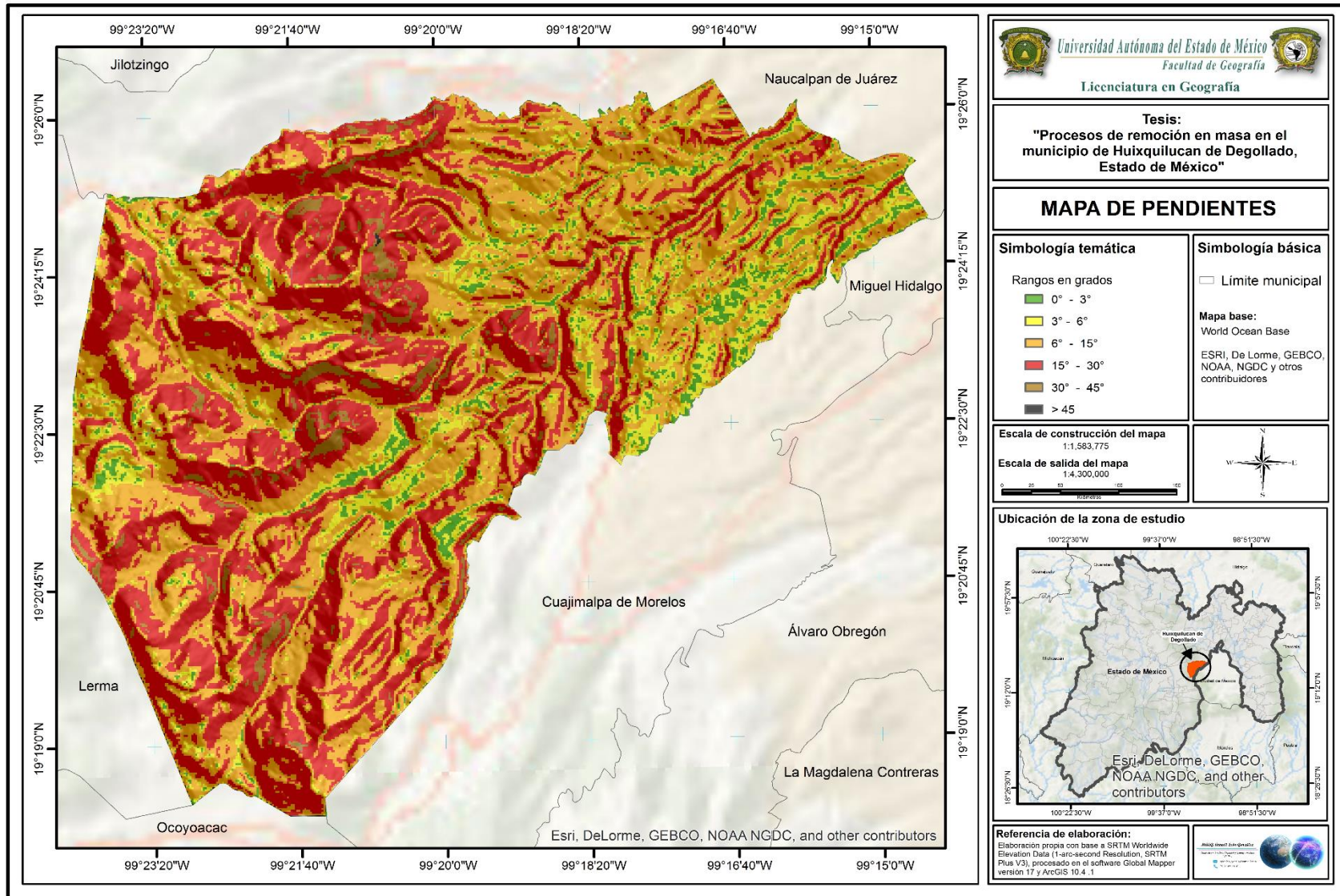
Los índices usuales son cuantitativos, estos se refieren a los grados de entre 0° y 90° del ángulo de inclinación o porcentaje en la misma y para lo cual el 100 % representa un ángulo de 45°, es decir, la relación porcentual entre elevación (altura) y deslizamiento en la horizontal (distancia proyectada).

Para los propósitos de esta investigación la pendiente está representada en grados y se muestra en el siguiente mapa , el cual es el instrumento inicial para la determinación de los procesos que se puedan manifestar en el municipio de

Huixquilucan, como se puede observar la parte más alta se encuentra en las localidades de La Magdalena chichicarpa, San Cristóbal Texcalucan, y San Juan Chimalpa que se localizan al norte y al suroeste provocando que en temporada de lluvia exista la presencia de algún proceso de remoción en masa y ocasionar peligro para la población, debido a que las pendientes con mayor frecuencia sobre pasan los 25°. Y la parte más baja del municipio es más factible para la construcción y más favorable para las actividades de la población, y dicha zona está ubicada al noreste del municipio.

Debido a la localización Geográfica del Municipio de Huixquilucan su grado de inclinación mayor es de 45° generando procesos gravitacionales que afectan a la población como: deslizamientos que pueden provocar aislamientos en algunas zonas, reptación, flujos y caídas de rocas.

El mapa de pendientes en el Municipio de Huixquilucan al nor-este nos muestra la presencia de laderas con pendientes no mayores a los 6°, se localizan de Lomas de Tecamachalco, ; por otro lado, al norte, centro y sur-oeste se encuentran las pendientes de los 15° a los 45°, y es en donde se ubican geoformas



La siguiente figura pertenece a la localidad de la cañada y muestra la presencia de pendientes de acuerdo con el mapa que van de los 15° a los 45° en ambos costados de la carretera.



Cambios climáticos

Los cambios climáticos están influenciados por los regímenes de temperatura y precipitación, ya que tienen una incidencia en el terreno ocasionando procesos de remoción en masa que se pueden presentar de diferente forma.

La roca y el suelo no son sólidos homogéneos, lo que conlleva a que los espacios porosos que hay entre partículas se llenen de agua o de aire, lo que a su vez condiciona la estabilidad, al disminuir la resistencia de las estructuras. La presencia de agua interviene de forma directa al momento de un desplazamiento de material debido a que ejerce presión al unir los granos individuales y desplazar el aire que pueda encontrarse entre ellos asociado con el factor gravedad, ocasiona la remoción en masa.

Por otra parte, la temperatura es otro factor condicionante debido a que puede subir o bajar, provocando a su vez expansión y contracción de los granos minerales por periodos de tiempo. Controla el punto de fusión de la nieve, modifica la humedad del suelo luego de las lluvias y condiciona el congelamiento del suelo.

Acción mecánica de las plantas

Prieto (1985) establece que la estabilidad dada por la vegetación está condicionada por el efecto del clima y topografía, pues, por ejemplo, en zonas que sufren de fuertes vientos, si la pendiente es fuerte, los árboles remueven el terreno provocando su desestabilización.

Para el caso del municipio los 4 meses en los cuales se presenta mayor precipitación son junio, julio, agosto y septiembre; sería entonces cuando se saturaría el suelo ocasionando procesos de remoción en masa.

Según Selby (1993), la vegetación contribuiría a disminuir el efecto erosivo sobre las laderas generadas por factores como el clima, propiedades del suelo y topografía. La existencia de árboles en las laderas permitiría la absorción de agua por parte de estos disminuyendo el grado de saturación del suelo.

En el municipio de Huixquilucan, la principal afectación es que se realizan cortes en el terreno y esto provoca que la vegetación de zonas altas comience a desplazarse porque las raíces de los árboles quedan expuestas y al asociarse con la lluvia provocan deslizamientos.

En la figura 2 que pertenece a San Francisco Dos Ríos y en la 3 de San Francisco Chimalpa se muestran algunos ejemplos de cómo las raíces de los arboles pueden provocar inestabilidad en las laderas.



Figura 2 El corte en el terreno y la influencia de la vegetación dejan el suelo inestable.



Figura 3 La pendiente propicia la inclinación de árboles.

Acción Antrópica

La acción del hombre sobre el terreno en conjunto con el factor pendiente favorece la presencia de procesos gravitacionales en el Municipio de Huixquilucan.

Cuando se tiene la necesidad de hacer alguna carretera o construcción se realiza un corte en el terreno y queda al descubierto material que con la acción de la pendiente puede venirse abajo, puede presentarse caída de rocas, desprendimientos, deslizamientos u otros procesos.

En la localidad de San Francisco Chimalpa se realizó un corte para la construcción de un camino (ver figura 4) se puede apreciar que los árboles se han inclinado y las raíces quedan al descubierto consiguiendo caerse en algún momento; y en la localidad de Dos Ríos se realizó un corte en la ladera para que se hiciera una carretera (ver figura 5), en esta figura se ven las raíces de los árboles y se comienza a deslizar el suelo.



Figura 4 La pendiente del terreno favorece la deposición de materiales.



Figura 5 El corte en el terreno dejó las raíces al descubierto y el suelo a comenzado a desprenderse.

Otro de los factores que puede provocar inestabilidad en el suelo o roca es la construcción de muros sin la posibilidad de que estos puedan drenar agua como se muestra en la figura (6) de la localidad de el Laurel en la cual se aprecia un muro pequeño que ya comienza a tener carga de material por efecto de la

pendiente y en la figura (7) en la localidad de La Magdalena Chichicarpa en la que se comenzó a construir un muro para evitar los deslizamientos.



Figura 6 La pendiente del terreno favorece el desprendimiento de materiales.



Figura 7 La pendiente del terreno y la presencia de agua acelera el desprendimiento de bloques.

La presencia de vegetación abundante en las partes altas ocasiona que se presenten procesos gravitacionales debido a que el suelo permanece húmedo durante todo el año y junto con la pendiente generan el deslizamiento de material rocoso, ver las siguientes figuras (8 Y 9).

En la figura 8: Muestra un abanico aluvial el cual ocasiona flujos detríticos en época lluviosa.

Figura 9: Se observa un deslizamiento de suelo-flujo de detritos en rocas meteorizadas en la parte alta de la localidad de el Mirador



Figura 8 Se observa un abanico aluvial que en época de lluvias provocara el flujo de material.



Figura 9 La falta de vegetación propicia el deslizamiento de suelo-flujo de detritos.

CAPÍTULO IV

CARACTERIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA





CARACTERIZACION DE LOS PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA QUE SE PRESENTAN EN EL MUNICIPIO DE HUIXQUILUCAN DE DEGOLLADO.

Los procesos gravitacionales suelen presentarse por la interacción de varios sucesos que al actuar sobre el territorio traen consigo afectaciones a la población. En la mayoría de las ocasiones los procesos son complejos.



En el municipio de Huixquilucan, la presencia de procesos es variada en todas sus localidades debido a que se presentan dos o más procesos de remoción en masa en cada una de ellas. A continuación, se presentan una serie de matrices que se realizaron en base a las evidencias tomadas en campo y de acuerdo con las características que tiene cada proceso.




4.1 LA MAGDALENA CHICHICASPA

PROCESO	CARACTERÍSTICAS	FIGURAS	
<p>REPTACIÓN</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Vegetación densa en la estación seca del año. -Actividades del hombre que utilizan agua. -Inclinación de árboles. -Grietas sobre carreteras (ver figura 3). -Levantamientos y hundimientos de terreno (ver figura 1 y 2). 	<p>Figura 1 Hundimiento de una banqueta.</p> 	<p>Figura 2 Desprendimiento de la guarnición de una calle.</p>  <p>Figura 3 Agrietamiento en una banqueta.</p> 



<p>DESGLIZAMIENTOS</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Desniveles y cambios en la topografía del terreno. -Inclinación de árboles (ver figura 4.) -Agrietamiento en la cimentación. -Acumulación de rocas a pie de superficies casi planas (ver figura 5.) 	<p>Figura 4. Inclinación de un árbol.</p> 	<p>Figura 5. Rocas desprendidas del terreno.</p> 
<p>FLUJOS</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Sinuosidad, levantamientos y hundimientos en el terreno indican la cantidad de material que podría fluir (ver figura 6 y 7) -Actividades del hombre que utilizan agua. -Vegetación densa en la estación seca del año (ver figura 6.) 	<p>Figura 6. Corte en el terreno y sinuosidad en el mismo.</p> 	<p>Figura 7. Corte en el terreno para la construcción de la vivienda.</p> 



4.2 SAN CRISTÓBAL

PROCESO	CARACTERÍSTICAS	FIGURAS	
<p>REPTACIÓN</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Vegetación densa en la estación seca del año. -Actividades del hombre que utilizan agua. -Inclinación de árboles o cercas (ver figura 9). -Grietas sobre carreteras (ver figura 8). -Levantamientos y hundimientos de terreno. 	<p>Figura 8. Grietas en continuo aumento sobre la carretera.</p> 	<p>Figura 9. Inclinación de malla ciclónica.</p> 

<p>DESGLIZAMIENTOS</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Desniveles y cambios en la topografía del terreno (ver figura 11.) -Inclinación de árboles. -Agrietamiento en la cimentación (ver figura 10). -Acumulación de rocas a pie de superficies casi planas. 	<p>Figura 10 Agrietamiento de la calle.</p> 	<p>Figura 11 Deslizamiento de terreno.</p> 
<p>FLUJOS</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Sinuosidad y hundimientos en el terreno indican la cantidad de material que podría fluir (ver figura 12.) -Actividades del hombre que utilizan agua. -Vegetación densa en la estación seca del año. 	<p>Figura 12 Sinuosidad en área verde</p> 	

4.3 EL MIRADOR



PROCESO	CARACTERÍSTICAS	FIGURAS
<p>REPTACIÓN</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Vegetación densa en la estación seca del año. -Actividades del hombre que utilizan agua. -Inclinación de postes (ver figura 13). -Grietas sobre carreteras (ver figura 13 y 14). -Levantamientos y hundimientos de terreno. 	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p data-bbox="816 394 1167 496">Figura 13. Inclinación de poste y grietas en la banqueta.</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p data-bbox="1255 394 1612 451">Figura 14 Agrietamiento sobre la calle.</p>  </div> </div>


<p>DESLIZAMIENTOS</p>	<ul style="list-style-type: none">-Desniveles y cambios en la topografía del terreno (ver figura 16).-Inclinación de árboles.-Agrietamiento en la cimentación.-Acumulación de rocas a pie de superficies casi planas (ver figura 15).	<p>Figura 15 Las rocas se han depositado al costado de la cerca.</p> 	<p>Figura 16 Zona desprovista de vegetación.</p> 
------------------------------	--	---	--

4.4 AGUA BLANCA




PROCESO	CARACTERÍSTICAS	FIGURAS
REPTACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> -Vegetación densa en la estación seca del año. -Actividades del hombre que utilizan agua. -Inclinación de árboles. -Grietas sobre carreteras. -Levantamientos y hundimientos de terreno (ver figura 17). 	<p data-bbox="963 363 1423 391">Figura 17 El pavimento se ha separado.</p> 
DESLIZAMIENTOS	<ul style="list-style-type: none"> -Desniveles y cambios en la topografía del terreno. -Inclinación de árboles. -Agrietamiento en la cimentación. -Acumulación de rocas a pie de superficies casi planas (ver figura 18). 	<p data-bbox="995 932 1423 992">Figura 18 Corte en el terreno para la construcción de viviendas.</p> 



4.5 LOMAS DE TECAMACHALCO

PROCESO	CARACTERÍSTICAS	FIGURAS
REPTACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> -Vegetación densa en la estación seca del año. -Actividades del hombre que utilizan agua. -Inclinación de árboles (ver figura 19). -Grietas sobre el pavimento (ver figura 20). -Levantamientos y hundimientos de terreno. 	<p data-bbox="810 370 1213 435">Figura 19 Se observa inclinación de los árboles.</p>  <p data-bbox="1276 370 1680 435">Figura 20 Grietas sobre la banqueta.</p> 
DESLIZAMIENTOS	<ul style="list-style-type: none"> -Desniveles y cambios en la topografía del terreno. -Inclinación de árboles. -Agrietamiento en la cimentación (ver figura 21). -Acumulación de rocas a pie de superficies casi planas. 	<p data-bbox="1010 927 1413 987">Figura 21 Grietas sobre la banqueta.</p> 



<p>FLUJOS</p>	<ul style="list-style-type: none">-Sinuosidad, levantamientos y hundimientos en el terreno indican la cantidad de material que podría fluir (ver figura 22).-Actividades del hombre que utilizan agua.-Vegetación densa en la estación seca del año.	<p>Figura 22 Se observa una banqueta que se ha roto por el hundimiento del terreno.</p> 
----------------------	--	--

4.6 JESUS DEL MONTE



PROCESO	CARACTERÍSTICAS	FIGURAS
<p>REPTACIÓN</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Vegetación densa en la estación seca del año. -Actividades del hombre que utilizan agua. -Inclinación de árboles (ver figura 23). -Grietas sobre carreteras. -Grietas sobre bardas (ver figura 24). 	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Figura 23. Inclinación de árboles.</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Figura 24. Grieta sobre una barda.</p>  </div> </div>
<p>DESLIZAMIENTOS</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Desniveles y cambios en la topografía del terreno. -Inclinación de árboles. -Agrietamiento en la cimentación. -Acumulación de rocas a pie de superficies casi planas (ver figura 25). 	<p style="text-align: center;">Figura 25. Rocas al descubierto y una ha caído.</p> 



<p>FLUJOS</p>	<p>-Sinuosidad, levantamientos y hundimientos en el terreno indican la cantidad de material que podría fluir (ver figura 26 y 27).</p> <p>-Actividades del hombre que utilizan agua.</p> <p>-Vegetación densa en la estación seca del año.</p>	<p>Figura 26. Se aprecia material que ha fluído.</p> 	<p>Figura 27. El suelo se encuentra sin vegetación.</p> 
----------------------	--	---	---

4.7 SAN BARTOLOME COATEPEC

PROCESO	CARACTERÍSTICAS	FIGURAS
REPTACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> -Vegetación densa en la estación seca del año. -Actividades del hombre que utilizan agua. -Inclinación de árboles. -Grietas sobre carreteras y escaleras (ver figura 28). -Levantamientos y hundimientos de terreno. 	<p data-bbox="1136 354 1451 407">Figura 28. Se Observan grietas en la escalera</p> 
DESLIZAMIENTOS	<ul style="list-style-type: none"> -Desniveles y cambios en la topografía del terreno. -Inclinación de árboles. -Agrietamiento en la cimentación. -Acumulación de rocas a pie de superficies casi planas (ver figura 29). 	<p data-bbox="1024 932 1444 1024">Figura 29. Se desprendieron algunas rocas y otras se encuentran al descubierto.</p> 

4.8 SANTIAGO YANCUITLALPAN



PROCESO	CARACTERÍSTICAS	FIGURAS
REPTACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> -Vegetación densa en la estación seca del año. -Actividades del hombre que utilizan agua. -Inclinación de árboles (ver figura 30). -Grietas sobre carreteras. -Levantamientos y hundimientos de terreno. 	<p data-bbox="982 380 1367 407">Figura 30. Inclinación de árboles.</p> 
DESIZAMIENTOS	<ul style="list-style-type: none"> -Desniveles y cambios en la topografía del terreno. -Inclinación de árboles. -Agrietamiento en la cimentación. -Acumulación de rocas a pie de superficies casi planas. (ver figura 31) 	<p data-bbox="982 902 1388 959">Figura 31. Se ha caído una porción de terreno</p> 

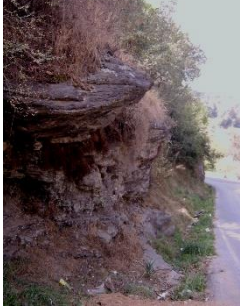

<p>FLUJOS</p>	<p>-Sinuosidad, levantamientos y hundimientos en el terreno indican la cantidad de material que podría fluir (ver figura 32 y 33).</p> <p>-Actividades del hombre que utilizan agua.</p> <p>-Vegetación densa en la estación seca del año.</p>	<p>Figura 32. Deslizamiento de suelo hacia la vialidad.</p> 	<p>Figura 33. Caída de suelo hacia la cuneta.</p> 
----------------------	--	--	---

4.9 SAN RAMÓN



PROCESO	CARACTERÍSTICAS	FIGURAS	
REPTACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> -Vegetación densa en la estación seca del año. -Actividades del hombre que utilizan agua. -Inclinación de árboles. -Grietas sobre carreteras (ver figura 34 y 35) -Levantamientos y hundimientos de terreno. 	<p data-bbox="816 386 1192 441">Figura 34. Agrietamiento sobre la carretera.</p> 	<p data-bbox="1318 386 1640 441">Figura 35. Grietas sobre la banquetta</p> 
DESGLIZAMIENTOS	<ul style="list-style-type: none"> -Desniveles y cambios en la topografía del terreno (ver figura 36). -Inclinación de árboles. -Agrietamiento en la cimentación. -Acumulación de rocas a pie de superficies casi planas. 	<p data-bbox="978 1011 1583 1037">Figura 36. Deslizamiento por debajo de la banquetta</p> 	

4.10 ZACAMULPA




PROCESO	CARACTERÍSTICAS	FIGURAS
<p>REPTACIÓN</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Vegetación densa en la estación seca del año. -Actividades del hombre que utilizan agua. -Inclinación de árboles. -Grietas sobre carreteras (ver figura 37). -Levantamientos y hundimientos de terreno. 	<p data-bbox="1087 363 1461 418">Figura 37. Agrietamiento de la banquetta</p> 
<p>DESLIZAMIENTOS</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Desniveles y cambios en la topografía del terreno (ver figura 38). -Inclinación de árboles. -Agrietamiento en la cimentación. -Acumulación de rocas a pie de superficies casi planas. 	<p data-bbox="1094 932 1470 1019">Figura 38. Deslizamiento del terreno a la orilla de una carretera.</p> 


<p>FLUJOS</p>	<p>-Sinuosidad, levantamientos y hundimientos en el terreno indican la cantidad de material que podría fluir (ver figura 39 y 40).</p> <p>-Actividades del hombre que utilizan agua.</p> <p>-Vegetación densa en la estación seca del año.</p>	<p>Figura 39. Rocas al descubierto.</p>  <p>Figura 40. Caída de bloques.</p> 
----------------------	--	--

4.11 SANTA CRUZ AYOTUXCO




PROCESO	CARACTERÍSTICAS	FIGURAS
REPTACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> -Vegetación densa en la estación seca del año. -Actividades del hombre que utilizan agua. -Inclinación de árboles (ver figura 41). -Grietas sobre carreteras. -Levantamientos y hundimientos de terreno. 	<p data-bbox="1052 370 1430 427">Figura 41. Se observa la inclinación de un poste de luz.</p> 
DESLIZAMIENTOS	<ul style="list-style-type: none"> -Desniveles y cambios en la topografía del terreno (ver figura 42 y 43). -Inclinación de árboles. -Agrietamiento en la cimentación. -Acumulación de rocas a pie de superficies casi planas. 	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="827 906 1184 963"> <p>Figura 42. Deslizamiento de suelo en el terreno.</p>  </div> <div data-bbox="1283 906 1656 963"> <p>Figura 43. Acumulación de suelo.</p>  </div> </div>



4.12 SAN FRANCISCO DOS RIOS

PROCESO	CARACTERÍSTICAS	FIGURAS
<p>REPTACIÓN</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Vegetación densa en la estación seca del año. -Actividades del hombre que utilizan agua. -Inclinación de árboles. -Grietas sobre carreteras (ver figura 44 y 45). -Levantamientos y hundimientos de terreno. 	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p data-bbox="793 362 1150 459">Figura 44. Agrietamiento de carretera y desnivel de la carretera</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p data-bbox="1245 362 1602 459">Figura 45. Agrietamiento de carretera y desnivel de la misma.</p>  </div> </div>
<p>DESLIZAMIENTOS</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Desniveles y cambios en la topografía del terreno. -Inclinación de árboles. -Agrietamiento en la cimentación. -Acumulación de rocas a pie de superficies casi planas (ver figura 46). 	<p data-bbox="1056 906 1413 971">Figura 46. Caída de rocas hacia la superficie de la carretera.</p> 





<p>FLUJOS</p>	<p>-Sinuosidad, levantamientos y hundimientos en el terreno indican la cantidad de material que podría fluir (ver figura 47).</p> <p>-Actividades del hombre que utilizan agua.</p> <p>-Vegetación densa en la estación seca del año.</p>	<p>Figura 47. Declive del terreno</p> 
----------------------	---	---

4.13 SAN FRANCISCO AYOTUSCO

PROCESO	CARACTERÍSTICAS	FIGURAS
REPTACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> -Vegetación densa en la estación seca del año. -Actividades del hombre que utilizan agua. -Inclinación de árboles. -Grietas sobre carreteras (ver figura 48). -Levantamientos y hundimientos de terreno. 	<p data-bbox="1073 440 1461 500">Figura 48. Grietas en continuo aumento sobre banquetas.</p> 
DESIZAMIENTOS	<ul style="list-style-type: none"> -Desniveles y cambios en la topografía del terreno (ver figura 49). -Inclinación de árboles. -Agrietamiento en la cimentación (ver figura 50). -Acumulación de rocas a pie de superficies casi planas. 	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="793 956 1184 1016"> <p>Figura 49. Desnivel en el terreno.</p>  </div> <div data-bbox="1228 956 1598 1016"> <p>Figura 50. Rompimiento de carretera.</p>  </div> </div>




<p>FLUJOS</p>	<p>-Sinuosidad, levantamientos y hundimientos en el terreno indican la cantidad de material que podría fluir (ver figura 51 y 52).</p> <p>-Actividades del hombre que utilizan agua.</p> <p>-Vegetación densa en la estación seca del año.</p>	<p>Figura51. Agrietamiento de cimentación de construcciones</p> 	<p>Figura 52. Desnivel del terreno</p> 
----------------------	--	--	--

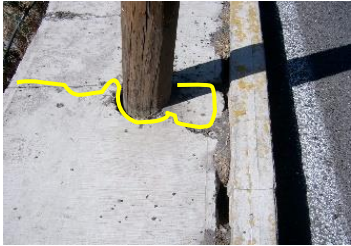

4.14 EL LAUREL

PROCESO	CARACTERÍSTICAS	FIGURAS	
<p>REPTACIÓN</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Vegetación densa en la estación seca del año. -Actividades del hombre que utilizan agua. -Inclinación de árboles. -Grietas sobre carreteras. -Levantamientos y hundimientos de terreno (ver figura 53 y 54). 	<p>Figura 53. Agrietamiento rápido de construcciones.</p> 	<p>Figura 54. Hundimiento del terreno.</p> 
<p>DESLIZAMIENTOS</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Desniveles y cambios en la topografía del terreno (ver figura 55). -Inclinación de árboles. -Agrietamiento en la cimentación y vivienda (ver figura 56). -Acumulación de rocas a pie de superficies casi planas. 	<p>Figura 55. Desniveles del terreno se aprecia por medio de la maya que cerca el terreno.</p> 	<p>Figura 56. Desnivel del terreno.</p> 





<p>FLUJOS</p>	<p>-Sinuosidad, levantamientos y hundimientos en el terreno indican la cantidad de material que podría fluir (ver figura 57 y 58).</p> <p>-Actividades del hombre que utilizan agua.</p> <p>-Vegetación densa en la estación seca del año.</p>	<p>Figura 57. Agrietamiento sobre las obras de cemento.</p> 	<p>Figura 58. Continúa el agrietamiento en la carpeta asfáltica de carreteras.</p> 
----------------------	--	--	--

4.15 HUIXQUILUCAN





PROCESO	CARACTERÍSTICAS	FIGURAS
<p>REPTACIÓN</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Vegetación densa en la estación seca del año. -Actividades del hombre que utilizan agua. -Inclinación de árboles. -Grietas sobre carreteras (ver figura 59 y 60). -Levantamientos y hundimientos de terreno. 	<p>Figura 59. Agrietamiento en construcciones de cemento hechas por el hombre.</p>  <p>Figura 60. Agrietamiento en banqueta, en la parte frontal de las casas.</p> 
<p>DESLIZAMIENTOS</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Desniveles y cambios en la topografía del terreno. -Inclinación de árboles. -Agrietamiento en la cimentación. -Acumulación de rocas a pie de superficies casi planas (ver figura 61). 	<p>Figura 61. Inclinación de árboles y caída de rocas hacia la superficie plana de la carretera.</p> 



<p>FLUJOS</p>	<p>-Sinuosidad, levantamientos y hundimientos en el terreno indican la cantidad de material que podría fluir (ver figura 62 y 63).</p> <p>-Actividades del hombre que utilizan agua.</p> <p>-Vegetación densa en la estación seca del año.</p>	<p>Figura 62. Abertura en pie de postes de energía eléctrica.</p> 	<p>Figura 63. Flujo de suelo.</p> 
----------------------	--	--	---

4.16 PIEDRA GRANDE




PROCESO	CARACTERÍSTICAS	FIGURAS
REPTACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> -Vegetación densa en la estación seca del año. -Actividades del hombre que utilizan agua. -Inclinación de árboles. -Grietas sobre carreteras. -Levantamientos y hundimientos de terreno. 	<p data-bbox="1108 370 1495 474">Figura 64. Formación de escarpes perpendiculares a la pendiente del terreno</p> 
DESLIZAMIENTOS	<ul style="list-style-type: none"> -Desniveles y cambios en la topografía del terreno. -Inclinación de árboles (ver figura 66). -Agrietamiento en la cimentación (ver figura 65). -Acumulación de rocas a pie de superficies casi planas. 	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="827 786 1163 844"> <p>Figura 65. Agrietamiento del terreno</p>  </div> <div data-bbox="1268 786 1562 844"> <p>Figura 66. Inclinación de árboles.</p>  </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div data-bbox="831 1143 1163 1318">  </div> <div data-bbox="1205 1208 1583 1266"> <p>Figura 67. Desniveles y cambios en el terreno.</p> </div> </div>


4.17 LLANO GRANDE

PROCESO	CARACTERÍSTICAS	FIGURAS
<p>REPTACIÓN</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Vegetación densa en la estación seca del año (ver figura 68). -Actividades del hombre que utilizan agua. -Inclinación de árboles. -Grietas sobre carreteras. -Levantamientos y hundimientos de terreno. 	<p style="text-align: center;">Figura 68. Vegetación densa en la estación seca del año.</p> <div style="text-align: center;">  </div>
<p>DESLIZAMIENTOS</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Desniveles y cambios en la topografía del terreno (ver figura 69). -Inclinación de árboles y postes (ver figura 71). -Agrietamiento en la cimentación. -Acumulación de rocas a pie de superficies casi planas (ver figura 70). 	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Figura 69. Remoción de suelo.</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Figura 70. Caída de rocas.</p>  </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> <p>Figura 71. Inclinación de poste.</p>  </div>



<p>FLUJOS</p>	<p>-Sinuosidad, levantamientos y hundimientos en el terreno indican la cantidad de material que podría fluir (ver figura 72 y 73).</p> <p>-Actividades del hombre que utilizan agua.</p> <p>-Vegetación densa en la estación seca del año.</p>	<p>Figura 72. Hundimiento del terreno.</p> 	<p>Figura 73. Hundimiento del terreno.</p> 
----------------------	--	---	--

4.18 IGNACIO ALLENDE



PROCESO	CARACTERÍSTICAS	FIGURASF
REPTACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> -Vegetación densa en la estación seca del año. -Actividades del hombre que utilizan agua. -Inclinación de árboles y postes (ver figura 75). -Grietas sobre carreteras. -Levantamientos y hundimientos de terreno (ver figura 74). 	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p data-bbox="858 370 1203 440">Figura 74. Formación de escarpes.</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p data-bbox="1266 370 1587 477">Figura 75. Muros de contención a punto de caerse.</p>  </div> </div>
DESLIZAMIENTOS	<ul style="list-style-type: none"> -Desniveles y cambios en la topografía del terreno. -Inclinación de árboles. -Agrietamiento en la cimentación. -Acumulación de rocas a pie de superficies casi planas. 	<p data-bbox="1024 979 1356 1036">Figura 76. Vegetación densa en la estación seca del año.</p> 

<p>FLUJOS</p>	<p>-Sinuosidad, levantamientos y hundimientos en el terreno indican la cantidad de material que podría fluir (ver figura 77).</p> <p>-Actividades del hombre que utilizan agua.</p> <p>-Vegetación densa en la estación seca del año.</p>	<p>Figura 77. Hundimiento del terreno.</p> 
----------------------	---	---




4.19 LA CAÑADA

PROCESO	CARACTERÍSTICAS	FIGURAS
<p>REPTACIÓN</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Vegetación densa en la estación seca del año. -Actividades del hombre que utilizan agua. -Inclinación de árboles. -Grietas sobre carreteras. -Levantamientos y hundimientos de terreno(ver figura 78). 	<p>Figura 78. Formación de escarpes perpendiculares a la pendiente.</p> 
<p>DESLIZAMIENTOS</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Desniveles y cambios en la topografía del terreno. -Inclinación de árboles. -Agrietamiento en la cimentación. -Acumulación de rocas a pie de superficies casi planas (ver figura 79). 	<p>Figura 79. Sinuosidades, desniveles en el terreno y caída de rocas.</p> 




4.20 LA CIMA

PROCESO	CARACTERÍSTICAS	FIGURAS
<p>REPTACIÓN</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Vegetación densa en la estación seca del año. -Actividades del hombre que utilizan agua. -Inclinación de árboles. -Grietas sobre carreteras (ver figura 81). -Levantamientos y hundimientos de terreno (ver figura 80). 	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Figura 80. Inclinación del terreno.</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Figura 81. Grietas sobre la calle.</p>  </div> </div>

4.21 EL OLIVO


PROCESO	CARACTERÍSTICAS	FIGURAS	
REPTACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> -Vegetación densa en la estación seca del año. -Actividades del hombre que utilizan agua. -Inclinación de árboles. -Grietas sobre carreteras (ver figura 82). -Levantamientos y hundimientos de terreno. 	<p data-bbox="835 337 1167 402">Figura 82. Grietas en continuo aumento.</p> 	<p data-bbox="1255 337 1701 402">Figura 83. Viviendas sobre terreno en riesgo.</p> 
DESLIZAMIENTOS	<ul style="list-style-type: none"> -Desniveles y cambios en la topografía del terreno. -Inclinación de árboles. -Agrietamiento en la cimentación (ver figura 84). -Acumulación de rocas a pie de superficies casi planas. 		<p data-bbox="1228 998 1617 1063">Figura 84. Sinuosidades, desniveles en el terreno.</p>

4.22 AGUA BENDITA


PROCESO	CARACTERÍSTICAS	FIGURAS	
REPTACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> -Vegetación densa en la estación seca del año. -Actividades del hombre que utilizan agua. -Inclinación de árboles. -Grietas sobre carreteras (ver figura 85 y 86). -Levantamientos y hundimientos de terreno. 	<p data-bbox="835 363 1178 428">Figura 85. Grietas en continuo aumento.</p> 	<p data-bbox="1367 363 1709 428">Figura 86. Grietas en continuo aumento.</p> 
DESLIZAMIENTOS	<ul style="list-style-type: none"> -Desniveles y cambios en la topografía del terreno (ver figura 87). -Inclinación de árboles. -Agrietamiento en la cimentación. -Acumulación de rocas a pie de superficies casi planas. 	 <p data-bbox="1226 1052 1619 1117">Figura 87. Sinuosidades y desniveles en el terreno.</p>	

4.23 LA GLORIETA



PROCESO	CARACTERÍSTICAS	FIGURAS
<p>REPTACIÓN</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Vegetación densa en la estación seca del año (ver figura 88). -Actividades del hombre que utilizan agua. -Inclinación de árboles. -Grietas sobre carreteras. -Levantamientos y hundimientos de terreno. 	<p>Figura 88. Vegetación densa y acumulación de suelo.</p> 
<p>DESLIZAMIENTOS</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Desniveles y cambios en la topografía del terreno. -Inclinación de árboles. -Agrietamiento en la cimentación. -Acumulación de rocas a pie de superficies casi planas (ver figura 89). 	<p>Figura 89. Acumulación de rocas.</p> 

<p>FLUJOS</p>	<p>-Sinuosidad, levantamientos y hundimientos en el terreno indican la cantidad de material que podría fluir (ver figura 90).</p> <p>-Actividades del hombre que utilizan agua.</p> <p>-Vegetación densa en la estación seca del año.</p>	<p>Figura 90. Sinuosidad en el terreno.</p> 
----------------------	---	---



4.24 LA HERRADURA

PROCESO	CARACTERÍSTICAS	FIGURAS
<p>REPTACIÓN</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Vegetación densa en la estación seca del año. -Actividades del hombre que utilizan agua. -Inclinación de árboles. -Grietas sobre carreteras (ver figura 90). -Levantamientos y hundimientos de terreno. 	<p data-bbox="1041 407 1440 435">Figura 90. Grietas sobre el asfalto.</p> 

4.25 AMPLIACIÓN PALO SOLO

PROCESO	CARACTERÍSTICAS	FIGURAS
<p>REPTACIÓN</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Vegetación densa en la estación seca del año. -Actividades del hombre que utilizan agua. -Inclinación de árboles y postes (ver figura 91). -Grietas sobre carreteras. -Levantamientos y hundimientos de terreno (ver figura 92). 	<p>Figura 91. Inclinación de postes perimetrales.</p>  <p>Figura 92. Sinuosidad en el terreno.</p> 


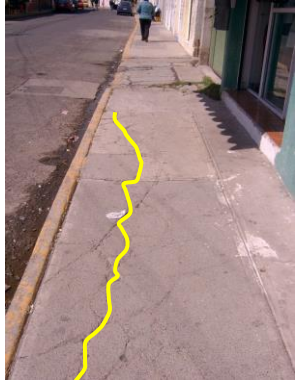
4.26 LAS PALMAS

PROCESO	CARACTERÍSTICAS	FIGURAS
<p>REPTACIÓN</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Vegetación densa en la estación seca del año. -Actividades del hombre que utilizan agua. -Inclinación de árboles y postes (ver figura 93). -Grietas sobre carreteras. -Levantamientos y hundimientos de terreno (ver figura 94). 	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p data-bbox="825 407 1167 467">Figura 93. Inclinación de mava</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p data-bbox="1268 407 1682 435">Figura 94. Hundimiento del terreno.</p>  </div> </div>



4.27 EL HIELO


PROCESO	CARACTERÍSTICAS	FIGURAS
<p>REPTACIÓN</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Vegetación densa en la estación seca del año. -Actividades del hombre que utilizan agua. -Inclinación de árboles. -Grietas sobre carreteras (ver figuras 95, 96 y 97). -Levantamientos y hundimientos de terreno. 	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p data-bbox="829 337 1165 394">Figura 95. Grietas sobre la banqueta.</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p data-bbox="1308 337 1623 394">Figura 96. Grietas sobre la carretera.</p>  </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  <p data-bbox="1192 943 1623 976">Figura 97. Grietas sobre la banqueta.</p> </div>

4.28 SAN JACINTO



PROCESO	CARACTERÍSTICAS	FIGURAS
<p>REPTACIÓN</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Vegetación densa en la estación seca del año. -Actividades del hombre que utilizan agua. -Inclinación de árboles. -Grietas sobre carreteras (ver figura 98 y 99). -Levantamientos y hundimientos de terreno. 	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p data-bbox="856 375 1171 440">Figura 98. Grietas sobre la banqueta.</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p data-bbox="1293 375 1608 440">Figura 99. Grietas sobre la banqueta.</p>  </div> </div>

4.29 SAN JOSE HUILOTEAPAN

PROCESO	CARACTERÍSTICAS	FIGURAS	
<p>REPTACIÓN</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Vegetación densa en la estación seca del año. -Actividades del hombre que utilizan agua. -Inclinación de árboles y postes (ver figura 100). -Grietas sobre carreteras (ver figura 101). -Levantamientos y hundimientos de terreno. 	<p>Figura 100. Grietas sobre la banqueta.</p> 	<p>Figura 101. Grietas sobre la carretera.</p> 

<p>DESLIZAMIENTOS</p>	<ul style="list-style-type: none">-Desniveles y cambios en la topografía del terreno.-Inclinación de árboles.-Agrietamiento en la cimentación.-Acumulación de rocas a pie de superficies casi planas (ver figura 102).	<p>Figura 102. Acumulación de suelo.</p> 
------------------------------	---	--

4.30 SAN FERNANDO

PROCESO	CARACTERÍSTICAS	FIGURAS	
<p>REPTACIÓN</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Vegetación densa en la estación seca del año. -Actividades del hombre que utilizan agua. -Inclinación de árboles. -Grietas sobre carreteras (ver figura 103). -Levantamientos y hundimientos de terreno. 	<p>Figura 103. Grietas sobre la banqueta.</p> 	<p>Figura 104. Deslice de suelo.</p> 

CAPITULO V

ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

En este capítulo se destacan los resultados obtenidos durante el proceso de investigación por medio del análisis de la práctica en campo y la teoría obtenida de algunos autores.

RIESGOS

En el presente trabajo de investigación se hace una clasificación de los diferentes riesgos por procesos de remoción en masa que están localizados dentro del territorio municipal de Huixquilucan.

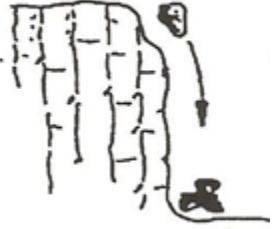





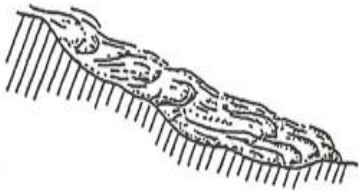

La palabra riesgo se define de acuerdo al contexto que se le dé, por un lado, está el enfoque de las ciencias naturales que estudian los procesos en sí mismos y por otra parte las ciencias sociales se enfocan en el medio social, su afectación y la capacidad de respuesta. Por lo tanto, el riesgo es el resultado de las variables peligro y vulnerabilidad.

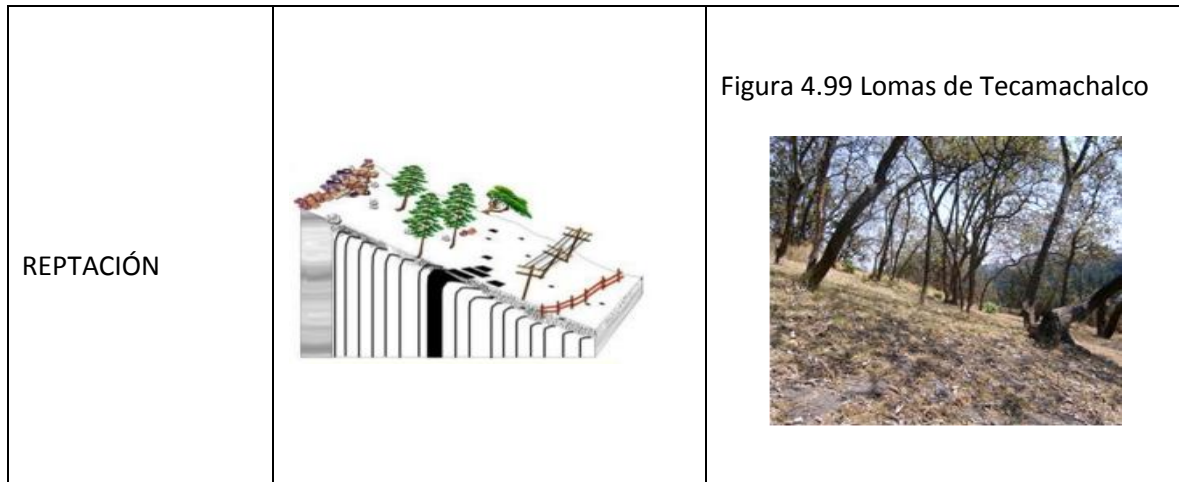
El peligro comienza cuando los procesos naturales tienen influencia directa sobre la sociedad causando daños de intensidad variable y para el caso de los procesos de remoción en masa en el Municipio de Huixquilucan tiene una afectación porque el 90% del territorio tiene pendientes y el ser humano se encuentra asentado en estas.

Por otro lado, la vulnerabilidad es la suma de la magnitud y la frecuencia del peligro, y de cómo la sociedad responde con planes de ayuda y prevención según sea el caso.

PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA

Al realizar el análisis de la teoría y compararla con la realidad se nota mucha similitud en los diferentes procesos durante esta investigación. Dentro de los más destacados mostramos algunos ejemplos en la siguiente tabla:

PROCESO	TEORÍA	PRÁCTICA
DESprendimiento		<p data-bbox="922 317 1365 384">Figura 46 Fotografía en San Francisco Dos Ríos</p> 
DESPLOME		<p data-bbox="922 737 1338 804">Figura 11 Fotografía obtenida en la localidad de San Cristobal</p> 
DESLIZAMIENTO		<p data-bbox="922 1094 1321 1125">Figura 38 Localidad de Zacamulpa</p> 
FLUJO		<p data-bbox="935 1514 1203 1545">Figura 12 San Cristóbal</p> 



Con la evidencia que se encuentra en las figuras anteriores se muestra que la presencia de procesos de remoción en masa en las localidades de Huixquilucan de Degollado puede llegar a ocasionar desastres de gran magnitud e intensidad y tener repercusiones en la población.

FACTORES

Existen diferentes factores internos y externos que favorecen la dinámica de los procesos de remoción en masa en el Municipio de Huixquilucan tales como meteorológicos, biogeográficos y antrópicos.

La presencia de fuertes precipitaciones en el municipio de Huixquilucan en la época de lluvias y su abundante vegetación propician el almacenamiento de agua dentro del subsuelo provocando la presencia de los diferentes procesos de remoción en masa a lo largo del territorio.

Uno de estos es la reptación, la cual es afectada por el hielo–deshielo, los flujos por la humedad, los deslizamientos y los desprendimientos por heladas, cabe destacar que entre mayor sea la magnitud de este factor se incrementara la intensidad del proceso y para el caso de Huixquilucan se muestra en la figura 3.11 del capítulo III que la relación entre clima y meteorización se ubica en moderada con acción del hielo, por lo tanto, este proceso si está influenciado por el clima.

Por otro lado, los flujos de material también están presentes por influencia de las pendientes y la gravedad; esto aunado a que la unidad de suelo feozem está presente en el territorio y es rico en materia orgánica, poroso, arcilloso y bastante

húmedo; lo que favorece a este proceso por la captación de agua y la permeabilidad.

En diferentes lugares se presenta el desplome y el deslizamiento, debido al corte del terreno derivado de la construcción de carreteras o casas, dejando material inestable al descubierto, el cuál con la acción del agua y la gravedad se viene abajo.

Por otra parte, la presencia de las zonas rurales en el lugar donde se localizan los principales procesos de remoción en masa acentúa un peligro constante para la sociedad, por la capacidad de respuesta que esta pueda tener debido a dichos procesos.

De acuerdo con este trabajo de investigación se concluyó que se cubrieron los objetivos propuestos, tanto el general como los específicos, ya que se logró localizar las zonas de peligrosidad por procesos de remoción en masa en el Municipio de Huixquilucan, así como realizar la cartografía morfográfica para caracterizar los procesos geomorfológicos y del mismo modo determinar las zonas de peligro potencial.

Se comprobó que la población rural se ubica en zonas de alta peligrosidad, mientras que; la población urbana en zonas de poca peligrosidad. Por lo que, en caso de un desastre prevemos mayor cantidad de personas afectadas y pérdida de bienes.

La hipótesis inicial fue comprobada debido a que la interacción de diferentes factores propicia la presencia de los procesos de remoción en masa, dentro de estos, la acción del hombre juega un papel importante porque al no tener conocimiento de las consecuencias de los asentamientos irregulares surgen consecuencias desastrosas.

Para el caso del Municipio de Huixquilucan, el dominio de laderas en conjunto con la pendiente favorece la presencia de procesos tales como reptación, flujo, deslizamientos, desprendimientos y desplomes, que en conjunto con la precipitación y los cambios de uso del suelo favorecen dichos procesos, por lo que, es importante frenar los asentamientos irregulares con un plan de prevención de desastres.

BIBLIOGRAFÍA

- Arroyo, K. "Geomorfología: teoría y pensamiento", tesis para obtener el título de Licenciado en Geografía, UAEM, 2007-08.
- Baca Gutiérrez, Amanda "Monografía Municipal de Huixquilucan", Instituto Mexiquense de Cultura, 1998.
- Castillo Nieto, Fernando "Monografía geológico-minera del Estado de México", Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, Coordinación General de Minería, UNAM, 1996.
- Derruau M. "Geomorfología", Ed. Ariel, Barcelona, España, 1981.
- Elías Herrera, Mariano "Estratigrafía y recursos minerales del Estado de México, UNAM, 1993.
- Espinosa R., L. M. 2006. Propuesta de evaluación morfoedáfica de Paisajes en Laderas. Tesis Doctoral. Facultad de Filosofía y Letras. División de Estudios de Posgrado. UNAM.
- Espinosa R., L.M. 2011. Morfoedafogénesis, fundamentos, metodología y aplicación en el centro de México. Editorial Académica Española. Saarbrücken, Alemania.
- Espinoza, L. y K. Arroyo. 2011. Geomorfología en México. Una visión histórica, metodológica y aplicada, Académica Española, España, Saarbrücken Alemania.
- Espinosa R., L.M., K. Arroyo L. y M. A. Balderas P. 2012. Caracterización general de los métodos y técnicas empleadas en geomorfología. En Balderas P., M. A. (Compilador). Geografía, análisis geográfico regional en México. Fundamentos teórico-metodológicos y estudios de caso. Ed. CIGOME. Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México.
- Espinosa R., L.M., K. Arroyo L. y R. Franco P. 2012b. Criterios generales para la elaboración de cartografía geomorfológica. En Balderas P., M. A. (Compilador). Geografía, análisis geográfico regional en México.

Fundamentos teórico–metodológicos y estudios de caso. Ed. CIGOME. Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México.

- FitzPatrick, E. A. 1984. Suelos. Su formación, clasificación y distribución. CECSA. México. 430 pág.
- Fitz Patrick. 1978. Introducción a la ciencia del suelo. Publicaciones Cultural, S.A. México.
- García Arizaga, Ma. Teresa “Origen y evolución de un deslizamiento de tierras en Metztlán, Hgo.”, tesis para obtener el grado de Maestro en Geografía, UNAM, 1995.
- García Palmas, Gerardo. Evaluación de riesgos por caída de bloques en Santiago Miltepec, Toluca, Estado de México, tesis de Licenciatura.
- Gobierno del Estado de México “Panorámica socio–económica en 1975, Estado de México, Tomo II, 1976.
- Gobierno del Estado de México “Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Huixquilucan”, Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2006.
- Gutiérrez E., M. 2008. Geomorfología. Pearson Educación, S.A. Madrid, España.
- Hernández Quezada, Erick R. “Procesos geomorfológicos en las vertientes del municipio de Lerma”, tesis para obtener el título de Licenciado en Geografía, UAEM, 2007.
- Hernández E, S. 2014. Caracterización morfológica y morfométrica de la carta Toluca. Tesis de Licenciatura. Lic. En Geografía, UAEM. 151 pág.
- H. Ayuntamiento de Huixquilucan “Plan de Desarrollo Municipal de Huixquilucan 2006–2009”, 2006.
- H. Ayuntamiento de Huixquilucan “Dirección General de Comunicación Social y Relaciones Públicas”
- López Ramos, E.” Geología de México”, Tomo III, México, 1981.
- Lugo Hubp, J. “Diccionario Geomorfológico”, Ed. UNAM, 1989.

- Lugo Hubp, J. “Elementos de Geomorfología Aplicada (Métodos Cartográficos)”, Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, 1988.
- Lugo Hubp, J. “Las zonas más activas en el Cinturón Volcánico Mexicano (entre Michoacán y Tlaxcala), Geofísica internacional, Vol. 24, Núm. 1, Instituto de Geografía, UNAM, 1985, Pág. 83–96.
- Martínez Flores, Emilio “Caracterización Geomorfológica de la Carta Chilpancingo, E14–C28”, tesis para obtener el título en Licenciado en Geografía, UAEM, 2004.
- Ortiz P., Mario “Perfiles geomorfológicos complejos”, Serie varía T.1, Núm. 12, Instituto de Geografía, UNAM, 1990.
- Oropeza O, O. 2010. B.1. Pendiente del Terreno. In Menzoza C. A. et al. Atlas regional de impactos derivados de las actividades petroleras en Coatzacoalcos, Veracruz. SEMARTNAT–INE–UANAM– Instituto de Geografía. 26 p.p. <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/629/pendiente.pdf>. 2016.
- Palacio P., J.L. 1983. Geomorfología de la región Cuernavaca–Tenancingo–Ixtapan de la Sal, en los estados de Morelos y México. Boletín del Instituto de Geografía. N° 13. UNAM. México, D.F. 105–129.
- Porta, J., M. López A. y C. Roquero. 1994. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Editorial Mundi–Prensa. Madrid, España. 920 pp.
- Pedraza J. “Geomorfología: principios, métodos y aplicaciones”, Ed. Rueda, Madrid, 1996.
- Peña J. “Cartografía geomorfológica básica y aplicada”, 1997.
- Pérez Pérez, Anaid “Evaluación de riesgo en la comunidad la Becerrera Municipio de Comala, ante la presencia de lahares del Volcán de Fuego en el Estado de Colima”, tesis para obtener el título de Licenciado en Geografía, UAEM, 2007.

- Kostenko N. “Aspectos Teóricos del Análisis Geomorfológico Estructural”, UAEM, Toluca, México, 1991.
- Ruiz Hernández, Yadira “Riesgo Gravitacional en el barrio de Gpe. Valle de Bravo, Méx.”, tesis para obtener el título de Licenciado en Geografía, UAEM, 1999.
- Strahler, Arthur N. “Geología física”, Barcelona, Ed. Omega, 1992.
- Thornbury, William D. “Principles of Geomorphology”, Wiley International Edition, 1969.
- Verstappen, H. Th. 1983. Applied Geomorphology (Geomorphological Surveys for Environmental Development). Amsterdam. Elsevier.
- Vences, D. “Remoción en masa en el Cerro de Coatepec, Estado de México”, tesis para obtener el título de Licenciado en Geografía, UAEM, 2007.
- Viers, Georges “Geomorfología”, Barcelona, Ed. Oikos-tau, 1983.

PAGINAS ELECTRONICAS

- <http://images.google.com.mx/imgres?imgurl=http://educa.madrid.org/web/ies.rayuela.mostoles/deptos/dbiogeo/recursos/Mpas/EsquemaFallaNormal.gif&imgrefurl>
- <http://www.santacruz.gov.ar/recursos/erosion/inteper.htm>
- <http://club.telepolis.com/geografo/geomorfologia/sedimentac.htm>
- <http://www.cienciaybiologia.com/geologia/sedimentacion.htm>

ANEXO: EVIDENCIAS DE REMOCION EN MASA

(Espinosa 2006, Modificado de Ortiz y Zamorano 1998)

PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA	Localidades	
REPTACION O ARRASTRE		
1.-Áreas permanente o constante saturadas de agua, aun en el periodo seco del año por que pueden indicar un movimiento inminente.		
2.- Sinuosidad, levantamientos y hundimientos en el terreno provocados por la expansividad de arcillas o materiales que podrían desplazarse, el área sinuosa se vería ampliada por las sequias (contracción de arcillas) o por saturación de agua (expansión).		
3.-Bloqueo en el drenaje y manantiales son indicadores de saturación en el terreno y el material podría fluir ladera abajo, de que el agua podría ser represada por un asentamiento local, que la saturación en el subsuelo es mayor y el material está apunto de fluir, y de una mayor expansión al rededor del manantial.		
4.-Vegetacion densa en la estación seca del año sugiere una muestra del área con mayor potencial a desplazarse durante la época lluviosa.		
5.-Las actividades del hombre que utilicen agua generan o aceleran la formación de flujos por saturación inducida.		
6.-La inclinación de árboles, torres o postes de luz, muro, verjas etc., señalan el comienzo de desplazamiento y la inestabilidad existente.		
7.-Grietas en continuo aumento sobre pisos y paredes de casas o sobre carreteras u obras en cemento indican la respuesta de las construcciones al movimiento lento, del terreno cuesta abajo.		

EVIDENCIAS DE REMOCION EN MASA

(Espinosa 2006, Modificado de Ortiz y Zamorano 1998)

PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA	Localidades
DESLIZAMIENTOS	
1.-Formacion de Escarpes o grietas paralelas o perpendiculares a la pendiente del terreno, rocas y suelos señalan el inicio reactivación del desplazamiento.	
2.- Depresiones, hundimientos, escalonamientos perpendiculares a la pendiente, desniveles y cambios en la topografía del terreno, igualmente puede indicar el inicio o reactivación del movimiento.	
3.-Acomulacion de rocas o suelos al pie de superficies casi planas pueden indicar que antes ya hubo un desplazamiento y puede ocurrir uno nuevo	
4.-Planos o superficies rocosas rectas o semirrectas casi paralelas a la inclinación del terreno.	
5.-Manantiales permanentes o estacionales que puede lubricar planos de deslizamientos aumentando la inestabilidad de la ladera.	
6.-Levantamiento inexplicable del terreno indican una presión del deslizamiento o desde ladera arriba y en cualquier momento puede ocurrir el deslizamiento.	
7.-Inclinacion de árboles, verjas, caminos, muros y otros.	
8.-Corrientes de agua u obras de drenaje bloqueados inexplicablemente señalan la formación de una nueva zona de saturación y un deslizamiento inminente.	
9.-Inclinación o agrietamiento rápido de la cimentación de construcciones, casas, tuberías soterradas, etc.	

EVIDENCIAS DE REMOCION EN MASA

(Espinosa 2006, Modificado de Ortiz y Zamorano 1998)

PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA	Localidades
DESPRENDIMIENTOS O VOLCADURAS DE ROCAS	
1.-Si existen rocas que han caído desde laderas arriba en el área de estudio.	
2.- Donde y como se han depositado, al pie, alrededor o ladera abajo.	
3.-Si aparecen como amontonamiento o rocas aisladas.	
4.-Recorrer las partes más altas para ver si hay más rocas a punto de desprenderse.	
5.-Detectar grietas que indiquen un posible desprendimiento	
6.-determinar si la erosión es tan intensa que deje expuestas nuevas rocas igualmente de los cortes o actividades de construcción.	
7.-La importancia de los rasgos anteriores podrían indicar que otras rocas caerán y comenzaran nuevos desprendimientos	

EVIDENCIAS DE REMOCION EN MASA

(Espinosa 2006, Modificado de Ortiz y Zamorano 1998)

PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA	Localidades
FLUJOS	
1.-Area permanente o constantemente saturada aun en la estación seca del año pueden ser indicadores de un flujo inminente.	
2.-Efectos provocados por las arcillas como sinuosidad levantamientos y hundimientos señalan la cantidad de material que podría fluir.	
3.-Manantiales y drenaje bloqueado son causas de saturación y expansión del suelo.	
4.-Vegetacion densa en la estación seca del año indica el área con mayor potencialidad a fluir en época de lluvias.	
5.-Actiivdades o construcciones donde se utilicen líquidos pueden generar o acelerar la formación de flujos por saturación inducida.	
6.-Canales, depresiones alargadas o barrancos donde actualmente no corre agua puede corresponder a las cicatrices a los cauces dejados por flujos anteriores.	
7.-Amontonamiento de rocas o fango al pie de los barrancos, las salida de laderas o áreas montañosas puede corresponder a los aportes súbitos de flujos asociados a inundaciones repentinas.	

EVIDENCIAS DE REMOCION EN MASA

(Espinosa 2006, Modificado de Ortiz y Zamorano 1998)

PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA	Localidades
COLAPSO O ASENTAMIENTOS	
1.-Hundimiento parcial o total e inclinación de obras, hundimiento de de postes,verjas o muros, y rompimiento constante de obras soterradas son evidencias de que el terreno no soporta esa carga.	
2.-Levantamiento inexplicable del terreno pueden ser una respuesta al hundimiento de zonas aledañas.	
3.-Presencia de manantiales o terrenos estacionales o permanentes encharcados indican deficiencia del drenaje local o de la influencia del agua freática o subterránea en la superficie.	
4.-Expansion del suelo cuando se humedece y formación de grietas y contracción del mismo en la época seca del año evidencia la presencia de suelos o materiales expansivos.	

EVIDENCIAS DE REMOCION EN MASA

(Espinosa 2006, Modificado de Ortiz y Zamorano 1998)

PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA	Localidades
LICUEFACCION	
<p>1.-Es difícil identificar la licuefacción sin embargo lo que debe observarse es si su terreno está constituido por arenas sueltas y se localiza en zonas costeras o sobre las riveras o llanuras inundables de los ríos.</p>	
<p>2.-Determinar si el espesor de la arena en el terreno tiende de uno a 10 metros y si el agua subterránea se localiza a menos de 10 metros de profundidad, pues todos estos aspectos indican zonas de potenciales a la licuefacción en caso de que ocurra un sismo.</p>	

