



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN URBANISMO**

Evaluación de la Vulnerabilidad y el Riesgo en el Espacio Urbano por Peligro de Procesos Gravitacionales Originados por Fenómenos Sísmicos e Hidrometeorológicos.

Caso de Estudio: Naucalpan de Juárez, Estado de México.

**TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
DOCTOR EN URBANISMO**

**PRESENTA
PABLO MIGUEL PAVÍA ORTIZ**

**TUTOR
DR. MARIO CAMACHO CARDONA
Facultad de Estudios Superiores Acatlán, UNAM**

**MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR
DR. JOSÉ JUAN ZAMORANO OROZCO
Instituto de Geografía, UNAM
DRA. MARÍA TERESA ZÁRATE RAMÍREZ
Facultad de Estudios Superiores Acatlán, UNAM**

**SINODALES
DR. ALFONSO RODRÍGUEZ LÓPEZ
Instituto Politécnico Nacional, Unidad Tecamachalco
DRA. MARÍA TERESA ESQUIVEL HERNÁNDEZ
Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco**

Ciudad de México, enero de 2020.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos

A Dios: Por su Gran Amor y Bendición, te Glorifico Padre Eterno, haz tu voluntad, todo está en tus manos, tuyo es el Poder, la Gloria y la Honra. Gracias por tu cuidado tierno y amoroso, te amo Padre. Gracias por esta oportunidad.

A mi familia: Por todo el apoyo, los amo con un amor en Cristo, Gracias a mi respetada y amada esposa Marce, a mis hijas Eliza y Paola y a mi hijo Miguel, esperando ser un ejemplo para ustedes.

Que puedan lograr sueños imposibles siempre con la Guía y Poder de Dios y hacerlos realidad. Los Amo, recordándoles siempre que todos los que aman a Dios todas las cosas cooperan para bien.

A los miembros de mi Comité Tutor y Jurado:

*Dr. Mario Camacho Cardona
Dr. José Juan Zamorano Orozco
Dra. María Teresa Zárate Ramírez
Dr. Alfonso Rodríguez López
Dra. María Teresa Esquivel Hernández*

Dios los bendiga y gracias por todo el apoyo incondicional, con admiración. Ustedes fueron personas claves en el desarrollo y terminación de este proyecto, reitero mi agradecimiento mil gracias.

A mis amigos: He aprendido a ser siempre agradecido con Dios y las personas que de una forma él pone en nuestro camino, personas que jamás imaginamos que van a estar a nuestro lado siendo apoyo en nuestras vidas y proyectos:

*Ing. Fredy Flores Nahuacatl (Fred)
Ignacio Mendoza Cigarroa (Nachito)
Juan José Sánchez González (Juanito)
Iván García San Martín (El terrible)
Armando Santos Cruz (Jordy)
Miguel Ángel Elizondo Herrera (Mike)
A ustedes amigos muchas gracias y Dios los Bendiga.*

Y finalmente mi más profundo agradecimiento a la "UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO", nuestra máxima casa de estudio, en la cual tuve la oportunidad de ser formado profesionalmente con una Licenciatura en Ingeniería Civil, una Maestría en Urbanismo y ahora un Doctorado en Urbanismo.

A todos gracias.

"Por Mi Raza Hablará el Espíritu"

Objetivo General

Generar el conocimiento sobre la realidad del peligro en el municipio de Naucalpan, al que está expuesta la sociedad y sus construcciones ante el efecto de los fenómenos naturales, principalmente ante procesos gravitacionales, evaluando la vulnerabilidad y el riesgo con el propósito de establecer medidas de mitigación y la resiliencia ante desastres naturales, además de generar un modelo y mapas que faciliten el análisis espacial y ordenamiento del territorio, promoviendo la participación ciudadana y de la autoridad municipal.

Objetivos Específicos

- Investigar los principales factores que intervienen en los movimientos de masas de suelo y roca, clasificando los mecanismos de fallas y aplicar los criterios para la corrección de la inestabilidad, para llevar acciones y aplicar un programa de mediciones y la interpretación de las mismas.
- Identificar los tipos de fenómenos naturales, aplicar los indicadores de riesgo para predecir el impacto de éstos en la sociedad, analizar las zonas de riesgo en el municipio de Naucalpan Edo. de México, evaluar los riesgos y vulnerabilidad en el espacio urbano.
- Analizar las teorías que explican el origen de los fenómenos sísmicos, la normatividad vigente para el diseño sísmico y dispositivos para controlar la respuesta estructural, tomando en cuenta los efectos y periodos de retorno en la ciudad de México y en particular el municipio de Naucalpan
- Generar mapas de peligro como resultado de la investigación para tener un mejor conocimiento del territorio y ordenamiento del mismo, promoviendo la participación de la sociedad y de la autoridad local.
- Promover ciudades resilientes y la cultura de la protección civil.

Hipótesis

Para mitigar el riesgo en el espacio urbano debido a los procesos gravitacionales, se necesita la generación de un modelo de simulación de escenarios, que integre la evaluación de la vulnerabilidad y riesgo, que muestre las características geológicas, geomorfológicas, morfométricas (elevación y pendientes) así como condiciones sociales, económicas e infraestructura y a partir de los resultados obtenidos se garantice un suelo seguro para el crecimiento urbano ordenado.

Resultados

A través de la evaluación del riesgo y la vulnerabilidad en el espacio urbano se busca generar como producto mapas de peligro que nos permitan atender las emergencias urbanas, que la población este informado de los peligros a los que esta expuestos en este caso a deslizamientos y fomentar la participación ciudadana en la mitigación del riesgo, así también generar un modelo para la prevención y mitigación del riesgo y atención preventiva de las emergencias urbanas.

Metodología

El trabajo se desarrollará a partir de considerar lo siguiente metodología:

Acotar el área de estudios en el presente trabajo y tomar en cuenta las colonias con más densidad de población del municipio de Naucalpan en el Edo. de México, tomando en cuenta las características geomorfológicas, geológicas, de elevación, pendiente, sísmicas e hidrometeorológicas, recabar información con respecto a la incidencia de algún fenómeno natural y la poca atención prestada por parte de las autoridades del gobierno municipal.

Evaluar el impacto tanto social como en las construcciones que son ocasionados por los fenómenos naturales y la necesidad de generación de mapas de riesgo,

Se realizará una evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo a la que está expuesta la sociedad y las construcciones, para dar recomendaciones de las medidas de seguridad que deberán adoptar los habitantes, creando posibles escenarios de seguridad.

E emplear dos métodos de análisis para estabilidad de taludes: Método Convencional de dovela y el Método de abanico de Hoek & Bray, tomando en cuenta las propiedades mecánicas del suelo y condiciones de humedad del terreno

Generar un software para facilitar el estudio de laderas, así como la simulación de su comportamiento tomando en cuenta la estabilidad o inestabilidad

Considerar las condiciones de la sociedad y su comportamiento en relación al hacer ciudades seguras y el conocimiento que deben tener para la protección civil.

Es importante considerar la participación de la población en tomas de decisiones, acciones, y actividades urbanas, con el propósito de unir intereses, para llevar a cabo tareas y proyectos que modifiquen su entorno y estar preparados para evitar un desastre natural.

Pregunta de investigación

¿En qué medida los fenómenos naturales, aprovechan las condiciones de vulnerabilidad y dinámica social del municipio de Naucalpan, para poner en riesgo el espacio urbano ante procesos gravitacionales?

ÍNDICE

CONTENIDO	PÁGINA
INTRODUCCIÓN	8
Capítulo 1. ANTECEDENTES	11
1.1 Marco Teórico	11
1.1.1 Teoría Social del Riesgo	11
1.1.2 Perspectivas Sociales Sobre Vulnerabilidad y el Riesgo	13
1.2 Concepto de Riesgo	18
1.2.1 El riesgo Desde las Ciencias Sociales	18
1.2.2 Riesgo y Desastres	20
1.2.3 El riesgo Desde las Ciencias Naturales e Ingeniería	21
1.2.3.1 Componentes del Riesgo	21
Capítulo 2. ASPECTOS FÍSICOS GEOGRÁFICOS	23
2.1 Localización de la Zona de Estudio	23
2.2 Marco Regional: Cinturón Volcánico Mexicano	24
2.3 Marco Local: Cuenca de México	24
2.4 Marco Puntual: Municipio de Naucalpan	30
2.5 Clima, Temperatura y Precipitación	34
2.5.1 Clima	34
2.5.2 Temperatura	35
2.5.3 Precipitación Estacional	36
2.5.4 Precipitación Extraordinaria (ciclones y tormentas)	36
2.6 Hidrología	38
Capítulo 3. GEOLOGÍA, GEOMORFOLOGÍA Y PROCESOS DE LADERA	39
3.1 Mapa Geológico del Municipio de Naucalpan	39
3.2 Mapas Morfométricos: Elevaciones, Pendiente, Método y su Interpretación	39
3.2.1 Mapa de elevaciones del Municipio de Naucalpan	39
3.2.2 Mapa de pendientes del Municipio de Naucalpan	40
3.3 Geomorfología: Método e interpretación	41
3.3.1 Mapa Geomorfológico del Municipio de Naucalpan	41
3.4 Procesos de Laderas	42
3.4.1 Clasificación	43
3.4.2 Partes de un Deslizamiento y Términos	44
3.4.3 Tipos de Movimientos Observados y Registrados en el Municipio	46
3.5 Tipologías de Laderas en el Municipio de Naucalpan	48
3.6 Recorrido y Exploración de Laderas en el Municipio de Naucalpan	51

3.7 Eventos de Procesos Gravitacionales en el Municipio de Naucalpan	53
3.7.1 Ubicación Espacial de Eventos 1982 a 2018	60
Capítulo 4. RIESGO SÍSMICO E HIDROMETEOROLÓGICO	62
4.1 Riesgo Sísmico	62
4.1.1 Mapas de Riesgo Sísmico de Isoamplitudes e Isoperiodos en el Municipio de Naucalpan	65
4.2 Riesgo Hidrometeorológico	70
4.2.1 Mapa de Precipitaciones en el Municipio de Naucalpan	72
4.2.2 Mapa de Escurrimientos en el Municipio de Naucalpan	74
Capítulo 5. USO DE SUELO Y POBLACIÓN	76
5.1 Uso de Suelo	76
5.1.1 Diversos Uso de Suelo en el Municipio de Naucalpan	78
5.1.2 Mapa de Infraestructura Carretera y Zona Urbana en el Municipio de Naucalpan	80
5.2 Población	82
5.2.1 Distribución de la Población	83
5.2.2 Mapa de Densidad de Población en el Municipio de Naucalpan	83
5.2.3 Mapa de Infraestructura Catastral del Municipio de Naucalpan	86
5.2.4 Mapa de Población más Densa en el Municipio de Naucalpan	87
5.3 Formación y Transformación del Tejido Urbano del Municipio de Naucalpan	88
5.3.1 Origen del Tejido Urbano	88
5.3.2 La Ciudad Espontánea o Fragmentada	89
5.3.3 Proceso de Transformación del Tejido Urbano del Municipio	89
5.3.4 Configuración del Tejido Urbano	90
5.3.5 Procesos de Transformación del Municipio de Naucalpan	95
5.3.6 Potencialidad del Municipio de Naucalpan	97
Capítulo 6. ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD Y SUSCEPTIBILIDAD DEL RIESGO EN NAUCALPAN	100
6.1 Factores Condicionantes de la Susceptibilidad a Procesos Gravitacionales	101
6.2 Factores Inductores de la Vulnerabilidad	102
6.3 Factores Inductores del Riesgo de Desastre por Inestabilidad de Laderas	102
6.4 Pruebas de Laboratorio	105
6.4.1 Relaciones Gravimétricas y Volumétricas	106
6.4.2 Resistencia al Esfuerzo Cortante y Capacidad de Carga	110
6.5 Estimación de la Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo de Deslizamiento de Laderas.	116
6.6 Interpretación de los Grados de Amenaza	118
6.7 Valor Cuantitativo de la Probabilidad de Ocurrencia (Amenaza o Peligro)	119

6.8 Medición Cuantitativa de la Vulnerabilidad	119
6.9 Medición del Riesgo	121
6.10 Consolidación de Laderas Inestables	134
CONCLUSIONES	137
REFERENCIAS	139

INTRODUCCIÓN

México es un país que, por su ubicación geográfica, características climáticas, topográficas, orográficas e hidrológicas, y por la actividad volcánica y sísmica, está expuesto a una diversidad de peligros producidos por fenómenos naturales, que aunado a la tasa de crecimiento de la población y de los asentamientos humanos en zonas particularmente expuestas a estos fenómenos naturales, da lugar a un aumento notable en el número y consecuencia económica de los desastres en el país.

Los sismos son un fenómeno recurrente en el mundo. Cada año recibimos noticias de los daños materiales y pérdidas de vidas humanas que causan estos fenómenos. Nuestro país se encuentra en una zona sísmica con actividad de consideración. El diseño por sismo es una práctica que se acostumbra a tomar en cuenta en los despachos de cálculo y por otro lado en el urbanismo, aunque existe una regulación y ordenamiento del territorio, hay zonas de laderas en las cuales los asentamientos humanos llegan a ser irregulares propensos a deslizamientos por sismos.

También, es importante considerar la ubicación de la República Mexicana en una región intertropical, la cual la hace propensa a los embates de huracanes que se generan tanto en el océano Pacífico, como en el Atlántico. Los efectos de estos fenómenos, se resienten principalmente en las zonas costeras del Pacífico, del Golfo y del Caribe; las lluvias intensas que estos fenómenos originan pueden causar inundaciones y deslizamientos no sólo en las costas sino también en el interior del territorio nacional. De los 19 ciclones (Información Histórica CONAGUA) que en promedio llegan cada año a los mares cercanos al país, cuatro o cinco suelen penetrar en el territorio y causar daños severos en asentamientos urbanos y construcciones.

Como resultado de estos fenómenos hidrometeorológicos, se presentan lluvias intensas, con las consecuentes inundaciones y deslizamientos de masas de suelo y con mucha frecuencia de manera independiente de la actividad ciclónica, los procesos de ladera también pueden ser originadas por el hombre al deforestar los cerros, lo cual propicia inestabilidad de taludes que reditúan en severos daños de las edificaciones cercanas a éstos, trayendo como consecuencia la pérdida de vidas humanas y económicas.

Es importante hacer énfasis en el conocimiento del origen de estos fenómenos naturales para tomar las medidas pertinentes en el espacio urbano. Al mismo tiempo de tener nociones de la evaluación del riesgo a fin de evitar daños considerables a la población urbana y rural.

En el estado de México los municipios más poblados son Ecatepec de Morelos (1,677,678 Hab.), Nezahualcoyotl (1,039,867 Hab.) y Naucalpan de Juárez (844,219 Hab.), siendo este último el tercero más poblado, presenta diferentes características poblacionales, edafológicas, geológicas, climáticas y geomorfológicas a lo largo y

ancho de su territorio, lo que lo hace susceptible a una amplia gama de fenómenos que pueden presentarse de una forma destructiva e incluso catastrófica.

A nivel nacional, los peligros por procesos de laderas, constituyen una de las amenazas más comunes que impactan tanto a los asentamientos humanos, así como a su infraestructura socioeconómica.

Naucalpan cuenta con una superficie de 155.7 km², la población se concentra en 78.79 km², que representa el 50.60% del territorio, con una población de 844,219 Habitantes, que representa el 98.10 % de la población del municipio.

La población que vive en riesgo alto y medio es 649,627 habitantes y representa el 76.95% de la población, ocupando 40.31 km² que representa 26.9% del territorio, lo que hace necesario prestar atención en nuestra sociedad y atender este problema de manera urgente y más aún al considerar los indicadores de pobreza y vulnerabilidad obtenidos del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) el cual genera información objetiva sobre la situación de la política social y la medición de la pobreza en México: Carencia social (40.1%, 329,399 Hab.), por ingreso (4.9%, 40,251 Hab.), Pobreza (32%, 262,822 Hab.)

Los desastres naturales por deslizamientos de laderas, ocupan el tercer lugar en pérdidas de vidas humanas y económicas a nivel mundial y nacional, por lo que es necesario hacer una reflexión sobre la población que habita en el municipio de estudio.

Con base en lo anterior, puede afirmarse que existe una gran falta de eficiencia en la práctica de la planeación urbana en México, falta de seguridad y protección civil en poblaciones afectadas por los fenómenos naturales, ante este panorama se deberán atender algunos factores como:

- Acciones concretas de prevención del riesgo y de planeación por parte de nuestras autoridades, municipales, estatales y federales.
- Carencia de estudios y trabajos de análisis en zonas de riesgo en donde impactan los fenómenos naturales, como sismo e hidrometeorológicos, provocando procesos gravitacionales.
- Identificación de zonas de peligro en el municipio de Naucalpan y proponer acciones para mitigar el riesgo en la población.
- Estudios de riesgo y vulnerabilidad en el espacio urbano en zonas en donde las reincidencias de estos efectos son constantes y en la que se expone la integridad de la población.

Con todo lo anterior hay que resaltar la importancia de una excelente planeación y planificación en donde la participación de nuestras autoridades y de la población misma es necesaria, con el propósito de que los fenómenos naturales no los podemos erradicar, pero si podemos reducir los daños materiales y pérdidas de vidas humanas que ocasionan mitigando el riesgo en el espacio urbano.

La corriente de pensamiento establecidas que permitan abordar la problemática que trae consigo los fenómenos naturales en el urbanismo se llama riesgos naturales, ya que actualmente se están desarrollando varias líneas de investigación tendientes a buscar la metodología apropiada para tener una mejor estimación del riesgo urbano, ante los embates de la naturaleza por ejemplo el análisis geomorfológico, geológico, sísmico, precipitación, etc. Derivadas de las investigaciones recientes que se han desarrollado en varias áreas de conocimiento se describen algunas a continuación.

Prevención de desastres. Existen investigaciones recientes sobre la aplicación de conceptos de peligro, vulnerabilidad y riesgo, que junto con los sistemas de información geográfica permiten el análisis multivariado y la edición de una cartografía precisa y bien hecha para el desarrollo de atlas de riesgo con objeto de prevenir desastres por fenómenos naturales.

Ingeniería sísmica. Es una rama de la ingeniería que permite entender el origen de los terremotos, el comportamiento de las construcciones ante la excitación sísmica y los criterios de diseño necesarios para lograr un buen desempeño en las edificaciones.

Geología. Esta ciencia es de gran utilidad en el conocimiento de la constitución de la corteza terrestre, que permite de mejor manera analizar los principales mecanismos de falla de las placas tectónicas, así como de los deslizamientos de las masas de suelo siendo de especial interés la litología.

Mecánica de suelos. Esta área de conocimiento permite de manera detallada conocer los factores que dan origen a los deslizamientos de las masas de suelo, así como del mecanismo que puede experimentar, bajo ciertas propiedades mecánicas de los suelos, aunque existen factores que cobran una importancia mayor como la alternancia de diferentes grados de permeabilidad, pendiente, geometría de la ladera y lluvias.

Cartografía. Esta área de la geografía es de gran utilidad en la representación gráfica de la distribución de las construcciones en determinadas entidades del país, expuestas a los peligros y riesgos que pueden generar los fenómenos naturales, además de facilitar el análisis espacial entre los diferentes componentes de la naturaleza

Urbanismo. Es un área de estudio que permite ver el impacto de los fenómenos naturales en las construcciones desde un enfoque interdisciplinario, ya que no solo aborda los aspectos técnicos y científicos, sino también de carácter social y económico.

CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES

1.1 Marco Teórico

El presente apartado tiene como finalidad explicar, a partir de que elementos teóricos, será sustentado el trabajo de investigación. De forma tal que se debe aclarar que, este proyecto pertenece a la línea desarrollada para el estudio de riesgos ante fenómenos naturales; entendiendo a la sociedad como un sistema.

Cuestionar la construcción de riesgo es una manera de cuestionar los fundamentos discursivos y materiales de un orden socio-espacial urbano injusto. De ahí que no se busca eludir los impactos de los eventos naturales, sino que se intenta reducir la vulnerabilidad y riesgo de forma sostenible y compartida al transformar las condiciones socio-espaciales que intervienen en la construcción de riesgo a través de instrumentos normativos planteados en función del análisis de vulnerabilidad y riesgo del área de estudio.

1.1.1 Teoría Social del Riesgo

Esta teoría suele ser tomada como marco para el análisis de las catástrofes o desastres naturales. El uso y aplicación de esta teoría trae consigo el análisis de más variables y no las que generalmente son estudiadas, como son los aspectos naturales o la magnitud de daño producido cuando ha ocurrido el desastre.¹

De tal forma el fin último de esta teoría es la prevención, reducción, y el control de los factores de riesgo de desastre en la sociedad, así como la respuesta adecuada ante una situación de desastre, considerando las políticas nacionales, con relación a materia económica, ambiental, de seguridad y territorial de manera sostenible

Esta teoría está basada en investigación científica y registro de información con una finalidad de proteger la vida de la población y el patrimonio de las personas y se compone de diferentes procesos que a continuación se mencionan:

Estimación del Riesgo. Proceso esencial, que permite identificar y valorar y así tener una visión general de la exposición al mismo que pudiera tener un grupo social. Permite estimar su posible impacto y la magnitud de daños que se pueda ocasionar, así como proponer un enfoque de gestión hacia amenazas o peligros y no solamente hacia una única amenaza.

Prevención y reducción del riesgo. Analiza acciones que se enfocan a evitar la generación de nuevos riesgos y riesgos existentes en un contexto para un desarrollo sostenible.

Preparación, respuesta y rehabilitación. Acciones que se toman para garantizar una respuesta adecuada y oportuna en caso de desastres, así como la rehabilitación de

¹ Ponencia presentada en las IV Jornadas de Sociología. Facultad de Ciencias Sociales, UBA, Buenos Aires.

servicios básicos indispensables para permitir normalizar las actividades en la zona afectada.

Reconstrucción. Acciones que permiten establecer condiciones sostenibles de desarrollo en las áreas afectadas, reduciendo el riesgo y asegurando la recuperación económica, física y social de estas áreas.

Es necesario conocer y tener una explicación de cada una de las dimensiones o categorías de esta teoría:

- **Peligrosidad:** Se refiere al potencial que tiene un fenómeno (natural ó antropogénico) para causar un daño. La peligrosidad es también entendida como sinónimo de amenaza² y como tal, antesala del riesgo. El estudio de los fenómenos naturales (geodinámicos e hidrometeorológicos) ha contribuido al conocimiento de la amenaza o peligro que representa la ocurrencia de un fenómeno natural.
En este caso, todas las aportaciones de las ciencias naturales y aplicadas a la estimación de los riesgos, es sumamente importante. Se puede decir entonces que, las ciencias naturales y aplicadas se conjugan para estudiar la dimensión de la peligrosidad.
- **Vulnerabilidad:** Esta dimensión está definida por las condiciones sociales, económicas, urbanas, psicológicas, entre otras, de la sociedad previas a la acción de un fenómeno natural y por consiguiente a la de un desastre. Esta categoría tiene diversos ángulos de estudio y estos son abarcados por las ciencias sociales mayormente, cualesquiera que sean los enfoques, la vulnerabilidad es un concepto que interviene directamente en la prevención y mitigación del riesgo, de ahí que su estudio cobra un papel fundamental en las sociedades actuales, con miras siempre a reducirla y con su decremento, podría decrecer el riesgo.
- **Exposición:** Se refiere concretamente a todos aquellos espacios en el territorio que son susceptibles de ser afectados o están expuestos a determinado fenómeno. Esta dimensión es una consecuencia de la interrelación entre peligrosidad y vulnerabilidad.
Esta categoría entrelaza los procesos físicos-naturales con los procesos sociales y que tienen expresión territorial configurando la estructura urbana y sus componentes como los usos de suelo, los asentamientos humanos, las vialidades, los servicios, la infraestructura, entre otras.
- **Incertidumbre:** Esta dimensión se relaciona con las limitaciones en ciertos temas y que ocasionan la incertidumbre de la población. Un ejemplo sería incertidumbre técnica o de la vivienda, por no tener plena certeza de que lo realizado, fue lo correcto. En otro ejemplo, la incertidumbre institucional que

² Barrenechea. "Una propuesta metodológica para el estudio de la vulnerabilidad social desde la perspectiva de la teoría social de riesgo".

refiere a las competencias entre partidos u organizaciones políticas y aspectos normativos aplicados, en donde cada institución se moverá según sus ideales, intereses y otros factores que moldean una acción gubernamental o institucional.

Hay que destacar que el estudio aislado de determinada dimensión trae consigo resultados diferentes con respecto al estudio de un todo, tal como lo plantea la teoría. Por ejemplo, si se estudia la peligrosidad se caería en la concepción de entender a un fenómeno natural como desastre natural. Si se estudia la vulnerabilidad, se pueden determinar las condiciones previas de cierta comunidad, pero harían falta soluciones conducentes a una estrategia. Si se estudia únicamente la exposición, las soluciones recaerían únicamente en trabajos ingenieriles o de planificación y, por último, estudiar la incertidumbre únicamente, pondría en entre dicho el funcionamiento de las instituciones y crearía un ambiente de desconfianza hacia las mismas.

Por ciertas razones y según la intención de cada disciplina, las categorías o dimensiones de esta teoría que son, con frecuencia, más estudiadas son la peligrosidad (por las ciencias naturales y absolutas) y la exposición (por su expresión territorial es continuo objeto de estudio del planificador).

Este proyecto de investigación está enfocado al estudio de **vulnerabilidad y riesgo**, que como se verá más adelante, permitirá identificar las condiciones sociales, económicas, urbanas, entre otras más, de una comunidad que se encuentra asentada en zonas de riesgo. De esta forma se ligarán peligrosidad y vulnerabilidad para proponer soluciones de prevención y mitigación, posteriormente entender que tanto está expuesta la población al riesgo en el municipio de Naucalpan.

1.1.2 Perspectivas Sociales Sobre Vulnerabilidad y el Riesgo.

El estudio de los desastres, cobro un interés especial en Estados Unidos a mediados del siglo XX, surgió como principal idea, entender como reaccionaría la población en caso de Guerra. Se podría decir que se desarrolló una “Teoría social de los desastres”, cuyo enfoque involucró estudios sobre la capacidad de reacción y comportamientos tanto individual como colectivo. De esta manera la línea de investigación propiamente adoptada fue la de “emergencias urbanas” y la del estudio del riesgo.

Años más tarde en las décadas de los 80’s y 90’s, en Europa y algunos países en vías de desarrollo, en Asia y América Latina, investigadores debatieron sobre el concepto de vulnerabilidad y concluyeron que la vulnerabilidad es de inminente carácter social y no únicamente depende de variables demográficas. Se postuló también en aquel debate que un desastre ocurre cuando las pérdidas que produjo el fenómeno natural superan la capacidad de la población para superarlas fácilmente. En este sentido, se plantea que la vulnerabilidad no puede medirse sin

hacer referencia a la capacidad de la población de absorber, responder y recuperarse del impacto.

Pensando en el enfoque anterior, Susman indica que “la vulnerabilidad es el grado en que las diferentes clases sociales se encuentran en riesgo” y con este enfoque la vulnerabilidad queda definida en función de las condiciones sociales, políticas y económicas de la población y con ello se propone que las condiciones que caracterizan el desarrollo (marginalidad, expropiación, opresión política y procesos asociados al colonialismo y el capitalismo) han hecho que las comunidades pobres sean las más vulnerables a los desastres.³

En un último enfoque y un poco más actual se encuentra el que propone la Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina, el cual establece que la vulnerabilidad se configura socialmente y es resultado de procesos económicos, sociales y políticos⁴. Por lo tanto es necesario considerar no solamente los aspectos físicos, sino también algunos factores sociales por ejemplo: la fragilidad económica familiar y colectiva; la ausencia de servicios sociales que se consideran como básicos, la falta de acceso a propiedades y créditos para vivienda; la presencia de determinado tipo de discriminación política, ética o de cualquier tipo; el analfabetismo, la convivencia con factores ambientales desfavorables para el desarrollo de actividades cotidianas, la ausencia de oportunidades de educación, entre otros factores.

De esta manera, los conceptos “vulnerabilidad” y “riesgo” se encuentran íntimamente ligados, debido a que un fenómeno natural puede adquirir determinada peligrosidad si se desata sobre una comunidad que sea vulnerable frente a dicho fenómeno. Entonces, cualquier condición de vulnerabilidad que presente un grupo humano dará lugar a nuevos riesgos y con ellos nuevas probabilidades de desastre.⁵ Por ello conviene, para efectos de este trabajo, atacar el tema de vulnerabilidad, no de forma estática, sino como un sistema dinámico que nace a partir de la interacción de factores y características (de forma interna y externa) que influyen en las dinámicas de la comunidad, el producto de esta interacción será la capacidad de respuesta ante la presencia de algún tipo de riesgo.⁶

A continuación, se explicará cada uno de los ángulos de la vulnerabilidad global, los cuáles serán la base para el estudio de las vulnerabilidades de una comunidad⁷:

- *Vulnerabilidad natural*: los seres humanos necesitan ciertas condiciones ambientales y sociales para poder desarrollarse. La vulnerabilidad natural de los ecosistemas de los distintos países se incrementó diferencialmente, provocando la resistencia de la población a condiciones ambientales severas y a veces haciéndola más vulnerable frente a ellas.

³ Estimación holística del riesgo utilizando sistemas dinámicos complejos.

⁴ La RED. (1992) “Los Desastres NO son naturales”

⁵ Gustavo W. Chau. “Vulnerabilidad Global” La RED.

⁶ Op. Cit. “Vulnerabilidad Global”

⁷ Op. Cit. “Vulnerabilidad Global”

- *Vulnerabilidad física:* se refiere a la localización de la población en zona de riesgo físico, condición provocada por diversos factores entre los que destaca el económico y la falta de oportunidades para una ubicación de menor riesgo (condiciones ambientales y de los ecosistemas, localización de asentamientos humanos en zonas de riesgo, por ejemplo: en laderas o encima de fallas geológicas).
- *Vulnerabilidad económica:* Se observa una relación indirecta entre los ingresos en los niveles nacional, regional, local o poblacional y el impacto de los fenómenos físicos extremos. Es decir, la pobreza aumenta el riesgo de desastre (vulnerabilidad de los sectores más deprimidos, desempleo, insuficiencia de ingresos, explotación, inestabilidad laboral, dificultad de acceso a los servicios de educación, salud)
- *Vulnerabilidad social:* Se produce un grado deficiente de organización y cohesión interna de la sociedad bajo riesgo, que limita su capacidad de prevenir, mitigar o responder a situaciones de desastres (tipo de acceso al saneamiento ambiental, nutrición infantil, servicios básicos, que permitan la recuperación de los daños ocurridos)
- *Vulnerabilidad política:* Concentración de la toma de decisiones, centralismo en la organización gubernamental y la debilidad en la autonomía de los ámbitos regionales, locales y comunitarios, lo que impide afrontar los problemas. (autonomía en el poder de decisión y de solucionar problemas).
- *Vulnerabilidad técnica:* Se refiere a las inadecuadas técnicas de construcción de edificios e infraestructura básica utilizadas en áreas de riesgo (incapacidad de control y manejo de las tecnologías frente a los riesgos)
- *Vulnerabilidad ideológica:* Alude a la forma y concepción del mundo y el medio ambiente donde se habita y con el cual se relaciona y la posibilidad de enfrentar los problemas. La pasividad, fatalismo, presencia de mitos, aumentan la vulnerabilidad de la población
- *Vulnerabilidad educativa:* Es la falta de programas educativos que proporcionen información sobre el medio ambiente, y el entorno que rodea el territorio, los desequilibrios y las formas adecuadas de comportamiento individual o colectivo en caso de amenaza o de situación de desastre (conocimiento de las realidades locales y regionales para hacer frente a los problemas)
- *Vulnerabilidad cultural:* Refiere a la forma en que los individuos y la sociedad conforman el conjunto nacional y el papel que juegan los medios de comunicación en la consolidación de estereotipos o en la transmisión de información relacionada con el medio ambiente y los potenciales o reales desastres (influencia de la personalidad de los habitantes que se identifican

con un modelo de sociedad, influencias de los medios masivos de comunicación frente a los riesgos)

- *Vulnerabilidad ecológica*: Está relacionada a la convivencia con el medio ambiente, sin la dominación por destrucción (vulnerabilidad de los ecosistemas frente a los efectos directos o indirectos de la acción humana, y por otra, altos riesgos para las comunidades que los explotan o habitan).
- *Vulnerabilidad institucional*: obsolescencia y la rigidez de las instituciones, en las cuales la burocracia, la prevalencia de la decisión política, el dominio de criterios personalistas, impiden respuestas adecuadas y ágiles a la realidad existente y demoran el tratamiento de los riesgos o sus efectos.

Es necesario decir que el “todo” es consecuencia de una serie de puntos que lo conforman. En el urbanismo y precisamente en el estudio de la vulnerabilidad en comunidades con riesgos producidos por la localización de vivienda en zonas geológicas comprometidas intervienen varios factores para su ubicación y arraigo de la población a ella, más delimitaré el sistema a determinados factores que se consideran de vital importancia, mismos que pueden ser identificados y representados con el estudio de determinadas variables, obtenidas de forma documental o en campo y que permitirán construir una batería de variables que hagan constar la presencia de determinada vulnerabilidad de forma más precisa.

Entonces, el sistema se conformará de los siguientes factores aparentemente separados, pero íntimamente ligados:

- Factor natural: Muestra las condiciones climáticas particulares de la zona de estudio.
- Factor geográfico: Considera la ubicación de forma física de la vivienda, es decir, si se ubica en una zona de planicie o con pendiente adecuada para la urbanización o si se ubica en una zona de riesgo.
- Factor económico: Expone la Capacidad económica del individuo para adquirir un predio bien ubicado.
- Factor educativo: Considera el nivel educativo y la capacidad económica para adquirir una vivienda o un predio correctamente establecidos.
- Factor Social: Analiza las formas de organización social de la población en la zona y su cohesión para determinar la capacidad de respuesta a un desastre o resiliencia.
- Factor psicológico-ideológico: Muestra las acciones o eventos por los cuales se asentaron y por los cuales deciden permanecer en la zona de riesgo.
- Factor urbano: Permite conocer todos los elementos urbanos mismos que dotan de cierta calidad de vida a la población, además de la cantidad y

calidad de dichos elementos que incitan al individuo a permanecer en esa zona.

- Factor institucional: Da a conocer la capacidad de las instituciones para gestionar la dotación y autorización de vivienda y la entrega de información oportuna a los habitantes de una zona de riesgo.
- Factor demográfico: Estudia las dinámicas poblacionales en la zona para el año actual y con proyección a mediano plazo.
- Factor técnico: Considera la calidad y configuración espacial y estructural de las viviendas.

Aparentemente y como fueron descritos los factores no guardan relación alguna cuando se trata del estudio de vivienda; Sin embargo, y haciendo un breve análisis se observará cómo todo se encuentra íntimamente ligado:

La ubicación en una vivienda en zona de riesgo puede tener su comienzo en cualquiera de los factores anteriormente descritos; Por ejemplo, debido al bajo nivel de estudios y con ello la poca remuneración económica de un individuo le es imposible acceder a un predio cercano a los centros urbanos y con la finalidad de garantizar a su familia “un techo” este, decide comprarlo en una mala ubicación o en zona de riesgo, promovido por un fraccionador clandestino o por la presencia de corrupción dentro de las instituciones administrativas, que carece de servicios urbanos y que limitará en varias cuestiones a la familia, además de construir una vivienda técnicamente deficiente.

Todos los factores se encuentran ligados y no es posible entenderlos de forma separada, ya que determinados riesgos dan lugar a determinadas vulnerabilidades y ambos, pueden dar lugar a un desastre.

Para representar la vulnerabilidad y el riesgo, lo primero que hay que hacer es definir el polígono en el cuál existan riesgos ante la posible presencia de un fenómeno natural. En ese polígono de alta afectación o peligrosidad, se realizará el estudio de vulnerabilidad a través de los factores descritos anteriormente.

Se construirá la cartografía necesaria y se tomará como base un mapa de riesgos en el que se incluya el polígono de alta afectación o peligrosidad definido con anterioridad y se superpondrá cada mapa de vulnerabilidad con el mapa de base de riesgo para comenzar a analizar los resultados.

Finalmente se hará la superposición de todos los mapas para determinar las zonas con altos grados de exposición y vulnerabilidad, para poder establecer estrategias de acción enfocadas a la prevención y a la mitigación del desastre con respecto a los riesgos y a la vulnerabilidad existente en el municipio de Naucalpan como polígono de estudio.

1.2 Concepto de Riesgo

Actualmente aún no hay un único conjunto de definiciones de riesgo consensuadas, aunque existen signos de alguna convergencia de puntos de vista en la literatura. Genéricamente el riesgo puede definirse como: el potencial de ocurrencia de consecuencias adversas, pérdida, daño o perjuicio, o como la posibilidad (suerte, azar) de pérdida. Pero existen dos visiones del concepto de riesgo con trayectorias un tanto paralelas, que son las de la ciencia social y las ciencias naturales ingenierías que se han denominado sociológica y tecno-natural.

Desde un punto de vista sociológico el riesgo puede entenderse como la “posibilidad de ocurrencia de situaciones límites o de relaciones extremas entre fenómenos físicos y la estructura y organización social (Lavell, A., 1993; Cardona O. D., 1993; Thomas, J. , 2000; Suavita M., 1999). En esta definición se destaca que el riesgo no significa la ocurrencia de situaciones límite, es decir, de desastres y el estar en riesgo es una condición anterior a la ocurrencia de dichos eventos que puedan convertirse en desastres.

Desde el punto de vista tecno-natural se ha hecho un esfuerzo en la cuantificación del riesgo, por lo que se define también como las consecuencias negativas más probables (daños, pérdidas, etc.) que podrían resultar del impacto de un evento sobre la exposición (valores en riesgo) cuyas vulnerabilidades están relacionadas con el evento específico. El riesgo se considera, así como una combinación de peligrosidad, vulnerabilidad y exposición.

1.2.1 El Riesgo Desde las Ciencias Sociales

El riesgo, como proceso, está sujeto al cambio dependiendo de la evolución de su componente, es decir, áreas que actualmente están en riesgo bajo o medio, pueden cambiar esa condición de acuerdo con la complejas interrelaciones sociales y naturales descritas, por lo tanto, la definición del nivel de riesgo se refiere a las características actuales que posee una determinada zona.

De esta manera, los riesgos son problemas ambientales que incorporan en su casualidad tanto elementos naturales como sociales y que no pueden ser reducidos a eventos externos a la sociedad, como afirma (Leff, E., 1994) la “cuestión ambiental es una problemática de carácter eminentemente social “.

Los sociológicos tienden a criticar el uso tecnológico del término “riesgo natural “porque este implica que “lo natural” está poniendo en peligro a “lo humano”. Pero la naturaleza no está haciendo ningún perjuicio o beneficio. No existe ninguna “intención” o “consciencia” subyacente a la ocurrencia de un proceso. Cualquier proceso que opera en la naturaleza está basado únicamente a leyes físicas, aun cuando sea gobernado por un comportamiento caótico. Por lo tanto, cualquier peligro natural, riesgo natural, y en consecuencia cualquier forma de desastre “natural “está causado únicamente por el hombre (Geipel R., 1992) .

Lo que se plantea en la actualidad con el desarrollo de enfoques donde se considera la realidad como una totalidad integral y altamente compleja, es la concepción que no existe un mundo separado de los seres que lo habitan, conclusión válida para cualquier tipo de organismo. Es decir, hay una relación de identidad entre el ambiente y el ser, que existe en tanto mantenga relaciones recíprocas y dialécticas con los seres u objetos cuya presencia intercalar determina su existencia (Vidart Daniel, 1997); el ser no está fuera del ambiente y los riesgos son sociales en su esencia misma.

Como apunta (Harvey, David, 1996) “los procesos no operan en sino construyen activamente el espacio y el tiempo”. De esta manera, los riesgos al hacer parte de estas relaciones complejas, se circunscriben en la construcción del espacio y no son eventos extraordinarios y ajenos a la sociedad, sino que hacen parte de la cotidianidad y de la historia.

Los riesgos no son únicamente fenómenos de índole estrictamente natural, sino que integran factores políticos, culturales, económicos, históricos, etc. y su estudio debe realizarse desde una posición compleja e interdisciplinaria, donde forman parte de una realidad (física, social y simbólica) socialmente construida, bien sea “como objetivación material de la cultura o bien como significación y simbolización” (Montañez, Gustavo., 1997); dinámica y por lo tanto inacabada que continuamente está organizando y siendo organizada por las relaciones entre los sistemas de objetos y de acciones.

La generación de riesgos forma parte de una construcción histórica del espacio, siendo una visión integral, pues considera variables sociales que han llevado a la consolidación de los barrios de ladera, dentro de los que se destaca el proceso urbanización y las formas de percepción de las condiciones físicas del ambiente. De esta manera, al comprender los procesos de organización espacial se pueden hacer mejores propuestas de prevención y mitigación, donde deje de pensarse que la ocupación de sitios físicamente inadecuados es debido a comprensiones imperfectas de la realidad natural, ignorando causas sociales primarias como por ejemplo la imposibilidad (económica, jurídica) de acceder a otras áreas, o los procesos de identidad y el sentido de pertenencia que las comunidades construyen sobre sus espacios (Sánchez, V. y Mendoza C., 2001).

Todo desastre “natural” es por tanto el resultado de una mala o falsa adaptación a la naturaleza (Dombrowsky, W. R. , 1998). (Pohl, J., 2008) afirma que, si un evento natural pone en peligro a personas o propiedades, el evento se percibirá como un peligro. Si la persona o sociedad amenazada o puesta en peligro puede tomar decisiones y reaccionar frente a la ocurrencia de un proceso potencial, el peligro se convierte en riesgo. Así un individuo o sociedad no tiene la oportunidad de tomar decisiones, el evento natural es “únicamente “un peligro, no un riesgo.

(Hoffman, S. M., & Oliver-Smith, A. , 2001) señala que “...los riesgos significan diferentes cosas para gente diferente porque cada persona posee una única percepción del medio...” y por consiguiente aporta únicamente una vaga definición.

Ya en 1956, Simón "...Argumenta que la percepción es un filtro a través del cual el tomador de decisiones ve el medio ambiente "objetivo sus peligros..."

En base a los diferentes puntos de vista de diversos autores se puede concluir que no existe una única o consensuada definición y concepción del riesgo en la ciencia social.

1.2.2 Riesgo y Desastres

Vale la pena preguntarse ¿qué es un desastre? Un desastre no puede confundirse con la ocurrencia de un fenómeno de origen natural o antrópico, es decir, no se puede confundir el desastre producido por el sismo con el sismo mismo. El evento físico, es una condición necesaria pero no suficiente para hablar de desastre.

Para (Dynes, R., 1994) "un desastre es una ocasión normativa definida en una comunidad, cuando se hace esfuerzos extraordinarios para proteger y beneficiar algún recurso social cuya existencia se considera amenazada". Esta afirmación permite evitar la inclusión de parámetros matemáticos para definir un desastre y deja dicha consideración a las condiciones particulares del lugar o región, pero no tienen cuenta explícitamente proceso histórico de casualidad.

Por otro lado, para (Molano, J., 1993) un desastre es un evento o producto de "un desenlace nefasto de la trama socio-natural, de tal manera que se disloca la vida social y para enfrentarlo se hace necesario la acción colectiva". Así los desastres son eventos coyunturales, resultado de procesos socio-naturales continuos involucrados en la cotidianidad.

De esta manera se puede considerar un desastre como: "una ocasión de crisis o stress social, espacio-temporalmente definido, donde una sociedad o grupos de esta, sufren daños y /o perdidas y alteraciones en su funcionamiento rutinario, con tal magnitud e intensidad que se exige la participación de agentes externos en su atención y resolución".

En esta misma dirección la EIRD⁸ de la ONU define desastre como "lo que sucede cuando la ocurrencia de un fenómenos natural afecta a un sistema social vulnerable". Los fenómenos naturales solo generan impactos por su interacción con la gente y su entorno, estos pueden llegar a tener dimensiones catastróficas, dependiendo de la coyuntura de las poblaciones del lugar.

⁸ EIRD es la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas

1.2.3 El Riesgo desde la Ciencias Naturales e Ingeniería

Para analizar y gestionar el riesgo es necesaria una cuantificación y una valoración lo más objetiva posible de este. Con el objeto de tener un panorama claro de la compleja interrelación de factores sociales y naturales que lo constituyen.

Desde el ámbito científico y técnico se han realizado divisiones conceptuales que, con sus limitaciones, han ayudado a comprender y cuantificar los diversos componentes (riesgo, probabilidad, exposición y vulnerabilidad).

1.2.3.1 Componentes del riesgo

Cuantitativamente el riesgo se define como la pérdida o el daño anual esperado, siendo una realidad conceptual potencial.

La ecuación general del Riesgo⁹ es la siguiente

$$R = \sum \sum P \times E \times V \times \Delta P \times \Delta E \times \Delta V$$

Donde:

R = Riesgo o pérdida esperada (Pesos/año, víctimas/año)

P = Probabilidad

E = Exposición

V = Vulnerabilidad (tanto por uno de pérdida)

Según la terminología utilizada por la Organización de las Naciones Unidas de Ayuda en Desastres (UNDRO) y definida por Varnes en 1984, el riesgo específico (Rs) es el grado de pérdida esperada debido a un fenómeno potencialmente dañino. Este puede ser estimado por la relación entre dos variables fundamentales: peligrosidad y vulnerabilidad. $R_s = P \times V$.

La peligrosidad (P) o amenaza se refiere básicamente a posibilidad o probabilidad de ocurrencia¹⁰ durante un periodo dado de tiempo de un fenómeno natural potencialmente dañino (peligro) en un área determinada conocidas las características del mismo (magnitud o intensidad) y su zona de acción o influencia. La vulnerabilidad (V) es el grado de pérdidas provocado en un elemento o conjunto de elementos presentes en un área por la ocurrencia del fenómeno determinado. Comúnmente se expresa en una escala de 0 (sin daño) a 1 (pérdida total)

Por tanto, para la determinación de ambos es necesario conocer y caracterizar tanto el área potencialmente afectable por el evento como la severidad de este.

⁹ UNDRO

¹⁰ La probabilidad de ocurrencia es la inversa del periodo de retorno (T) y puede ser expresada como probabilidad de ocurrencia anual P_a o como probabilidad de ocurrencia a largo plazo P_x , donde x es el número de años elegido. La siguiente ecuación estadística convierte P_a en P_x : $P_x = 1 - (1 - P_a)^x$

Por ejemplo, la probabilidad de ocurrencia de un peligro de deslizamiento en un periodo de 50 años su probabilidad anual es de 1 en 475 será: $P(50) = 1 - (1 - (1/475))^{50} = 0.10 = 10\%$

El riesgo específico (Rs), es de utilidad para comparaciones entre situaciones de riesgo que pueden ayudar a priorizar actuaciones empezando por mitigar las situaciones de mayor riesgo unitario; también hará la realización de mapas de riesgo en zonas que carezcan aún de exposición o vayan a experimentar un crecimiento urbano significativo de la misma.

El riesgo total (Rt) se define como el número de vidas perdidas, personas, damnificadas, daños a la propiedad, etc. debidas a un fenómeno natural concreto en un área determinada. Es por tanto el producto de la peligrosidad por la vulnerabilidad por la exposición E, el conjunto de elementos expuestos al riesgo en el área determinada.

$$\mathbf{Rt = E \times Rs = E \times P \times V}$$

Esta es la terminología que la comunidad especializada ha seguido desde la publicación de los trabajos de (Corominas, J., 1989), (Ayala-Carcedo et al. , 1988), (Irigaray, C. ; Fernandez, T. and Chacón, J. , 1996), (Ferrer M., y Ayala F., 1997), (Ferrer, M., y González de Vallejo, L., 1999) en los que se adoptan estos conceptos para el desarrollo de metodologías para el análisis de riesgo y la elaboración de cartografía de peligro.

Es importante comentar que, a nivel nacional, los peligros por procesos gravitacionales, constituyen una de las amenazas más comunes que impactan tanto a los asentamientos humanos, así como a su infraestructura socioeconómica.

Naucalpan cuenta con una superficie de 155.7 km², y con 844,219 hab., hasta el año 2015 (INEGI, 2015). La población se concentra en 78.79 km², que representa el 50.60% del territorio, con una población de 828,179 hab., que representa el 98.10% de la población del municipio.

La población que vive en riesgo alto y medio son 649,627 habitantes y representan el 76.95% de la población, ocupando 40.31 km² que representa 26.9% del territorio, he aquí la importancia de esta investigación.

2.2 Marco Regional: Cinturón Volcánico Mexicano.

En el país existe un antecedente importante actividad volcánica, localizada entre los 19° y 20° de latitud norte, a esta región se le conoce como Cinturón Volcánico Mexicano (CVM), su extensión cubre desde las costas del Pacífico del estado de Nayarit a las del Atlántico en el estado de Veracruz, su longitud es de 1000 km y tiene un ancho que va de los 50 a los 250 km. Tiene Influencia en el movimiento de los continentes, así como en el fondo oceánico que los rodea. La actividad tectónica y volcánica de esta región dio origen a la existencia de una gran variedad de formas de relieve.

Así también la forma del relieve ha tenido una alta influencia antropogénica, debido a las continuas transformaciones resultado del crecimiento urbano de la Ciudad de México. Esta situación se refleja en una dinámica geomorfológica, que en algunos casos llega a representar un peligro para la población (procesos gravitacionales, inundaciones, formación de barrancos, etc.).

2.3 Marco Local: Cuenca de México¹¹.

La cuenca de México y sus características:

- Localización: Centro-Oriente del CVM.
- Meridianos: 98° 15' - 99° 30'.
- Paralelos: 19° 00' - 20 ° 15'.
- Altitud: 2,240 msnm en el sur, a 2,390 msnm al norte.
- Dimensión máxima norte-sur: 110 km.
- Dimensión mínima este-oeste: 80 km.
- Área aproximada: 9,600 km²
- Territorio: Ciudad de México (320 km²), estado de México (4800 km²), Hidalgo (2540 km²), Tlaxcala (840 km²) y Puebla con 100 km², Figura 2.

¹¹ Gutiérrez, González, Zamorano et al. (2005). La cuenca de México y sus cambios demográfico-espaciales, Instituto de Geografía de la UNAM, 17-25, 27-40

Se encuentra rodeada de montañas volcánicas de la edad plio-cuaternaria y considera las sierras siguientes:

- La Sierra Nevada (al SE), en esta se encuentran los volcanes Popocatepetl (5430 msnm) e Iztaccíhuatl (5286 msnm)

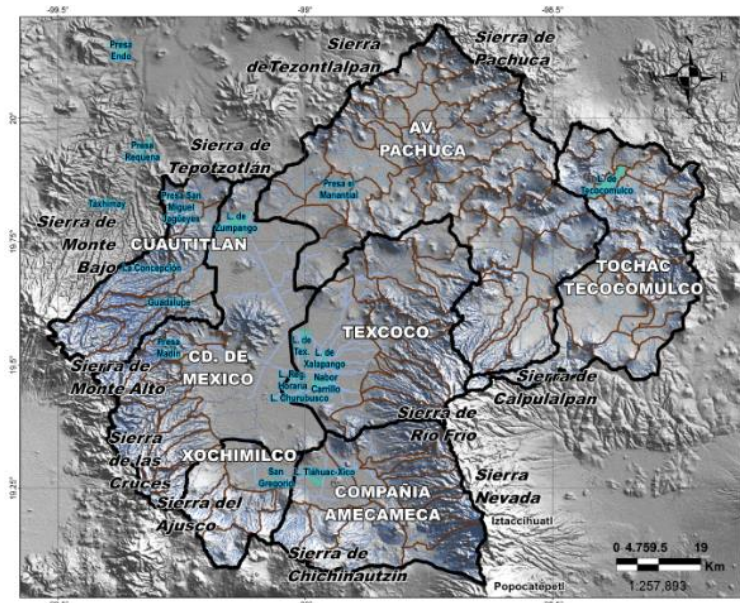


Figura 2. Localización de la cuenca de México. (Eugenio Gómez, 2013, Vol. 4, Núm. 3)

- La Sierra del Chichinautzin representa el límite S y se une al SW con la Sierra del Ajusco.
- La Sierra De las Cruces, Monte Alto y Monte Bajo, continúan al NW.
- La Sierra de Tepetzotlán–Tezontlalpan definen la porción NW.
- Finalmente, las Sierras de Pachuca, Chiconautla y Tepozán lo hacen al N y NE, Figura 3.

La cuenca es de tipo endorreico con desagüe artificial en la actualidad.

Hace un millón de años, en el antiguo valle de México (Figura 4), existía un sistema fluvial que drenaba hacia el sur, integrándose al río Amacuzac. De acuerdo con Mooser (1975), los ríos Cuautla y Cuernavaca integraban la cuenca alta del sistema ya mencionado. El primero de ellos era alimentado por las aguas que descendían de la Sierra Nevada, el segundo drenaba los escurrimientos provenientes de los conjuntos montañosos localizados al N, NE y NW.

Esta se formó al cerrarse el antiguo valle de México, por el sur, como resultado de la actividad volcánica la cual dio origen a la Sierra de Chichinautzin, estructura compuesta por rocas andesítico-basálticas. Este nuevo conjunto montañoso interrumpió el drenaje existente, debido a la acumulación de lavas y productos volcanoclásticos; depósitos que al alcanzar una altura considerable formaron una

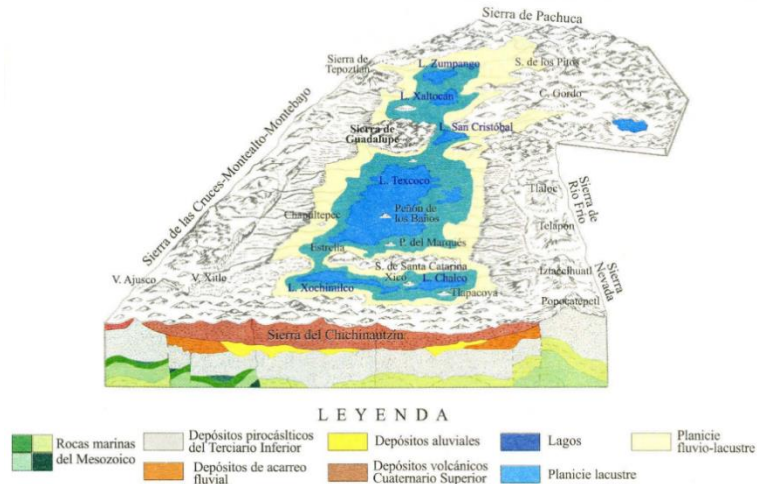


Figura 5. La cuenca de México en el cuaternario superior de acuerdo con Mooser, 1975, modificado por José Juan Zamorano Orozco.

El relieve sobre la superficie terrestre resulta de la interacción de procesos endógenos y exógenos.

- El proceso endógeno, se origina en el interior de la Tierra, producen movimientos de componentes vertical, mismos a los que se atribuye la existencia de elevaciones (montañas) y depresiones (cuenas oceánicas),
- El proceso exógeno, la erosión y deposición (acumulación de sedimentos).

Estos dos factores del proceso exógeno tiendan a desgastar y modelar de manera constante el relieve, suelen presentar rasgos específicos relacionados con procesos actuantes en los diversos ambientes morfogenéticos, este es el campo de la geomorfología y bajo este criterio la cuenca de México ha sido dividida en cuatro unidades del relieve. Figura 6.

- *Relieve montañoso.*
- *Piedemonte*
- *Planicies Proluviales – Lacustre*
- *Planicie lacustre*

Relieve montañoso

Son terrenos elevados que, por su altura, se distinguen de las superficies adyacentes que los limitan, además presentan contrastes altitudinales en distancias cortas y laderas heterogéneas en cuanto a longitud, geometría y orientación. Se les conoce con el nombre de sierras o sistemas montañosos, en función de su continuidad y longitud.

El relieve montañoso es de origen volcánico, su desarrollo abarca del Terciario (Oligoceno Medio), al Cuaternario (Holoceno), durante este periodo se acumularon volúmenes importantes de lavas y piroclastos que llegaron a constituir numerosas elevaciones.

Las elevaciones mayores definieron el parteaguas de la cuenca (divisoria de las aguas), mientras las menores se desarrollaron al interior de la misma, creando cerros y pequeñas sierras que interrumpen la continuidad de la planicie, Figura 6

El tipo de roca es homogéneo (volcánico extrusivo) para todas las montañas que integran la cuenca de México.

Los agentes geomorfológicos, que dan origen al relieve actual en la cuenca de México, son de origen fluvial y glacial.

- Fluvial, es el más común, su influencia está presente en todos los conjuntos montañosos, aunque la intensidad de su acción es distinta se reconoce por el desarrollo de circos erosivos, cárcavas y barrancos, que cortan (disectan) e incluso llegan a interrumpir la continuidad de las montañas.
- Glacial, es resultado del movimiento de una masa de hielo, donde su movilidad es su característica principal; esto hace del glaciar un agente erosivo muy efectivo en donde el desgaste (abrasión), el arranque (plucking) y los pulidos (exaración), son los responsables de la existencia de circos glaciales, valles en forma de “U” y distintos tipos de morrenas, entre otras formas del relieve.

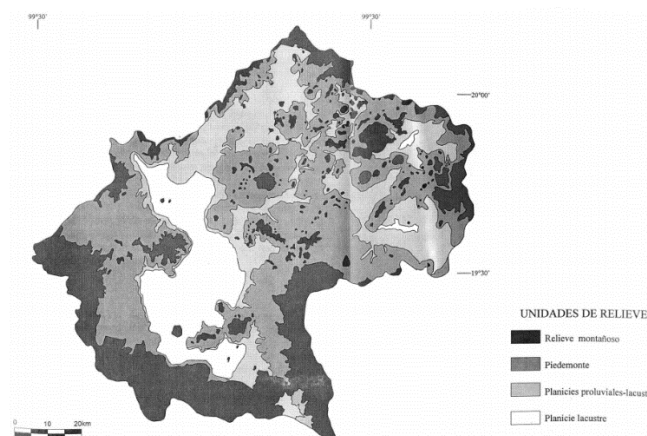


Figura 6. Principales Unidades de Relieve en la Cuenca de México.

Los glaciares son las evidencias más notables y se localizan en las grandes estructuras volcánicas que definen su límite sureste y que, en conjunto, se conocen con el nombre de Sierra Nevada (Popocatepetl, Iztaccíhuatl, Téyotl, Papayo, Telapón y Tláloc; Figura 3.

Esta altitud (elevaciones) compensa su ubicación intertropical y permite la existencia de climas fríos y masas de hielo, la influencia glacial abarcaba áreas extensas y otras montañas de menor altitud como el volcán Ajusco (al SW), que albergó glaciares en su ladera norte, mientras que, en la sur, prevaleció un ambiente periglacial (características climáticas donde es posible el cambio físico de sólido a líquido del agua, en el transcurso de un día), estas condiciones también estuvieron presentes en las partes altas de la Sierra de las Cruces (el límite W). Es importante

mencionar que en la actualidad existe un ambiente glaciario en la cuenca de México, en donde apenas prevalecen condiciones climáticas necesarias para que exista en los volcanes Popocatepetl e Iztaccíhuatl.

Piedemonte

Es una superficie inclinada marginal a las cadenas montañosas que definen sus límites; se presenta en las sierras y en los volcanes aislados que existen en su interior; aunque con distinta inclinación; altitud y extensión, Figura 6.

El origen del pie de monte es complejo, y corresponde a la alternancia de numerosas fases de erosión-sedimentación y volcánica acumulativa.

Los periodos de Erosión-Sedimentación han sido resultado de la actividad glaciaria (con mayor influencia en el Pleistoceno y principios del Cuaternario), fluvial y gravitacional (procesos de ladera).

Los procesos mencionados han contribuido en el desarrollo del piedemonte con los siguientes tipos de sedimentos:

- Glaciares (al ser transportados por la acción de los ríos a posiciones altitudinales menores se conocen como detritos glacio-fluviales);
- Aluviales (transportados por ríos permanentes),
- Proluviales (transportados por ríos estacionales)
- y coluviales (rocas fragmentadas asociadas a caídas o desprendimientos de las laderas).

El desarrollo del Piedemonte depende en gran medida del tiempo que han quedado expuestos los conjuntos montañosos (fuente de los sedimentos) a los distintos procesos de erosión. En la cuenca de México esta idea tiene sentido ya que el piedemonte de mayor desarrollo se asocia a sierras que iniciaron su formación en el Terciario Inferior, es el caso de Las Cruces y Nevada, localizadas al oeste y este, respectivamente. Por otro lado, la estructura más joven, con menos de un millón de años, es la Sierra de Chichinautzin, en ella los procesos modeladores no han sido intensos, este hecho se refleja en la existencia de un incipiente y discontinuo piedemonte localizado en el flanco norte de la misma sierra, Figura 6.

Planicies proluviales lacustres.

Presentan una pendiente que no supera los 5° de inclinación; constituidas por materiales proluviales (transportado por ríos), son acarreados desde el piedemonte para ser depositados en las riberas lacustres, en cuerpos de agua poco profundo o en llanuras de inundación temporal. Las gravillas y las arenas (muy gruesas, gruesas medias, finas y muy finas) son los materiales que predominan en los amplios abanicos que se forman en esta superficie de transición entre el piedemonte y la planicie lacustre, Figura 6.

La expresión morfológica de las planicies proluviales–lacustres en la cuenca de México es muy sutil e incluye superficies subhorizontales, inclinadas, onduladas, cóncavas y escalonadas. En la actualidad, estas características han sido modificadas, ya que la mayor parte de esta superficie está urbanizada y el resto se encuentra en proceso de ocupación del hombre.

Planicie lacustre

Se trata de una superficie casi horizontal, cuya pendiente es inferior a los cuatro grados de inclinación y presenta una altitud promedio de 2240 msnm. La edad de esta forma de relieve se calcula en menos de 700 000 años (Mooser, 1975); su origen se explica a partir de un continuo relleno de todo este territorio, motivado por la aparición de la sierra volcánica Chichinautzin, que fungió como una represa natural. Dicho vaso se azolvó intercalando distintos tipos de materiales, entre los que destacan los proluviales (limos y arenas), los lacustres (arcillas y limos), así como arenas y cenizas volcánicas que al intemperizar generan arcillas altamente compresibles.

2.4 Marco Puntual: Municipio de Naucalpan.

La formación geológica del Municipio de Naucalpan, está compuesta en gran parte de rocas ígneas volcánicas y sedimentarias provenientes del periodo Terciario y en menor medida del periodo Cuaternario.

Cabe agregar que Naucalpan está situado al pie de la sierra de las cruces, la cual está formada por tobas, brecha andesítica, pómez, arena, limos (Santana H., 2011).

En el mapa geológico del Municipio de Naucalpan, figura 7. Se observa una secuencia de rocas en la porción central donde predominan las que constituyen la formación Tarango (T), en ocasiones cubierta por rocas ígneas extrusivas de composición intermedia (Igei) con gran cantidad de estructuras volcánicas sobre todo en la parte oeste del territorio. Hacia el norte, junto con las rocas piroclásticas de la Formación Tarango se encuentran brechas volcánicas (Bv) que marcan el límite con el municipio de Atizapán (Chávez Aguirre, José María. , 2008).

En el cerro del ocotillo, que colinda con el de Moctezuma, al poniente de la FES Acatlán, se encuentra un cuerpo intrusivo de composición intermedia (pórfido andesítico) (Igeii) que ha sido descubierto por la construcción de calles debido al avance urbano y que no aparece en los mapas geológicos que se han hecho de la zona, ni se mencionan en la bibliografía que describe a la Sierra de Las Cruces. Este cuerpo probablemente continúe hacia el norte pues aflora también cerca de la presa Madín en el Municipio de Atizapán; generalmente está coronado por rocas piroclásticas y volcánicas de composición principalmente andesítica y basáltica y se observan sus intrusiones afectando a secuencias de tobas.

Los suelos de origen aluvial y volcánico pertenecen a las partes más bajas del municipio, los suelos superficiales son estratos de material vegetal con espesores aproximadamente de 1 a 2 m. después aparecen suelos pertenecientes a la serie

Clástica Fluvial y Aluvial (es decir, materiales granulares aluviales y depósitos superficiales de color negro y vidrio volcánico) de las formaciones de la Sierra de Las Cruces, La Sierra de Tepozotlán y la Sierra de Guadalupe (Martínez D., 2012).

Al oriente del mapa se delimitan las grietas de Echeagaray y la Florida que afectan a los suelos de los terrenos aluviales con hundimiento de hasta 80 cm., y que pueden provocar desplazamientos en las edificaciones por efecto de sismos. Estas grietas se formaron debido a la extracción del agua del subsuelo, tienen orientación E-W y longitudes que superan los 1000 m (Chávez Aguirre, José María. , 2008).

Cabe comentar que las Tobas de Formación Tarango fueron motivo de explotación indiscriminada durante varios años por su similitud con las arenas y formaron parte de los materiales de construcción de la Ciudad de México durante su expansión hacia el norponiente de la Cuenca. Esta explotación subterránea sin control dejó gran cantidad de extensas cavidades ocultas, que actualmente constituyen un riesgo para las construcciones, pues su falta de ubicación provoca que se descubran demasiado tarde y por consiguiente las edificaciones sufren daños en sus elementos estructurales provocando en algunos casos su colapso (Ángeles B., 2014).

Formaciones geológicas del municipio	
Nomenclatura	Descripción
al	Suelos aluviales
ar-T	Arena tobácea
Bv	Brecha volcánica
Igei	Ígnea extrusivo intermedio (andesita),
Igii	Ígnea intrusivo intermedio (Porfido andesítico cubierto por basaltos y dacitas),
T	Formación Tarango (Abanicos volcánicos: Lahares, flujos piroclásticos, ignimbritas, tobas, pómez, depósitos fluviales)

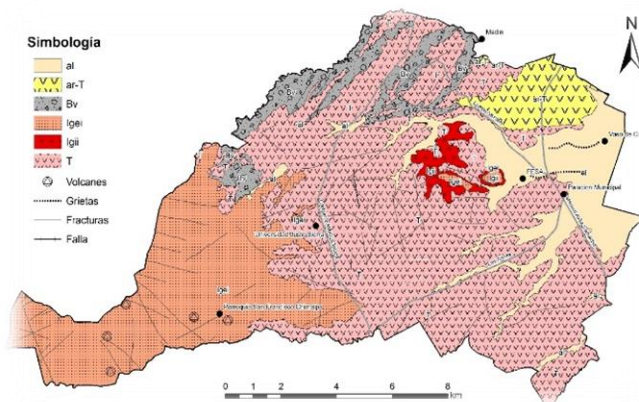


Figura 7. Mapa Geológico del Municipio de Naucalpan de Juárez. (Chávez, 2008; Ángeles, 2015).

De acuerdo al trabajo de (Rivera D., Arce C. y Martínez D. , 2011) y con base en la información disponible sobre estudios de mecánica de suelos se pueden diferenciar dos zonas dentro de la región, sin fijar límites precisos: Zona I (o pétreo) y Zona II (de transición). La zona I, está constituida básicamente por suelos de origen volcánico, en donde, de manera general se puede establecer que este tipo de suelo prevalece en los distritos del norte y centro del municipio; la Zona II está constituida por depósitos aluviales y fluviales interpuestos con suelos de origen volcánico, los cuales aparentemente predominan en los límites del municipio con la Ciudad de México.

Los siguientes mapas muestran la geomorfología, pendientes y elevaciones del municipio de Naucalpan, como área de estudio para conocer las condiciones de riesgo y vulnerabilidad ante fenómenos naturales y antropogénicos lo que permitirá tener una visión de las condiciones de exposición en la que se encuentra el espacio urbano, figura 8, 9 y 10.

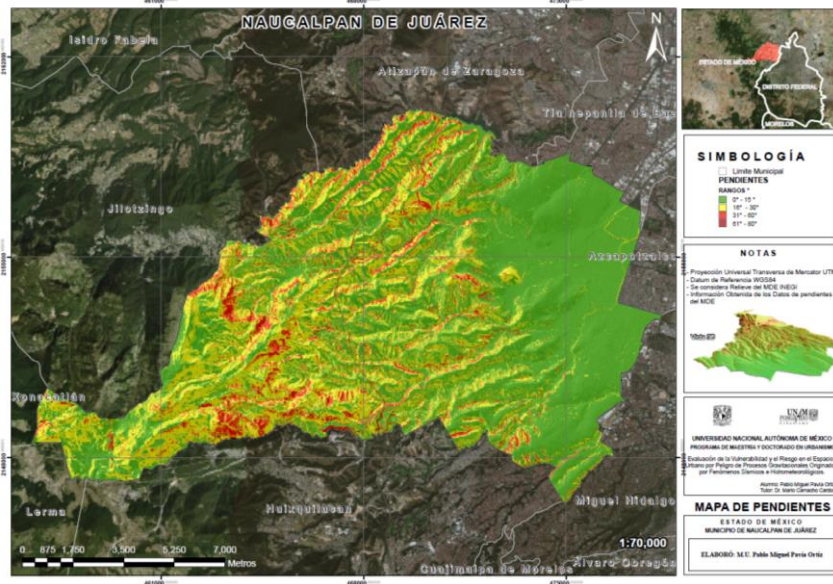


Figura 8. Mapa de Pendientes del Municipio de Naucalpan. Elaboración propia.

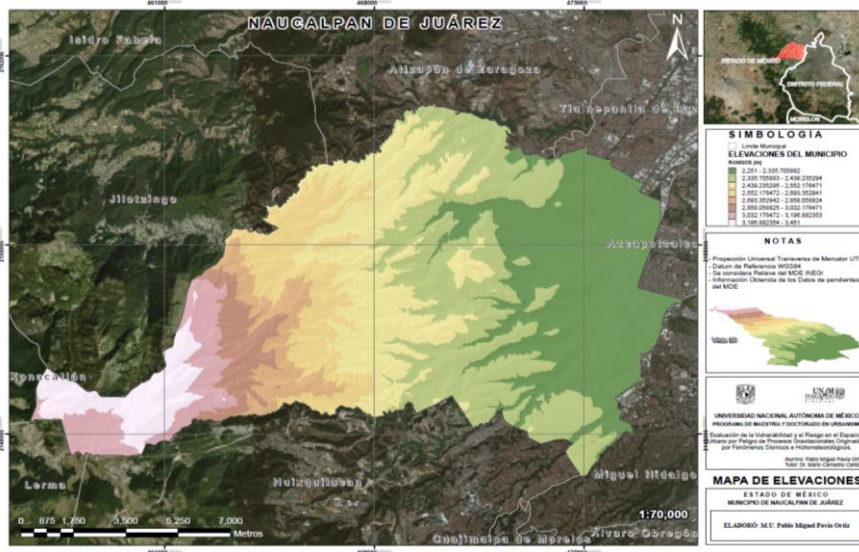


Figura 9. Mapa de Elevaciones del Municipio de Naucalpan. Elaboración propia.

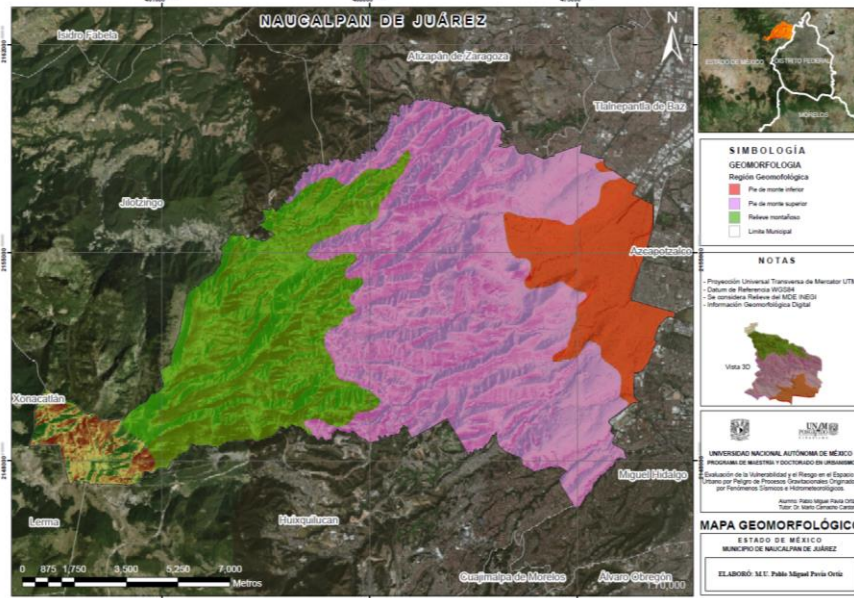


Figura 10. Mapa de Regiones Geomorfológicas del Municipio de Naucalpan. Elaboración propia.

En la actualidad esta zona se encuentra en un desequilibrio de su balance natural de autoregulación, debido a las continuas transformaciones que el relieve tiene como consecuencia del crecimiento urbano en el municipio de Naucalpan, figura 11. Esta situación se refleja en una dinámica exógena, asociado a la evolución del relieve, que en algunos casos tienen un carácter catastrófico como: susceptibilidad sísmica y volcánica; presencia de fallas activas, subsidencias del terreno, inundaciones, grietas y procesos gravitacionales.

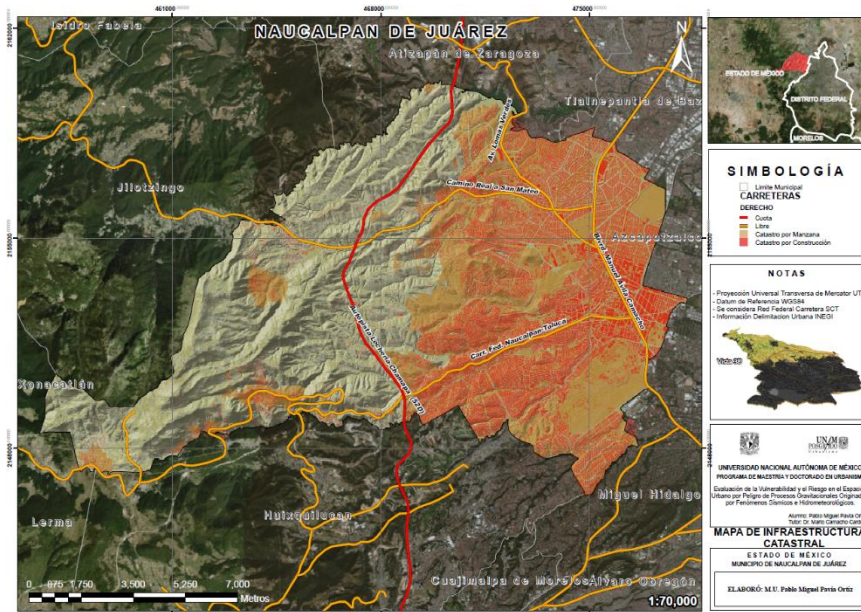


Figura 11. Mapa Catastral (Crecimiento Urbano) en el Municipio de Naucalpan. Elaboración propia

EL Municipio de Naucalpan como otros del Estado de México, forman parte de la provincia geológica más extensa de la República Mexicana, el Cinturón Volcánico Mexicano, localizado, como su nombre lo indica, en las faldas volcánicas, en la parte central del país, por lo que está expuesto a una gran actividad sísmica, entre los que destacan sismos de subducción que se generan en la costa del pacífico y sismos de tipo cortical originados en Acambay (Rivera Darío A. C., 2013).

2.5 Clima, Temperatura y Precipitación

2.5.1 Clima

En el Municipio de Naucalpan, el clima es templado subhúmedo, se puede distinguir tres sub-tipos de climas diferenciados por la humedad y la temperatura, la humedad media es de 44.4%, templado subhúmedo con lluvias en verano, la mayor humedad es de 41.27% y semifrío subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad (14.33%).

El clima distribuido en el municipio es templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media, y distribuido en el territorio como se muestra en la tabla 1, y figura 12.

Tabla 1. Distribución de tipo de clima y porcentaje de superficie.

TIPO DE CLIMA	SIGNIFICADO	% DE SUPERFICIE
C (w1)	Templado subhúmedo con lluvias en verano	47%
C (w2)	Templado subhúmedo con lluvias en verano de mayor humedad	41%
C (E) (w2)	Templado semifrío subhúmedo con lluvias en verano	12 %

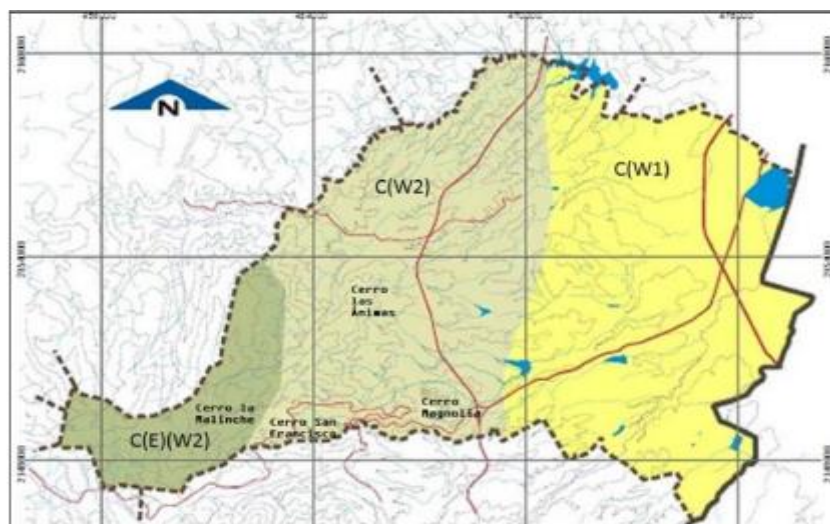


Figura 12. Distribución del clima en el municipio de Naucalpan, Fuente: IGCEM, Aspectos Geográficos de Naucalpan de Juárez, 2018.

2.5.2 Temperatura

La temperatura media anual de 15°C, con una mínima de 3.4°C y una temperatura máxima de 32.5°C. Tablas 2

El rango promedio de temperatura oscila entre los 8° - 18° grados centígrados.

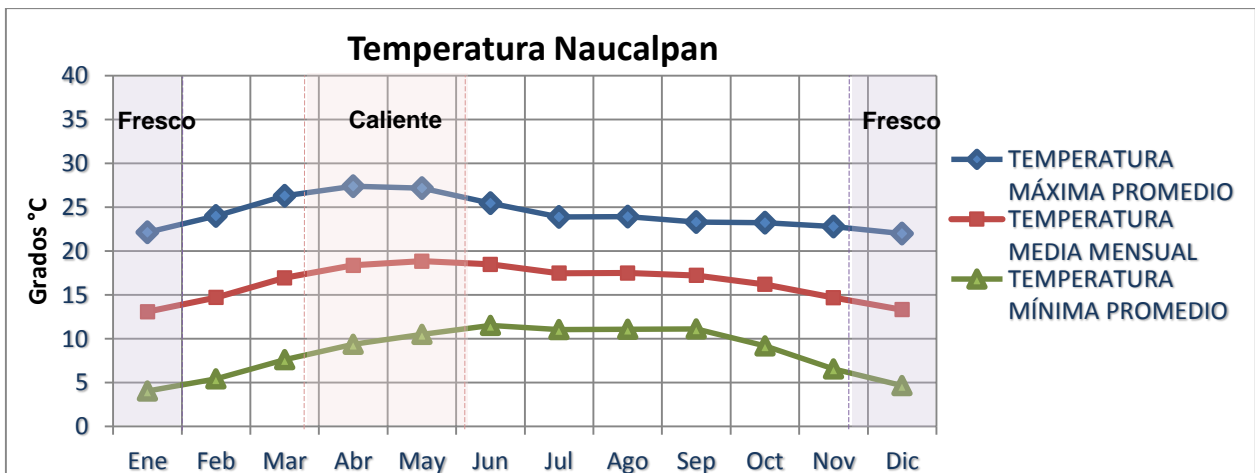
La precipitación pluvial oscila entre los 600 – 1,300 mm.

Tablas 2. Temperatura máxima y mínima en el municipio de Naucalpan. Datos de la CONAGUA.

TEMPERATURA MÁXIMA PROMEDIO					
AÑO	15058	15059	15077	15127	Promedio
Enero	23.08	22.54	20.6	22.29	22.13
Febrero	24.9	24.43	22.45	24.22	24
Marzo	27.33	26.67	24.8	26.34	26.29
Abril	28.33	27.69	26.16	27.4	27.4
Mayo	27.91	27.54	25.71	27.57	27.18
Junio	26.28	25.73	23.96	25.83	25.45
Julio	24.75	24.2	22.46	24.17	23.9
Agosto	24.88	24.18	22.44	24.17	23.92
Septiembre	24.47	23.55	21.85	23.42	23.32
Octubre	24.6	23.31	21.6	23.38	23.22
Noviembre	23.91	23.12	21.15	23.02	22.8
Diciembre	22.82	22.39	20.53	22.29	22.01

TEMPERATURA MÍNIMA PROMEDIO					
AÑO	15058	15059	15077	15127	Promedio
Enero	3.93	5.29	3.24	3.7	4.04
Febrero	5.73	6.48	4.38	5.09	5.42
Marzo	8.34	8.63	6.29	7.14	7.6
Abril	9.47	10.57	8.22	9.15	9.35
Mayo	10.2	11.8	9.46	10.49	10.49
Junio	10.74	12.7	10.82	11.76	11.51
Julio	10.32	11.99	10.48	11.38	11.04
Agosto	10.49	11.92	10.57	11.37	11.09
Septiembre	10.5	11.97	10.64	11.27	11.1
Octubre	9.21	9.93	8.18	9.44	9.19
Noviembre	7.06	7.36	5.39	6.4	6.55
Diciembre	4.34	5.75	3.93	4.52	4.64

La gráfica 1, muestra la temperatura promedio máxima, mínima, así como la media mensual del municipio de Naucalpan. La gráfica nos expone un promedio general de la temperatura de todo el municipio obteniendo los datos de las 4 estaciones climatológicas que actualmente se encuentran en operación Molinito (clave:15058), Molino Blanco (clave:15059), Presa Totolica (clave:15077) y Totolica San Bartolo (clave:15127).



Gráfica 1. La temperatura máxima (línea azul) y la temperatura mínima (línea verde). Elaboración propia.

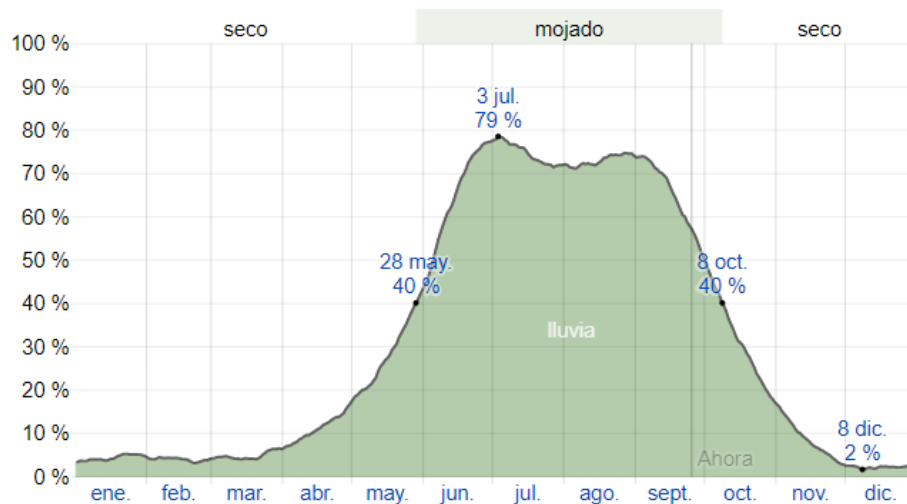
2.5.3 Precipitación Estacional

La probabilidad de días mojados en Naucalpan de Juárez varía muy considerablemente durante el año.

La temporada más mojada dura 4.4 meses, de 28 de mayo a 8 de octubre, con una probabilidad de más del 40 % de que cierto día será un día mojado. La probabilidad máxima de un día mojado es del 79 % el 3 de julio.

La temporada más seca dura 7.6 meses, del 8 de octubre al 28 de mayo. La probabilidad mínima de un día mojado es del 2 % el 8 de diciembre.

Entre los días mojados, distinguimos entre los que tienen solamente lluvia, solamente nieve o una combinación de las dos. En base a esta categorización, el tipo más común de precipitación durante el año es solo lluvia, con una probabilidad máxima del 79 % el 3 de julio. Grafica 2.



Gráfica 2. El porcentaje de días en los que se observan diferentes tipos de precipitación, Fuente: Gaceta Municipal, Año 1/ Gaceta oficial No. 4/ 29 de marzo de 2019.

2.5.2 Precipitación Extraordinaria (ciclones y tormentas)

Las precipitaciones intensas son eventos hidrometeorológicos extremos de gran intensidad, baja frecuencia temporal y aparente distribución espacial irregular, que provocan peligros naturales de tipo geomorfológico, como procesos de erosión superficial, movimientos de masa, inundaciones fluviales, y cambios en los cauces y en las llanuras aluviales, que desencadenan desastres, afectando a poblaciones, viviendas e infraestructuras.

La intensidad de lluvia depende de su duración. Cuando la intensidad de lluvia excede a la capacidad de filtración del suelo se presenta el escurrimiento superficial que puede dar lugar a inundaciones en las partes más bajas.

En el municipio de Naucalpan, de acuerdo con los registros de las estaciones meteorológicas, los meses con mayor número de días lluviosos son de junio a

septiembre. Los días lluviosos en estos meses oscilan de 16 a 24 días, siendo los meses de junio y agosto con mayor número de días lluviosos.

En el periodo de días lluviosos, las estaciones meteorológicas reportan una precipitación pluvial mensual que oscila de 141.50 mm a 240.60 mm, en donde se llegan a registrar precipitaciones máximas mensuales de 242.60 mm hasta 458.70 mm; de esta manera, la precipitación acumulada durante este periodo fluctúa de 625.80 mm hasta 801.80 mm, esta cantidad de lluvia llega a representar desde un 73% hasta un 78% del total de la lluvia anualmente recibida en la superficie territorial del municipio.

En el análisis Histórico de las estaciones meteorológicas se detectó precipitaciones diarias mayores a los 70 mm, que corresponden a ciclones. Tabla 3 y figura 13.

Tabla 3. Eventos climatológicos que afectaron al municipio de Naucalpan produciendo una precipitación mayor o igual a 70 mm. Elaboración propia.

Estación		Precipitación	Fecha	Fenómeno	Fecha del Fenómeno
Nombre	Clave	mm			
MOLINITO	15058	75.5	31/08/1970	Ciclón Tropical Norma generado en el Océano Pacífico	31/08/70 y 06/09/70
MOLINITO	15058	70	12/07/1983	Tormenta Tropical Dalilia y Tormenta Tropical Erick	08/07/83 y 12/07/83
MOLINITO	15058	89.7	02/08/1990	Tormenta Tropical Cesar generado en el Océano Atlántico	31/08/90 y 07/08/90
MOLINITO	15058	78.5	16/07/1995	Huracán Bárbara	07/07 a 18/07
MOLINITO	15058	124.3	15/08/2000	Tormenta tropical Beryl y Huracán Alberto	13-15/08/00 y 3-23/08/00
MOLINITO	15058	85	30/10/2009	Huracán Rick	15-21/10/09
MOLINITO	15058	99.8	07/08/2010	Tormenta tropical Estelle	05-10/08/2010
MOLINITO	15058	96.5	03/07/2011	Tormenta tropical Arlene	28/06 a 01/07/2011
MOLINO BLANCO	15059	70.3	25/06/1980	-	-
MOLINO BLANCO	15059	77.4	12/07/1983	Tormenta Tropical Dalilia y Tormenta Tropical Erick	08/07/83 y 12/07/83
MOLINO BLANCO	15059	73	29/07/1987	Ciclón Tropical Eugene	22-27/07/1987
MOLINO BLANCO	15059	89.5	30/06/1995	-	-
MOLINO BLANCO	15059	80	16/09/1998	-	-
MOLINO BLANCO	15059	85.5	30/10/2009	Huracán Rick	15-21/10/09
PRESA TOTOLICA	15077	81.6	07/09/1984	Tormenta Tropical Arthur y Huracán Diana	28/08 a 06/09/84 y 08/09 a 16/09/84
PRESA TOTOLICA	15077	109.6	-	Ciclón Tropical Hernan generado en el Océano Pacífico	30/09 a 04/10/1996
TOTOLICA SAN BARTOLO	15127	100	25/06/1980	-	-
TOTOLICA SAN BARTOLO	15127	70	12/07/1983	Tormenta Tropical Dalilia y Tormenta Tropical Erick	08/07/83 y 12/07/83
TOTOLICA SAN BARTOLO	15127	75	29/09/1987	Ciclón Tropical Norma generado en el Océano Pacífico	14-23/09/1987
TOTOLICA SAN BARTOLO	15127	70	01/08/1990	Ciclón Tropical Diana generado en el Océano Atlántico	02-08/08/1990

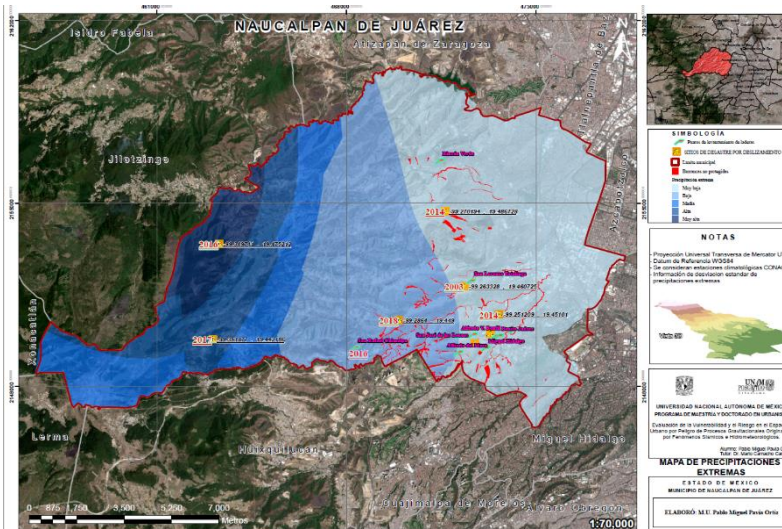


Figura 13. Mapa de precipitaciones extremas. Elaboración propia

2.6 Hidrología.

Pertenciente a la Región Hidrológica No. 26, Pánuco, Cuenca Río Moctezuma, el municipio cuenta con seis ríos entre los que destacan el San Lorenzo Totolinga, Los Remedios y Río Hondo, siete presas (las más importantes; Totolinga en la comunidad de los Cuartos, Las Julianas, San Miguel Tecamachalco, Loma Colorada, los Arcos y El Sordo, doce manantiales, tres acueductos entre los cuales destaca el Acueducto de los Remedios y finalmente, tiene un cuerpo de agua perenne que es la Presa Madín. Figura 14.

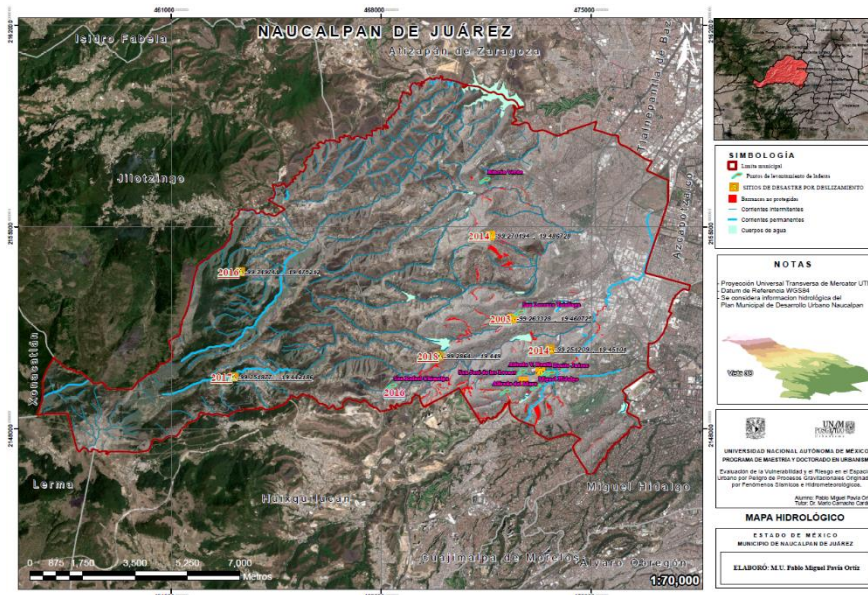


Figura 14. Mapa hidrológico del municipio de Naucalpan Elaboración propia

CAPÍTULO 3. GEOLOGÍA, GEOMORFOLOGÍA Y PROCESOS DE LADERA

3.1 Mapa Geológico del Municipio de Naucalpan

El Mapa Geológico se obtiene de un Proyecto de investigación de la FES Acatlán, donde en base a un estudio en campo se realizó un recorrido de reconocimiento geológico y se representó geográficamente, se pueden apreciar las diversas formaciones Geológicas a lo largo del territorio del Municipio de Naucalpan de Juárez, donde predomina la formación Tarango, conociéndose a esta como a todos aquellos depósitos de clastos y asentamientos de origen aluvial que se fueron depositando en el lugar a través del tiempo geológico, la segunda más predominante son los de tipo Ígneo Extrusivo, sin embargo, éste solo se ubica en la zona montañosa del municipio, lo tercero que predomina son los suelos aluviales, que son característica de la geología de la CDMX y por lo tanto, en su colindancia con el Municipio de Naucalpan de Juárez, también se tiene esta misma característica figura 15.

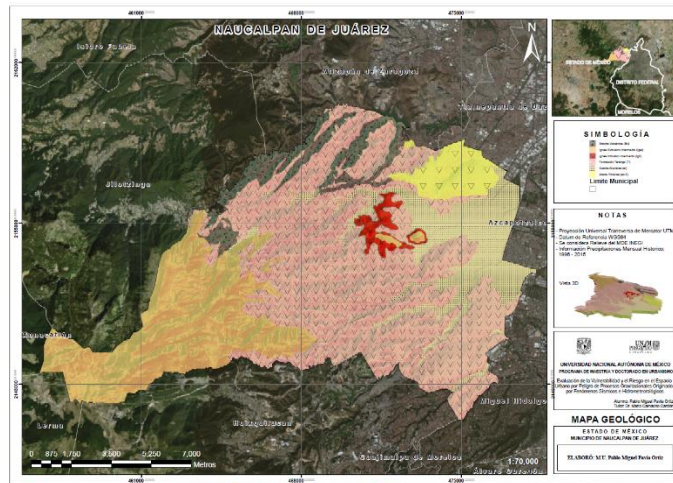


Figura 15. Mapa Geológico. (Chávez, 2008; Ángeles, 2015).

3.2 Mapas Morfométricos: Elevaciones, Pendientes, Método y su interpretación.

3.2.1 Mapa de Elevaciones del Municipio de Naucalpan

El mapa presentado se realizó, tomando como insumo base la información obtenida del Continuo de Elevaciones Mexicano (CEM) del INEGI, donde se descarga el Modelo Digital de Elevaciones (MDE en msnmm) por Entidad Federativa a una resolución espacial de 5m x 5m por pixel, figura 16.

Se realiza el proceso de extracción con una herramienta de un software de SIG (ArcGIS), donde se delimita el municipio de Naucalpan en el MDE y se extrae del modelo dicha zona, figura 17.



Figura 16. Modelo Digital de Elevaciones del Estado de México.

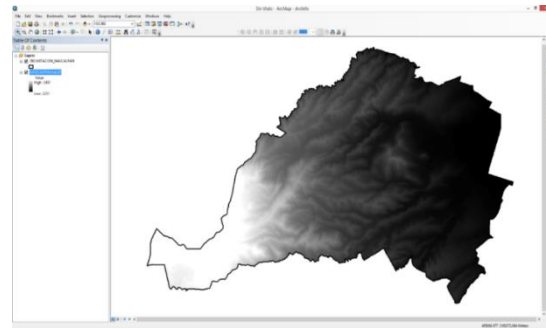


Figura 17. Modelo Digital de Elevaciones del Municipio de Naucalpan

Ya teniendo un nuevo MDE exclusivamente del Municipio de Naucalpan de Juárez, se realiza la aplicación de una simbología adecuando rangos por color (color verde la zona más baja, color blanco la zona más alta) y Elevación en metros, dando como resultado el Mapa de Elevaciones del Municipio de Naucalpan de Juárez, en tamaño A3 y a una escala de 1: 70,000.

Dentro de la zona del Municipio se tiene que, la elevación en la parte más baja es de 2251 msnmm. y en la parte más alta es de 3451 msnmm. Figura 18.

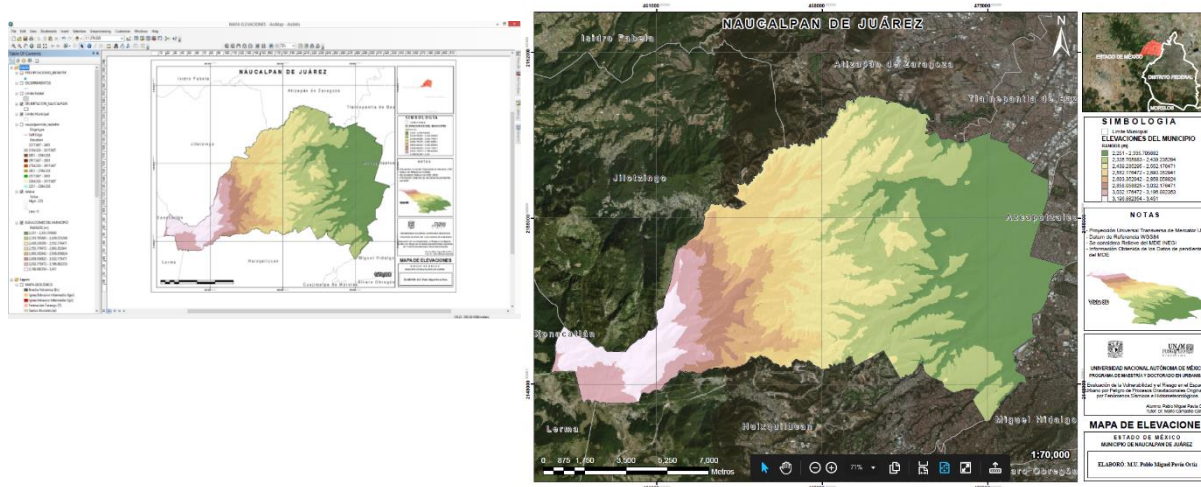


Figura 18. Simbología del Modelo Digital de Elevaciones del Municipio de Naucalpan.

3.2.2 Mapa de Pendientes del Municipio de Naucalpan

Para la elaboración de éste mapa se hizo uso del MDE obtenido del INEGI, ya delimitado y ajustado al Municipio de Naucalpan. Con uso de una Herramienta de Relieve del Software de SIG (ArcGIS) y tomando como insumo el MDE, figura 16.

Se realiza el cálculo de las Pendientes, dando como resultado valores de pendientes en grados.

Por último, se le da formato visual a la información obtenida y se le colocan rangos para su interpretación, figura 19.

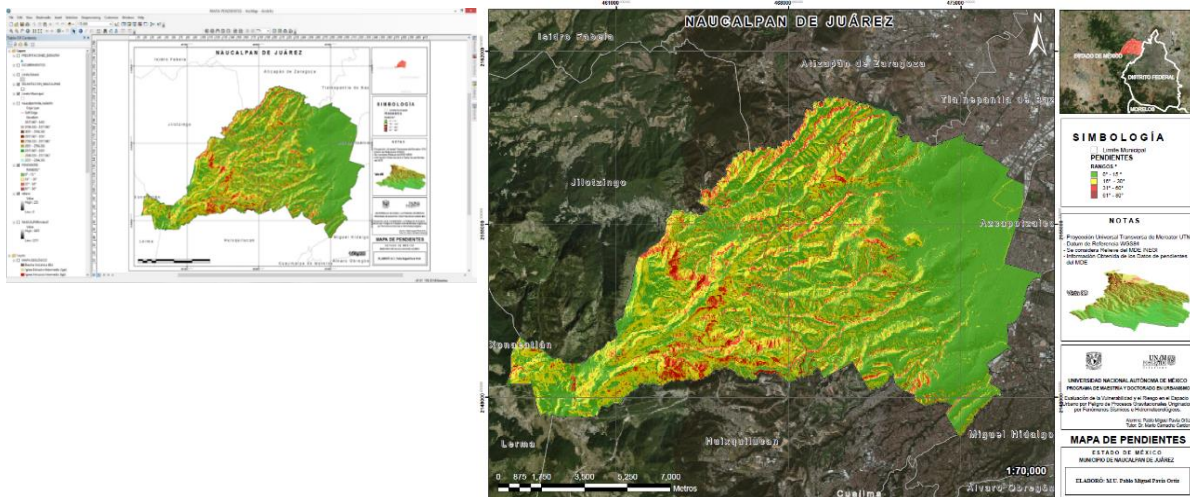


Figura 19. Cálculo de Pendientes del Municipio de Naucalpan. Elaboración propia.

En el Municipio de Naucalpan de Juárez, existen pendientes que van de los 0 a los 80 grados de inclinación. Como Resultado del proceso se tiene el Mapa de Pendientes del Municipio de Naucalpan, en tamaño A3 y a una escala de 1: 70,000.

3.3 Geomorfología: Método e interpretación

3.3.1 Mapa Geomorfológico del Municipio de Naucalpan

El mapa Geomorfológico se obtuvo en base a la información proporcionada por el Instituto de Geografía de la UNAM, dicha información contenía archivos shape de la zona de Estudio (Municipio de Naucalpan de Juárez). Figura 20.

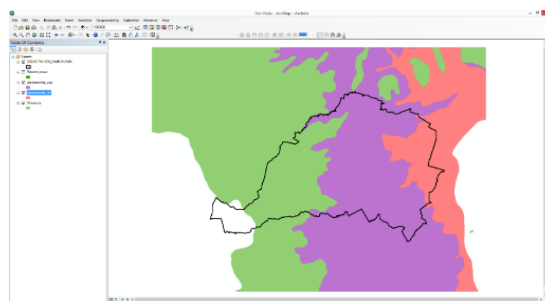


Figura 20. Shape de Información Geomorfológica

Con el uso de un Software de SIG (ArcGIS), se realizó la visualización, formato y edición espacial de dicha información geográfica, que contenía las formaciones Geomorfológicas existentes (Montaña, Pie de monte superior y pie de monte

inferior) y se le aplica simbología representativa, como resultado de esto se tiene el Mapa Geomorfológico del Municipio de Naucalpan de Juárez, en tamaño A3 y a una escala de 1: 70,000. Figura 21.

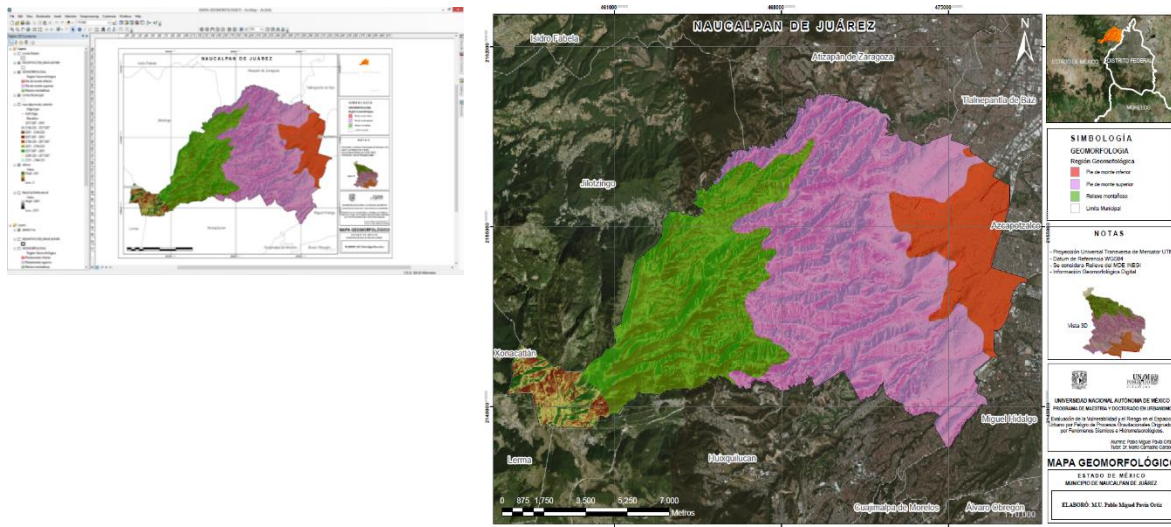


Figura 21. Geomorfología del Municipio de Naucalpan. Elaboración propia.

3.4 Procesos de Laderas

Los procesos de laderas son procesos geo-dinámicos que tienen lugar en la superficie terrestre (lugar de ocupación y desarrollo de las principales actividades humanas) modificando más o menos bruscamente sus condiciones, están entre los riesgos de origen geológico más extendidos en el mundo. Causan cada año miles de millones de dólares de pérdidas y miles de muertos y heridos.

Las caídas, deslizamientos, flujos, etc. representan un componente importante en muchos grandes desastres y son los responsables de pérdidas que en numerosas veces no se les imputan. Así, no es extraño que el daño producido por movimientos de masas de suelo habitualmente sea incluido en los informes de pérdidas de los procesos que los desencadenaron. Estos generalmente son los sismos, las lluvias intensas o prolongadas y la actividad volcánica.

A pesar de los avances en el reconocimiento, predicción, medidas preventivas y sistemas de emergencia, (Schuster, R.L. y Fleming, R.W., 1986) exponen que la actividad de los movimientos de ladera en el mundo va en aumento. Se espera que esta tendencia continúe a lo largo del siglo próximo. Según este autor, los factores causantes del aumento en la actividad son la creciente urbanización y desarrollo en áreas expuestas a deslizamientos potenciales, y el aumento en la precipitación regional debido a cambios climáticos. Todos estos condicionantes son extrapolables a nuestro país.

La valoración de los daños y pérdidas económicas y/o sociales debidas a los movimientos de ladera (caídos, deslizamiento, flujos, etc.) se realiza generalmente a partir de los desastres ya ocurridos, una vez se han producido los daños. Esta situación es consecuencia de la gran dificultad que entraña, en comparación con otros tipos de riesgos geológicos, la evaluación de la peligrosidad de los movimientos de ladera y sobre todo, la evaluación de la vulnerabilidad o grado de daño potencial que pueden causar los procesos gravitacionales según el tipo y características de los elementos que pueden ser afectados (población, infraestructura, edificios singulares, personas, bienes, etc.).

La gran variedad de tipologías de proceso gravitacionales y el gran número de factores que los condicionan y desencadenan, son aspectos que definen igualmente la dificultad de su estudio. Durante los últimos años, los diferentes grupos de investigación nacional e internacional han centrado sus esfuerzos en la prevención de los fenómenos y la mitigación de sus daños, consiguiendo avances importantes en lo referente a la definición de zonas susceptibles y, en el mejor de los casos, a la evaluación de la peligrosidad espacial de una forma cualitativa. No obstante, no se ha avanzado de igual forma en la evaluación del riesgo, debido precisamente a la dificultad de evaluar cuantitativamente la peligrosidad y la vulnerabilidad.

3.4.1 Clasificación

Los procesos gravitacionales involucran el movimiento de los materiales formadores de las laderas bajo la influencia de la gravedad y sin la asistencia primordial de algún agente de transporte fluido (Brunsden, 1979). Términos como "procesos gravitacionales", "procesos de ladera" y "movimientos de ladera" son empleados correcta y ampliamente como sinónimo de los procesos de remoción. Sin embargo, existen muchos argumentos en cuanto a los tipos de procesos que deben incluirse dentro de este término, por lo que cada autor o cada escuela opta por una clasificación propia (Ladd, 1935; Sharpe, 1938; Ward, 1945; Varnes, 1958 y 1978; Hutchinson, 1968; Zaruba y Mencl, 1969; Crozier, 1973; Coates, 1977; Brunsden, 1979; Selby, 1993; Dikau *et al.*, 1996, entre otros).

Una clasificación de los procesos de remoción de masa aceptada y aplicada a nivel internacional es la ofrecida por el programa EPOCH (1993), el cual a partir de la clasificación de Varnes (1978) y Hutchinson (1988), elabora una diferenciación entre el tipo de movimiento (desprendimientos, vuelcos o desplomes, deslizamientos, expansiones laterales, flujos y movimientos complejos) y los materiales formadores, los cuales pueden ser rocas, detritos o derrubios y suelos. Tabla 4.

Tabla 4. Clasificación de los Procesos de Ladera.

Mecanismo de Movimiento	Tipo de material involucrado			
	Tipo	Roca (rock)	Derrubios (debris)	Suelo (soil)
Desprendimientos (<i>fall</i>)		Caída o desprendimiento (<i>rockfall</i>)	Caída o desprendimiento (<i>debris fall</i>)	Caída o desprendimiento (<i>soil fall</i>)
Vuelco o desplome (<i>topple</i>)		Vuelco o desplome de rocas (<i>rock topple</i>)	Vuelco o desplome de rocas (<i>debris topple</i>)	Vuelco o desplome de rocas (<i>soil topple</i>)
Deslizamiento rotacional (<i>rotational slide</i>)		Individual (<i>simple</i>) Múltiple (<i>multiple</i>) Sucesivo (<i>successive</i>)	Individual (<i>simple</i>) Múltiple (<i>multiple</i>) Sucesivo (<i>successive</i>)	Individual (<i>simple</i>) Múltiple (<i>multiple</i>) Sucesivo (<i>successive</i>)
Deslizamiento translacional o de bloques-no toracional (<i>traslational slide, non-rotational</i>)		Deslizamiento de roca en bloque (<i>block slide</i>)	Deslizamiento de derrubios en bloque (<i>block slide</i>)	Deslizamiento translacional de suelos (<i>slab slide</i>)
Deslizamiento planar		Deslizamiento de rocas (<i>rock slider</i>)	Deslizamiento de derrubios (<i>debris slide</i>)	Coladas de barro (<i>mudslide</i>)
Flujos (<i>flow</i>)		Flujos de rocas (<i>rock flow</i>)	Corrientes de derrubios (<i>debris show</i>)	Flujos de tierra arena o suelo (<i>soil spreading</i>)
Expansión lateral (<i>lateral spreading</i>)		Expansiones laterales en rocas (<i>rock spreading</i>)	Expansiones laterales en derrubios (<i>debris spread</i>)	Expansiones laterales en suelos (<i>soil spreading</i>)
Complejo (<i>complex</i>)		Ejemplo: Alud de rocas (<i>rock avalanche</i>)	Ejemplo: Flujo deslizante (<i>flow slide</i>)	Ejemplo: Rotación con flujo de tierras (<i>slump-earthflow</i>)

Los procesos gravitacionales, como todos los movimientos en masa, involucran el movimiento, pendiente abajo de los materiales que componen la ladera, figura 22, bajo la influencia de la gravedad y pueden ser disparados por lluvias, sismos y actividad humana.



Figura 22. Deslizamiento, en calle San Isidro en la colonia granjas

3.4.2 Partes de un Deslizamiento y Términos

Es importante conocer nombres de las partes que conforman un deslizamiento por lo que a continuación se describen a detalle, figura 23.

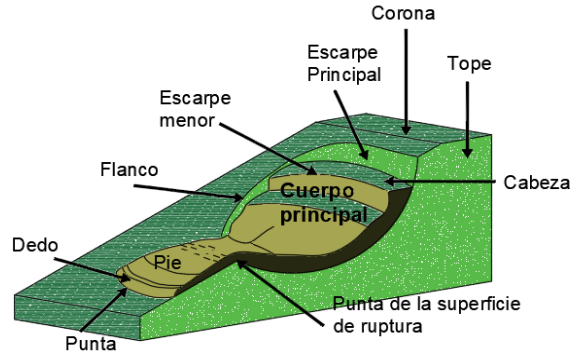


Figura 23. Partes de un deslizamiento (Varnes, 1978)

Corona: sector de la ladera que no ha fallado y localizada arriba del deslizamiento.

Escarpe principal: localizada en el límite del deslizamiento y originada por el material desplazado de la ladera. Si este escarpe se proyecta bajo el material desplazado se obtiene la superficie de ruptura.

Escarpe menor: superficie de pendientes muy fuerte en el material desplazado y producida por el movimiento diferencial dentro de este material.

Punta de la superficie de ruptura: la intersección (algunas veces cubierta) de la parte baja de la superficie de ruptura y la superficie original del terreno.

Cabeza: la parte superior del material desplazado a lo largo de su contacto con el escarpe principal.

Tope: el punto más alto de contacto entre el material desplazado y el escarpe principal.

Cuerpo principal: la parte del material desplazado que sobreyace la superficie de ruptura localizada entre el escarpe principal y la punta de la superficie de ruptura.

Flanco: lado del deslizamiento.

Pie: la porción del material desplazado que descansa ladera abajo desde la punta de la superficie de ruptura.

Dedo: el margen del material desplazado más distante del escarpe principal.

Punta: el punto en el pie más distante del tope del desplazamiento

Los términos relacionados con el contenido de humedad son importantes ya que el agua juega un papel trascendental en los deslizamientos ya que el alto contenido en algunos suelos los vuelve totalmente inestables y en suelos urbanos provoca desastres.

Seco: no hay humedad visible.

Húmedo: contiene algo de agua, pero no en estado libre, se comporta como un sólido plástico y no como un fluido.

Mojado: contiene suficiente agua para comportarse como un fluido, el agua fluye del material o forma depósitos significativos (charcos, lagunas).

Muy Mojado: contiene suficiente agua para fluir como un líquido viscoso en pendientes bajas.

3.4.3 Tipos de Movimientos Observados y Registrados en el Municipio

Como ya se mencionó en la tabla 4, los deslizamientos se pueden presentar con diferentes mecanismos de movimiento y diferente tipo de material involucrado, para este caso de estudio y por las características geológicas y geomorfológicas solo se analizarán desprendimientos o caídas, deslizamientos y flujos.

Los desprendimientos o caídas: son movimientos en caída libre de distintos materiales tales como rocas, detritos o suelos. Este tipo de movimiento se origina por el desprendimiento del material de una superficie inclinada, el cual puede rebotar, rodar, deslizarse o fluir ladera abajo posteriormente. El material considerado no incluye las pequeñas partículas, resultado del intemperismo. Estos movimientos son definidos con base en el material involucrado, por lo que se clasifican de manera general en caídas o desprendimiento de rocas (rock falls), caídas o desprendimiento de detritos (debris falls) y caídas o desprendimientos de suelos (soil falls). Estos movimientos ocurren en laderas fuertemente inclinadas, tanto de tipo natural como artificial. Figura 24



Figura 24. Caída de rocas.

Los deslizamientos son movimientos ladera abajo de una masa de suelo, detritos o roca, la cual ocurre sobre una superficie reconocible de ruptura. Con frecuencia, la formación de grietas transversales es la primera señal de la ocurrencia de este tipo de movimientos, las cuales se localizan en la zona que ocupara el escarpe principal. La superficie de ruptura define el tipo de deslizamiento, por lo que las superficies curvas, cóncavas o en forma de cuchara se asocian a deslizamientos rotacionales, las superficies de ruptura semiplanas u onduladas a los movimientos translacionales.

En los deslizamientos rotacionales, los bloques ubicados en la parte superior se inclinan hacia atrás, el escarpe principal regularmente es vertical, la masa desplazada se acumula ladera abajo y su deformación interna es de muy bajo grado. La velocidad y extensión de este tipo de movimientos es muy variable. Figura 25



Figura 25. Deslizamiento Rotacional. Elaboración propia.

Los deslizamientos translacionales son menos profundos que los rotacionales, y al igual que los planos, involucran un movimiento paralelo a la superficie, el cual está en gran medida controlado por superficies de debilidad de los materiales formadores. Figura 26.



Figura 26. Deslizamiento Translacional. Elaboración propia.

Los flujos: son movimientos espacialmente continuos, en los que las superficies de cizalla son muy próximas, de poca duración y, por consiguiente, difíciles de Observar. *El movimiento de los flujos es muy parecido al de un fluido viscoso,* razón por la que la distribución de velocidades no es homogénea y origina la formación de

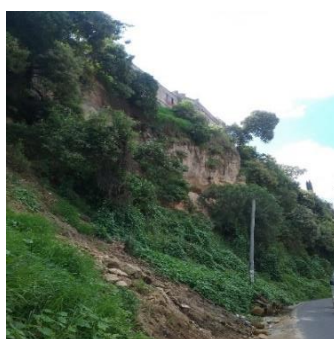
l6bulos a partir del predominio del movimiento intergranular. Los flujos envuelven todos los tipos de materiales disponibles y se clasifican con base en su contenido, por tanto, se dividen en flujos de rocas (rock flows), flujos o corrientes de derrubios (debris flows) y flujos de arena o suelo (soil flows). Figura 27.



Figura 27. Flujo. Elaboraci6n propia.

3.5 Tipologías de Laderas en el Municipio de Naucalpan

La siguiente galería de imágenes muestran el tipo y características de laderas y taludes existentes en algunas de las colonias del Municipio de Naucalpan, mostrando sus pendientes, alturas, vegetaci6n y tipo de construcci6n, tambi6n expone la falta de t6cnicas de ingeniería para estabilizar su talud, dejando ver la vulnerabilidad y el riesgo al que est6 expuesta la sociedad e infraestructura, figuras 28- 47.



Localizaci6n	Lat.: 19.4391379 Long: -99.2559461
Tipo	Deslizamiento
Geología	Tobas
Ángulo de Inclinaci6n	40° - 45°

Figura 28-29. Col. Miguel Hidalgo. Elaboraci6n propia.



Localización	Lat.: 19.4376306 Long.: -99.26549
Tipo	Caídas
Geología	Lahares, flujos piroclásticos, ignimbrítas.
Ángulo de Inclinación	40 ⁰ - 45 ⁰

Figura 30-31. Col. Alfredo del Mazo. Elaboración propia.



Localización	Lat.: 19.4435802 Long.: -99.2650298
Tipo	Flujos
Geología	Suelos Aluviales
Ángulo de Inclinación	30 ⁰ - 35 ⁰

Figura 32-33. Col. Alfredo V. Bonfil. Elaboración propia.



Localización	Lat.: 19.4453809 Long.: -99.2460901
Tipo	Caídas
Geología	Flujos piroclásticos
Ángulo de Inclinación	80 ⁰ - 85 ⁰

Figura 34-35. Col. San Antonio Zomeyucan. Elaboración propia.



Localización	Lat.: 19.4433652 Long.: -99.25138
Tipo	Caídas
Geología	Tobas
Ángulo de Inclinación	80 ⁰ - 85 ⁰

Figura 36-37. Col. Benito Juárez. Elaboración propia.



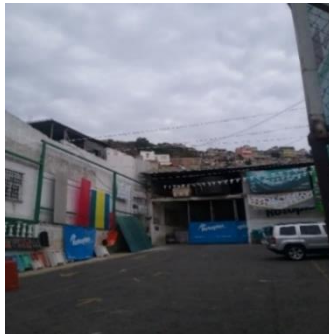
Localización	Lat.: 19.4433265 Long.: -99.252574
Tipo	Caídas
Geología	Tobas
Ángulo de Inclinación	80° – 85°

Figura 38-39. Col. Mártires de Río Blanco. Elaboración propia.



Localización	Lat.: 19.4437566 Long.: -99.2604871
Tipo	Caídas
Geología	Flujos piroclásticos
Ángulo de Inclinación	80° – 85°

Figura 40-41. Col. San José de los Leones. Elaboración propia.



Localización	Lat.: 19.5038647 Long.: -99.272183
Tipo	Deslizamiento
Geología	Tobas, depósitos fluviales
Ángulo de Inclinación	45° - 60°

Figura 42-43. Col. Rincón Verde. Elaboración propia



Localización	Lat.: 19.439187 Long.: -99.301866
Tipo	Caídas
Geología	Tobas
Ángulo de Inclinación	90°

Figura 44-45. Col. San Rafael Chimalpa. Elaboración propia.



Localización	Lat.: 19.462402, Long.: -99.261058
Tipo	Caídas
Geología	Tobas
Ángulo de Inclinación	85° – 90°

Figura 46-47. Col. San Lorenzo Totolinga. Elaboración propia.

3.6 Recorrido y Exploración de Laderas en el Municipio de Naucalpan

En el recorrido de campo se observa una secuencia de rocas en la porción central donde predominan las que constituyen la formación Tarango (Abanicos volcánicos: Lahares, flujos piroclásticos, ignimbrítas, tobas, pómez, depósitos fluviales), en ocasiones cubierta por rocas ígneas extrusivas de composición intermedia (Igei) con gran cantidad de estructuras volcánicas sobre todo en la parte oeste del territorio. Hacia el norte, junto con las rocas piroclásticas de la Formación Tarango se encuentran brechas volcánicas (Bv), también se encuentra un cuerpo intrusivo de composición intermedia (pórfido andesítico) (Igjii), y la presencia de suelos de origen aluvial y volcánico en las partes más bajas del municipio, los suelos superficiales son estratos de material vegetal con espesores aproximadamente de 0.10 a 0.4 m. después aparecen suelos pertenecientes a la serie Clástica Fluvial y Aluvial (es decir, materiales granulares aluviales y depósitos superficiales de color negro y vidrio volcánico) de las formaciones de la Sierra de Las Cruces, la Sierra de Tepozotlán y la Sierra de Guadalupe, figuras 48-59.



Localización	Lat.: 19.4412899 Long.: -99.248024
Tipo	Caídas
Geología	Depósitos Aluviales
Ángulo de Inclinación	60° – 65°

Figura 48-49. Col. Miguel Hidalgo. Elaboración propia.



Localización	Lat.: 19.4433652 Long.: -99.25138
Tipo	Caídas
Geología	Tobas
Ángulo de Inclinación	80° – 90°

Figura 50-51. Col. Mártires de Río Blanco. Elaboración propia.



Localización	Lat.:19.4322442 Long.: -99.261985
Tipo	Deslizamientos
Geología	Suelo aluvial y volcánico
Ángulo de Inclinación	40° – 45°

Figura 52-53. Col. Buenavista. Elaboración propia.



Localización	Lat.: 19.4877366 Long.: -99.2755309
Tipo	Caídas
Geología	Ígnea Intrusivo Intermedio
Ángulo de Inclinación	30° – 40°

Figura 54-55. Col. México 68. Elaboración propia.



Localización	Lat.: 19.4877366 Long.: -99.2755309
Tipo	Caídas
Geología	Ígnea Intrusivo Intermedio
Ángulo de Inclinación	30° – 40°

Figura 56-57. Col. Colinas de San Mateo. Elaboración propia



Localización	Lat.: 19.4730648 Long.: -99.2607709
Tipo	Caídas
Geología	Ígnea Intrusivo Intermedio
Ángulo de Inclinación	85° - 90°

Figura 58-59. Col. San Juan. Elaboración propia.

3.7 Eventos de Procesos Gravitacionales en Naucalpan.

El medio ambiente y los ecosistemas han sufrido históricamente severas transformaciones de degradación y destrucción ocasionadas fundamentalmente por el crecimiento desordenado de la mancha urbana y la ocupación irregular, no respetando el uso de suelo de acuerdo al plan de desarrollo del municipio.

La necesidad de contar con un espacio para vivir a obligado a muchas personas de escasos recursos a buscar oportunidades de tierra para levantar su propia vivienda. Ante esta necesidad y la existencia de suelo libre, no importando condiciones de riesgo, inseguridad e ilegalidad, se venden y compran fracciones de terrenos a precios relativamente bajos, porque carecen de autorizaciones, permisos, infraestructura y servicios; esta gente, muchas veces engañada, vive esperanzada a que algún día la autoridad atenderá sus necesidades y reclamos de regularización y prestación de servicios.

Este ha sido el modelo histórico de crecimiento en la república mexicana y del que no es ajeno Naucalpan, propiciado principalmente por la existencia de tierra ejidal, muchas veces improductiva, que ha sido alcanzada por el crecimiento de la ciudad. Por otra parte, los poseedores de la tierra, en muchas ocasiones ven en la venta de sus tierras la única posibilidad de subsistir; aunque en otros casos, especuladores y defraudadores abusan de la necesidad, aprovechando la ignorancia de compradores incautos, para sacar ventaja económica de la venta ilegal de tierra irregular y lo peor, de tierra no apta para su ocupación por ser de alto riesgo.

Naucalpan se ha expandido, en los últimos años, hacia el poniente del área urbana, rebasando sus límites y desbordándose sobre terrenos clasificados como urbanizables y no urbanizables, cuya forma de tenencia de la tierra es ejidal. En el caso de los poblados rurales, a pesar de que el crecimiento natural ha sido absorbido dentro de la propia localidad, también se han expandido de manera irregular hacia sus periferias.

El crecimiento de este tipo de asentamientos, aunque es lento también es constante, se estima la existencia de más de 200 asentamientos de esta naturaleza, en los cuales se calcula se asientan más de 55 000 habitantes, por lo que la atención a esta situación es uno de los retos más importantes a que se enfrenta el gobierno.

La mayor parte de estos asentamientos humanos irregulares están en zonas de riesgo, no aptas para la vida humana, o amenazan seriamente las zonas de preservación ecológica; lo mismo se localizan en zonas de restricción como

derechos de vía de líneas eléctricas, líneas de ferrocarriles, ríos, vasos de presas, barrancas, áreas de donación, áreas de reserva ecológica y vías públicas; fuera del área urbana y en la periferia de los poblados rurales. La característica común de todos ellos es una extremada precariedad de las condiciones de vida y de seguridad, debido a la baja calidad de las construcciones, muchas veces provisionales, y la carencia de todo tipo de servicios, como se muestra en las siguientes figuras 60-68,

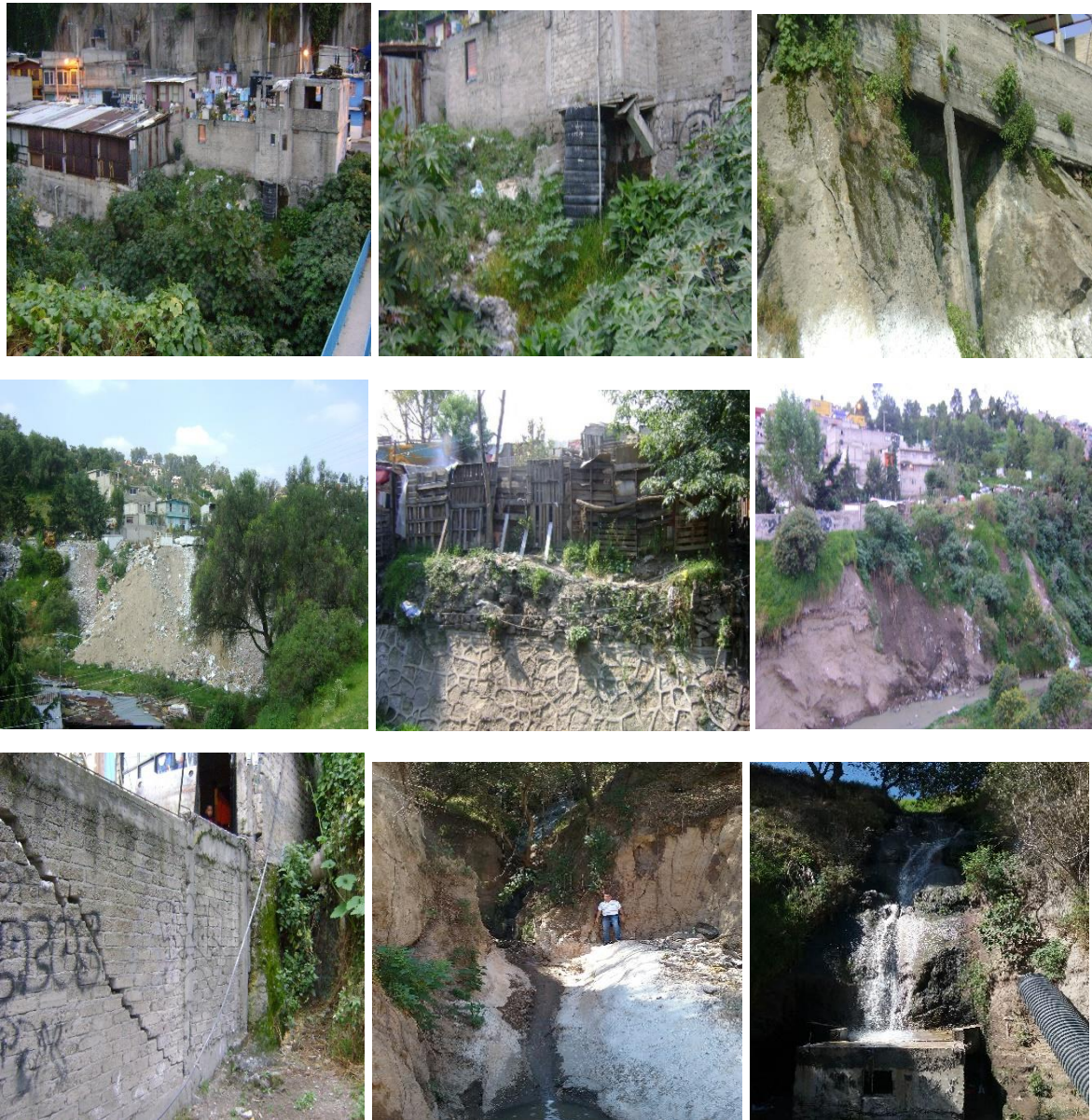


Figura 60-68 Ocupación irregular del suelo y de riesgo. Elaboración propia.

La tabla 5, muestra algunos eventos de procesos gravitacionales ocurridos entre los años de 1982 a 2018, en el Municipio de Naucalpan, los cuales han cobrado pérdidas de vidas humanas y también económicas que muchas veces no han sido cuantificadas y no se ha prestado atención por parte de las autoridades municipales es lo expresado por algunos vecinos del municipio.

Tabla 5. Eventos e Procesos Gravitacionales en el Municipio de Naucalpan. Elaboración propia

PROCESOS DE LADERAS DE 1982 A 2018							
DÍA	MES	AÑO	LUGAR	FUENTE	COORDENADAS		MUERTOS
					LATITUD	LONGITUD	
11	2	1982	Ejido de San Francisco	El Infromador, 12/02/1982	19.4422667	-99.33985833	8
22	3	1984	Mina Las Palmas	Excelsior 23/03/84:6-D	19.4564278	-99.25755833	1
14	1	1990	Plaza Hormiga, Valle Dorado	El Siglo de Torreon 15/01/1990	19.4481417	-99.26821944	6
27	9	1990	Colonia Buenavista	Excelsior 28/09/83:1 8d	19.4271111	-99.24406389	5
21	8	1992	Colinas de San Mateo	La Jornada, 22/08/1992	19.491256	-99.274401	2
29	9	2003	San Lorenzo Totolinga	CENAPRED	19.460725	-99.26332778	2
16	7	2010	Col. Mártires Río Blanco	La Crónica de hoy. (2010). Desgajamiento de cerro provoca alarma en colonia de Naucalpan. septiembre 17, 2018, de La Crónica de hoy Sitio web: http://www.cronica.com.mx/imprimir.php?id_nota=519400	19.4408944	-99.25974444	
	7	2013	Col. Benito Juárez		19.4408944	-99.25974444	
1	7	2014	Calle Antonio Caso, Colonia Altamira	https://www.youtube.com/watch?v=XN_WYUDLI4c	19.4510102	-99.2512093	
14	7	2014	Av. México 5, Col. México 68		19.4867278	-99.27019444	
19	8	2016	Av. Las Granjas, esq. Boulevard Solidaridad, Col. Mártires de Río Blanco	Becerril, J.. (2016). Por lluvias, se desliza ladera en Naucalpan. septiembre 17, 2018, de MILENIO Sitio web: http://www.milenio.com/estados/por-lluvias-se-desliza-ladera-en-naucalpan	19.445126	-99.254082	
16	9	2016	Calle Ocotitos, Santiago Tepatlaxco	https://diariodenaucalpan.com/nota-roja/loven-muere-sepultado-deslave-tiradero-clandestino-naucalpan/	19.4752118	-99.3497408	
26	8	2016	Carretera Federal México-Toluca	https://diariodenaucalpan.com/las-calles/vecinos-denunciaron-socavon-una-semana-deslave-carretera-naucalpan/	19.435479	-99.304268	
4	9	2017	Barrio Xoju, San Francisco Chimalpa	https://diariodenaucalpan.com/las-calles/deslave-deja-atrapadas-dos-mujeres-naucalpan/	19.4421859	-99.3518767	
20	9	2018	Calle 1, Colonia Olímpica radio	https://www.youtube.com/watch?v=ewdfiPYoicA	19.449	-99.2864005	

Uno de los sitios en estudio se ubica al poniente del Valle de México, en la colonia San Lorenzo Totolinga perteneciente al Municipio de Naucalpan, Estado de México. Debido a las condiciones topográficas de la zona los habitantes han tenido que construir sus viviendas en terrenos muy escarpados y en muchas ocasiones en condiciones de alto riesgo. La colonia se asienta al interior de un complejo de barrancas aledañas al Arroyo Totolinga, formadas por peñas o escarpes de roca cuya altura promedio alcanza los 20 m. Se trata de una zona urbana densamente poblada, en los que se observan construcciones de buena calidad, edificadas a base de muros de mampostería confinada y losas de concreto reforzado. Figuras 69-70.



Figuras. 69-70. Construcciones de muros de mampostería y losas de concreto reforzado.
Elaboración propia.

De acuerdo con información proporcionada por habitantes del lugar, en años pasados ya habían ocurrido desprendimientos y caídas de roca, aunque de menores dimensiones y sin graves consecuencias para la población.

Cabe mencionar que en algunos casos han sido los mismos habitantes de la localidad quienes han optado por derribar de manera controlada los fragmentos de roca, especialmente aquellos que visiblemente estaban a punto de caerse y por lo tanto representaban un riesgo para sus vidas.

No es extraño que existan pequeñas caídas en la zona, favorecidas por la presencia de la población y el crecimiento de la mancha urbana, que en muchas ocasiones originan flujos de aguas residuales hacia los mantos rocosos, o bien, por fugas en los sistemas de agua potable. El crecimiento de plantas y árboles son otras causas que contribuyen a la inestabilidad de los fragmentos de rocas debido al empuje que ejercen sus raíces como una cuña de presión, las figuras 71-72.



Figura 71-72. Muestran condiciones precarias de estabilidad y rocas desprendidas con diámetros aproximados de 2 m. Elaboración propia.

La caída de fragmentos de roca se debió principalmente al empuje gradual que ejercieron las raíces de árboles y plantas a lo largo de los planos de agrietamiento existentes. Asimismo, el agua de lluvia infiltrada en las grietas fue otro factor que contribuyó a la desestabilización de los grandes fragmentos de roca, ejerciendo un empuje horizontal en dirección hacia las casas ubicadas al pie de las peñas y lubricando la superficie de contacto. Es posible que a este problema también haya contribuido la falta de apoyo en la base de la peña por la ausencia de fragmentos

de roca que se hayan desprendido en épocas pasadas, esta situación se pudo observar en otros sitios aledaños a la zona de falla.

A lo largo de los escarpes que limitan por el norte a la colonia San Lorenzo Totolinga, se pudieron distinguir varios puntos considerados como potencialmente peligrosos, debido al intenso agrietamiento de los macizos rocosos. En la mayoría de los casos dentro de las grietas se encuentran raíces de árboles o plantas que aumentan el fracturamiento y su posibilidad de falla. En este caso también se puede observar que las rocas separadas por el agrietamiento en la base, ya no proporcionan sustento al resto del macizo rocoso que queda por arriba. Esta situación, como ya se mencionó, es peligrosa por las grandes dimensiones de los cantiles que queda sin apoyo, las imágenes muestran agrietamiento en la base de los escarpes y detalle de las raíces entre grietas. Figura 73-74.

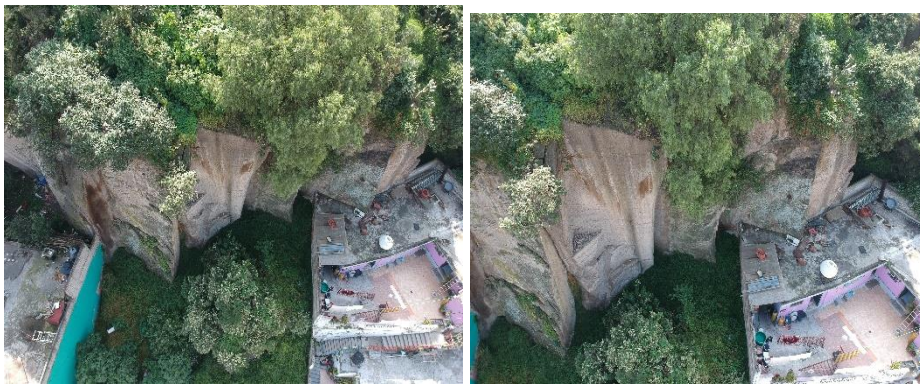


Figura 73-74. Fracturamiento de macizo por raíces de árboles. Elaboración propia.

La franja o espacio que han dejado los habitantes entre sus casas y los escarpes de roca, que en cierta forma funciona como una franja de seguridad en algunos casos el espacio es tan sólo de 2 o 4 metros. Hay casos donde no existe ninguna franja de seguridad y las casas han sido construidas prácticamente al pie de las peñas, e inclusive, las paredes verticales de roca forman parte de las construcciones, figuras 75-76. En este sentido, este tipo de viviendas formarían las zonas de mayor riesgo, si los escarpes se encuentran agrietados o mantienen condiciones de inestabilidad local propician caídas con dimensiones diferentes, en las imágenes se muestra viviendas ubicadas aledañas o al pie de la ladera de roca.



Figuras 75-76. Viviendas construidas al pie de la ladera. Elaboración propia.

Una situación que se torna muy desfavorable en la zona es la gran concentración de viviendas, no sólo en la parte baja de la ladera, sino también en la corona de éstos. En esta zona existen construcciones de hasta seis niveles que se encuentran edificadas prácticamente al borde u hombro de los cantiles, lo que resulta aún más peligroso para los habitantes ubicados al pie, ya que en muchos casos no sólo serían las rocas las que podrían caer, sino también las construcciones ubicadas arriba. Por otra parte, las posibles fugas de drenaje o de la red de agua potable de las viviendas ubicadas en la parte superior, podrían contribuir más a la inestabilidad de las peñas, ello sin tomar en cuenta el peso adicional de las construcciones. Figura 77-78.

Finalmente, se hace mención de la infinidad de casos en los que se observaron fragmentos de roca de diferentes tamaños, que se encuentran en condiciones muy precarias de estabilidad. En la mayoría de los casos son las raíces de árboles y plantas las que han propiciado el agrietamiento en estas formaciones rocosas, las cuales podrían caer en los patios de las casas o inclusive en las azoteas. Esta situación representa un alto riesgo para las familias debido al tamaño de los bloques que podrían caer; por ello, resulta indispensable iniciar una campaña de remoción que permita retirar los bloques sueltos. Estas labores deberán realizarse de manera controlada utilizando solamente equipos manuales que permitan la demolición paulatina de los bloques rocosos, se muestra imagen de construcciones ubicadas en la corona de los cantiles de roca.



Figura. 77-78. Viviendas ubicadas en la corona de la ladera. Elaboración propia.

Los siguientes caídos en las colonias Benito Juárez, figura 79-80 (Julio de 2013) y en la colonia Miguel Hidalgo, figura 81-82 (agosto de 2017), al igual que en la colonia San Lorenzo Totolinga (septiembre de 2003), fueron presentados en la época de mayor pluviosidad, en donde la infiltración de agua es mayor, generando un reblandecimiento del suelo, sumado a esta problemática está también presente la abundante vegetación que juega un papel importante sobre toda aquella de raíces gruesas.

Afortunadamente en estos dos procesos de ladera no hubo pérdidas que lamentar tanto humanas como materiales, todo quedó en un simple susto y reflexión de las condiciones de riesgo a las que está expuesta la sociedad.



Figura 79-80. Col. Benito Juárez. Elaboración propia.



Figura 81-82. Colonia Miguel Hidalgo.

El desprendimiento de rocas ocurrido el pasado 29 de septiembre del 2003, se debió principalmente al empuje gradual que ejercieron las raíces de árboles y plantas entre los planos de agrietamiento de las formaciones rocosas. A esta situación también contribuyó el agua infiltrada entre las grietas, ejerciendo una presión adicional y una lubricación entre los planos de contacto. Por ello, resulta recomendable que se realicen campañas de deforestación en esta zona y evitar el crecimiento futuro de árboles en la parte alta de los cantiles, especialmente en las zonas aledañas a las paredes verticales. Se recomienda mantener un continuo monitoreo y revisión de los sistemas de drenaje, alcantarillado y agua potable para prevenir fugas que faciliten la infiltración de agua hacia los mantos rocosos.

La implementación de una franja de seguridad de mayores dimensiones a la que existe en algunos puntos de la zona, resulta muy recomendable para prevenir mayores daños a la población. Deberá tomarse en cuenta que esta franja de seguridad corresponderá a por lo menos una distancia equivalente a la altura de los cantiles. Convendría iniciar una campaña de remoción controlada de los bloques que se encuentran en condiciones precarias de estabilidad o francamente sueltos; para ello, se recomienda que los trabajos se realicen en forma manual con pico y barreta. Para la ejecución de estos trabajos se deberá delimitar una zona de seguridad o de trabajo. Por ningún motivo se deberán utilizar voladuras con explosivos por el riesgo que esto tiene para la población, y porque podrían provocar un mayor agrietamiento de las rocas. La inyección de lechadas de cemento o de

resinas epóxicas para estabilizar este tipo de materiales podría ser recomendable siempre y cuando se tenga un control muy preciso de las presiones de inyección, ya que, de no ser así, se podrían provocar empujes horizontales entre las grietas y consecuentemente el desprendimiento de fragmentos de roca. La utilización de algún método adicional de estabilización, como el uso de anclas.

Ahora que tenemos conciencia de la problemática actual debemos considerar los factores de riesgo para mitigar o prevenir con los diversos sistemas a base de (cartográficas, indicadores, atlas de riesgo, etc.) dando alternativas de solución.

3.7.1 Ubicación Espacial de Eventos 1982 a 2018.

Como ya se mencionó con anterioridad la atención que se debe prestar al estudio de los procesos gravitacionales, en los cuales es de vital importancia tener un registro en cuanto al grado de daño ocasionado a la población, localización, tipo de movimiento, así como el tipo de material en que este fue presentado, etc.;

La figura 83, corresponde al mapa de densidad de población y se ubican espacialmente los eventos de presentados en las fechas mencionadas en la tabla 5, como información importante que resaltar es que la zona más densamente poblada ha sido la más afectada.

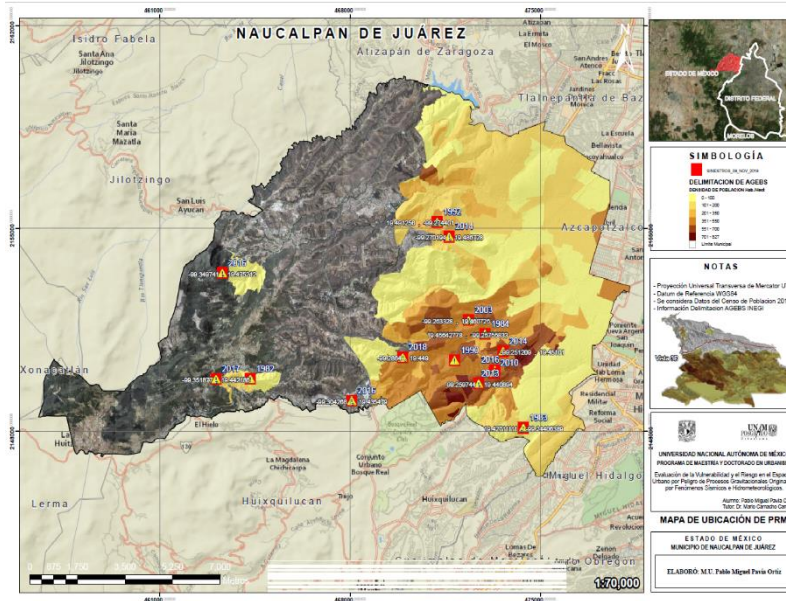


Figura 83. Ubicación de eventos de procesos gravitacionales entre 1982-2018. Elaboración propia.

La figura 84, corresponde al mapa de geomorfológico y a la ubicación espacial y temporal de los eventos de presentados y mencionados en la tabla 5, así como la tipología de las figuras 28 a 47 obtenidas de los recorridos y exploración de laderas en el municipio de Naucalpan, las ubicaciones de estos eventos se identifican en piedemonte, y en donde las características geológicas del terreno corresponde principalmente a abanicos volcánicos, en donde los escurrimientos de las precipitaciones fluyen hacia las partes bajas de acuerdo al mapa de pendientes y elevaciones.

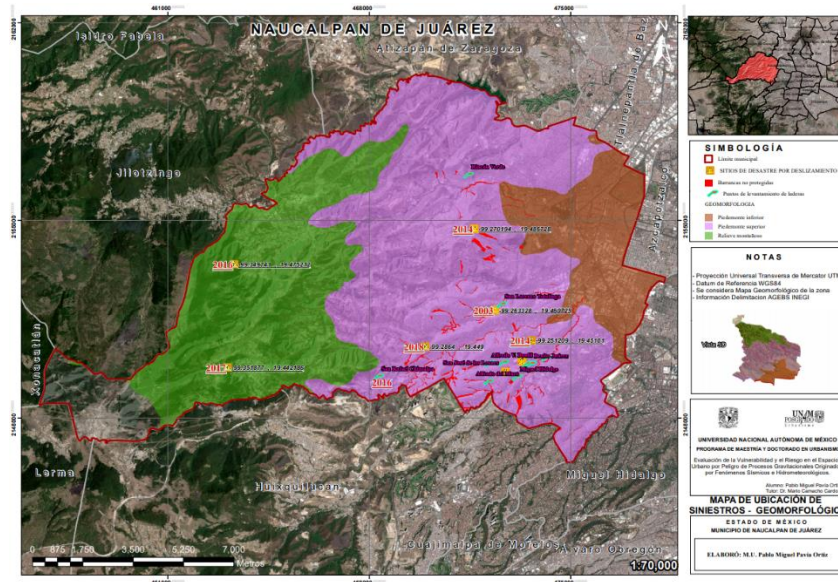


Figura 84. Ubicación de eventos de procesos gravitacionales entre 1982-2018. Elaboración propia.

CAPITULO 4. RIESGO SÍSMICO E HIDROMETEOROLÓGICO

4.1 Riesgo Sísmico

Sismicidad y fuentes sismogénéticas

La República Mexicana presenta varias zonas de actividad sísmica debido a la interacción de diferentes placas tectónicas identificadas como: Norteamericana, Pacífico, Rivera, de Cocos y del Caribe. En la figura 85 se muestran las fuentes sísmicas que están delimitadas por las placas tectónicas anteriormente mencionadas.

En consecuencia, conforme al trabajo de (Zúñiga, 1997), el territorio nacional se puede dividir en las unidades sismogénéticas que se ilustran en el mapa de la figura 86, el cual se dedujo con base en información sísmica de tipo instrumental e histórica, bajo las consideraciones siguientes: localización hipocentral de eventos de características similares, características tectónicas más comunes de la zona, Mecanismos focales y/o patrones de fallamiento, características principales de la liberación de energía de los sismos dentro de cada región, historia sísmica de cada región, entre otras.

Para efectos de esta investigación son de interés las regiones sísmicas MVB, IN1, IN2 y SUB2, dado que son las principales fuentes sísmicas que afectan al Valle de México y que de acuerdo a (Rosenblueth E., 1989) se pueden clasificar en cuatro grupos: locales (MVB), profundidad intermedia (IN1), placa continental (Intraplaca, IN2) y de subducción (SUB2).

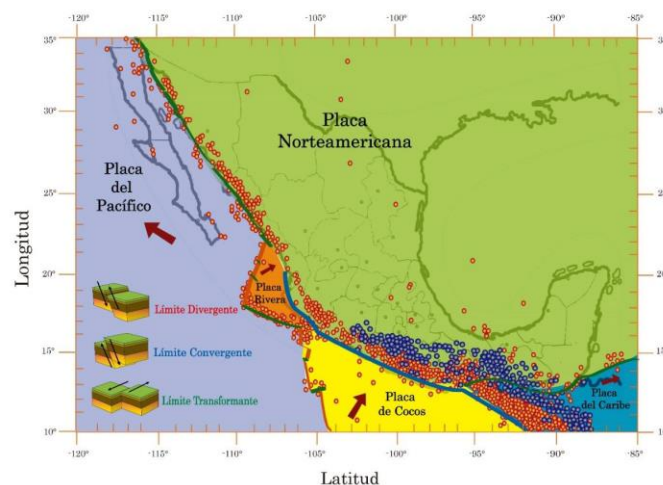


Figura 85. Principales placas tectónicas y su tipo de límite. Sismos de profundidad intermedia (azul) y someros (anaranjado).

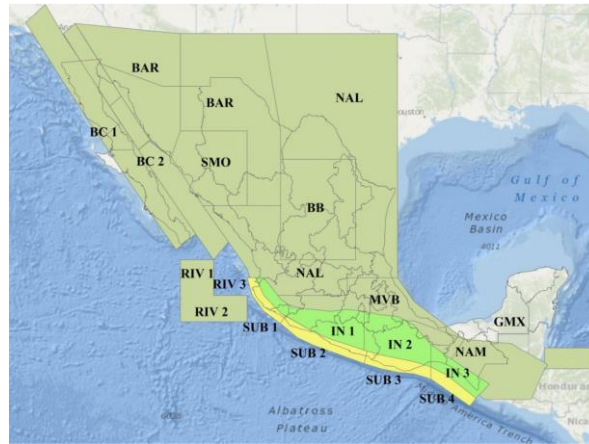


Figura 86. Definición de regiones sísmicas (Zúñiga et al., 1997).

Los sismos locales (MVB) son aquellos que se asocian a la existencia de fallas geológicas a lo largo del Cinturón Volcánico Mexicano, sobre el Valle de México. Dicho Cinturón ha tenido una sismicidad histórica moderada, comparada con la zona de subducción. Uno de los sismos importantes es el correspondiente al 12 de noviembre de 1912, en el municipio de Acambay, ubicado a 85 km, aproximadamente de Naucalpan; (Langridge R., Weldon II R., Moya J., Suárez G., 2000) establece que este sismo fue provocado por la falla de Acambay-Tixmadeje, la cual delimita en el norte al graben de Acambay en una longitud de 42 km.

Mientras que los sismos de profundidad intermedia (IN1) se caracterizan por el hecho de que la placa de Cocos experimenta un mecanismo de intraplaca en la que la magnitud registrada disminuye con la distancia a partir de la zona de subducción, con una falla inversa a profundidades entre 30 y 60 km.

En tanto, los sismos intraplaca o profundos (IN2) son producidos por el deslizamiento de la placa Norteamericana con respecto a las placas oceánicas, presentando un mecanismo de falla normal a una profundidad mayor a 60 km. Alcanzan magnitudes notables y representan la segunda fuente de riesgo en la región (García, 2007); como ejemplo de este tipo de eventos están los de Puebla-Tlaxcala en 1711 (M=6.8) y Puebla-Veracruz en 1864 (M=7.4).

Los sismos de subducción, también llamados interplaca (SUB2), son generados por el hundimiento de la placa de Cocos y Rivera bajo la placa Norteamericana, y han generado históricamente las más severas consecuencias para la Ciudad de México. La sismicidad de esta fuente es la principal y más frecuente en México, ha sido generadora de grandes eventos sísmicos, tales como: San Marcos Guerrero en 1957 (M = 7.7) y Michoacán en 1985 (M = 8.1).

Los vértices para formar los polígonos de las regiones sísmicas que pueden afectar al municipio de Naucalpan (MVB, IN1, IN2 y SUB2), fueron obtenidos de los trabajos de (Ordaz M. y Reyes C. , 1999) y (Jaimes M. A. y Reinoso E, 2006), cuyas poligonales se presentan en la figura 87.

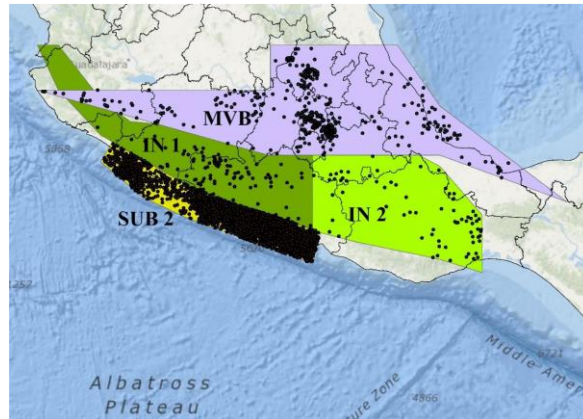


Figura 87. Fuentes sismogénicas que pueden afectar al municipio de Naucalpan de Juárez.

Una parte fundamental en el análisis de riesgo sísmico, es la evaluación de tasas de excedencia, figura 88 y los espectros de peligro uniforme (EPU), figura 89, el cual se concibe como el grado de exposición que un sitio tiene a los movimientos sísmicos, en lo referente a las máximas intensidades que en él pueden presentarse (Bazán E. y Meli R. , 2004). Por lo anterior, se calcula con base en la frecuencia en que una amplitud del movimiento del terreno es mayor que un valor específico. La frecuencia o peligro sísmico, se representa gráficamente por una curva, llamada curva de tasas de excedencia o curva de peligro sísmico, entre frecuencia o tasa de excedencia y el movimiento del terreno. La gráfica, curva de peligro sísmico, representa la frecuencia (número de eventos por unidad de tiempo) con la cual, seleccionando valores de peligro sísmico, como la amplitud del movimiento del terreno, se esperan que ocurra o que sea excedida.

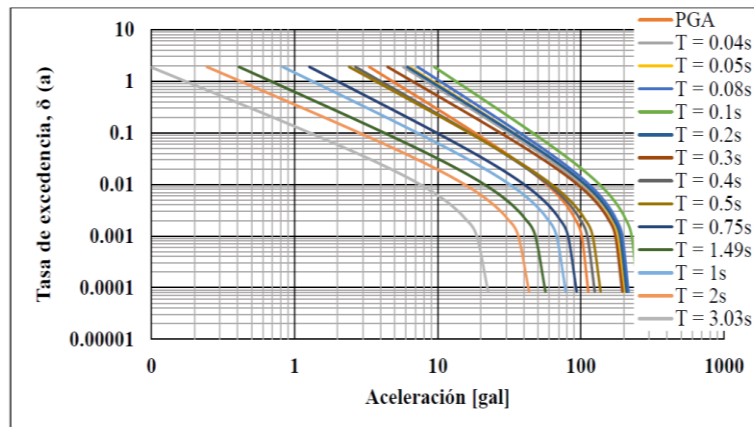


Figura 88. Tasa de excedencia de aceleración para diferentes periodos de vibración (estructura), fuente sísmica IN1.

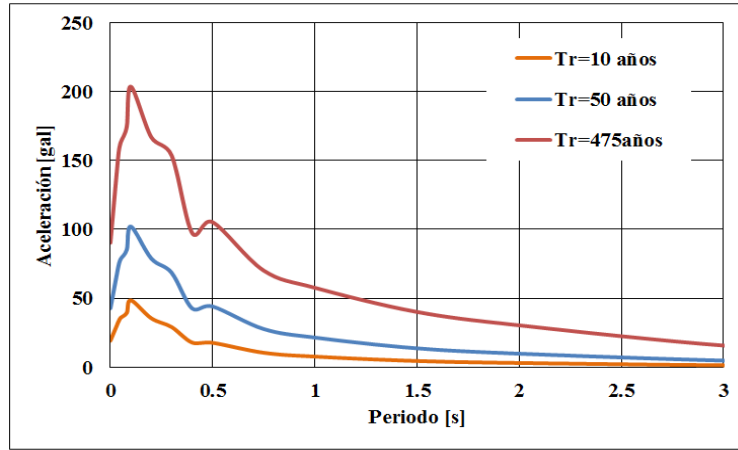


Figura 89. Espectros de peligro uniforme (EPU) en terreno firme para diferentes periodos de retorno

Por otro lado, dado que México está expuesto a la actividad sísmica y tomando en cuenta que el Estado de México, y de manera particular el municipio de Naucalpan de Juárez, no es la excepción de sufrir los embates de este fenómeno geológico, prueba de estos eventos tenemos los sismos del 19 de septiembre de 1985 y 2017, fechas que marcaron la historia de México ya que estos dos sismos sacudieron casas y edificios, en donde muchos perdieron sus viviendas y otros tantos sufrieron la muerte según cifras oficiales del gobierno arrojaron 3,192 muertos (19s 1985) y cifras de CENAPRED, 369 fallecidos (19s 2017), dado estos eventos históricos se hace necesario realizar estudios de peligro sísmico en este tipo de municipios, en donde, no se les ha prestado atención y por consiguiente adolecen de criterios para el diseño sísmico en sus respectivos reglamentos de construcción.

4.1.1 Mapas de Riesgo Sísmico de Isoamplitudes e Isoperiodos en el Municipio de Naucalpan

Los estudios realizados a través del tiempo dan un reflejo de cómo se puede tomar en cuenta las características de las zonas y como estas serían afectadas, los daños a la población y a la infraestructura de un país son parte importante en los estudios de riesgo. La comprensión de los mecanismos de deslizamiento y de la dinámica de estos, se basa en un análisis de masa y su tipo de falla conforme la ocurrencia a través del tiempo, en términos de corto y largo plazo.

Los sismos en México y en especial en el municipio de Naucalpan en el caso de los procesos de remoción de masa y sus afectaciones en particular, se han visto en menor proporción comparados con los relacionados por gravedad o por fenómenos hidrometeorológicos, las características de las bases de datos que se denotaría en principio por el fenómeno, fecha, ubicación geográfica, tipo de deslizamiento, y la magnitud del sismo que fue el detonante principal, por último se georreferencia y se dan detalles de las características puntuales o por medio de áreas de desastre a través de digitalización de mapas temáticos.

Los mapas que se presentan a continuación, contienen información de Riesgo Sísmico, Representando de forma gráfica todas aquellas zonas en donde el Riesgo es: más alto (zona Roja), riesgo medio (zona Amarilla) y riesgo mínimo (zona Verde).

Todo lo anterior en base a un estudio en campo, con ayuda de equipo especializado se obtuvieron lecturas de vibración ambiental de 101 puntos de estudio. Tabla 6

Tabla 6. Estudio en campo de valores de vibración ambiental. Proyecto PAPIIT IT101513

ID	ARCHIVO	Y	X	ALTITUD__M	OBSERVACIÓN	TER	TEF	AX_Z	AY_Z	PROMEDIO
1	KA001	19.48127	-99.2468	2268	Atrás de laboratorio de Análisis de Riesgos Naturales y Antropogénicos (pavimento)	0.03	0.44	1.71	1.58	1.6
2	KA003	19.4838	-99.2492	2273.1	Estacionamiento FES Acatlán (pavimento)	0.1	0.4	1.5	1.6	1.55
3	KA007	19.4857	-99.2492	2270.65	Teatro Javier Barros, FES Acatlán (banqueta)	0.13	0.37	2.5	2.5	2.5
4	KA010	19.48478	-99.2443	2274.21	Calle Yaquis, frente al estadio de soccer de la FES Acatlán (banqueta)	0.0851	0.43	1.41	1.33	1.4
5	KA011	19.48212	-99.2438	2272.34	Av. Jardines de San Mateo	0.0851	0.62	6	2.08	4.72
6	KA012	19.4833	-99.2531	2268.48	Av. Adolfo López Mateos, CFE (pavimento)	0.0701	0.6	6	2.8	4.7
7	KA013	19.49033	-99.2554	2268.48	Av. Adolfo López Mateos - Av. Fresnos (pavimento)	0.115	0.34	1	1.1	1
8	KA014	19.49033	-99.2554	2268.48	Av. Adolfo López Mateos - Av. Fresnos (banqueta, tierra)	0.025	0.62	2	1.62	1.4
9	KA015	19.50033	-99.2497	2311.74	Av. Adolfo López - Av. Lomas Verdes (banqueta)	0.1	0.47	3.2	3.13	2.08
10	KI003	19.48496	-99.2498	2274.33	Estacionamiento, frente al Teatro Javier Barrios Sierra, FES Acatlán (Pasto/Suelo) - Atrás MEGA	0.0851	0.4	1	1.5	1.2
11	KI005	19.47658	-99.2216	2262.35	Canal - Av. La Naranja	0.115	0.35	2.6	3	2.62
12	KI007	19.4861	-99.2195	2267.27	El Arroyuelo - Canal - Puente	0.0851	0.6	8.91	2.06	5.76
13	KI009	19.49257	-99.2208	2266	Cerrada Grijalva - F. de Magallanes (banqueta)	0.13	0.16	7.05	2.01	4.53
14	KI010	19.49005	-99.2249	2267.23	Hacienda de la Encarnación - Hacienda Paseo Colón - Caseta de Policía	0.0851	0.72	2.6	10	6.8
15	KI012	19.49674	-99.2244	2250	Calle Alonso Pinzón - Calzada San Agustín - Vaso Regulador El Cristo	0.115	0.69	2.3	2.66	2.51
16	KI016	19.50155	-99.2227	2258	Av. Gustavo Baz - Circunvalación - Frontera - Vaso Regulador El Cristo	0.1	0.61	2.18	1.81	2.17
17	LE004	19.46025	-99.193	2241.91	Bodega Comercial Mexicana Tacuba Estacionamiento	0.1	0.74	9.6	6.64	8.13
18	LE005	19.46001	-99.2026	2241.74	Panteón Español Estacionamiento	0.145	0.74	5.4	4.03	4.7
19	LE007	19.46268	-99.2119	2248.75	Panteón Español Crematorio	0.175	0.7	3.4	2.09	3.1
20	LE010	19.46746	-99.215	2247.97	Calle Gobernador Gustavo Baz 19 A	0.085	0.83	4	2.37	3.08
21	LE012	19.47267	-99.2224	2248.47	Victoria - Las Armas Junto - Canal	0.0851	0.75	3	3.26	2.71
22	LE013	19.47517	-99.2195	2259.89	Calzada de Las Armas - Av. Adolfo López Mateos	0.0851	0.74	4.7	1.5	3
23	LE015	19.46904	-99.212	2246.83	San Isidro 642 - San Pedro Xalpa	0.1	0.65	2.6	4.29	3
24	LE017	19.4969	-99.2035	2245.69	Zempoaltecas 145, Col. Hacienda del Rosario	0.0701	0.3	2.06	2.1	2.3
25	LE020	19.5008	-99.2066	2246.66	Av. Hacienda el Rosario - Hacienda de Sotelo	0.1	0.72	6.15	3.87	1.38
26	LG001	19.4812	-99.2469	2270.51	Fes Acatlán, UIM, Prueba	0.01	0.62	4.4	6.28	4.58
27	LG005	19.43454	-99.232	2336.41	Agua Caliente - Santa Anita	0.0851	0.7	2	2.18	1.59
28	LG007	19.4276	-99.2365	2313.15	Av. Fuente de los Leones #65	0.07	0.25	1.2	1.3	1.25
29	LG009	19.42368	-99.2374	2348	Bosque de Belén - Avenida la Herradura	0.1	0.75	2.3	2	2.1

30	LG010	19.42093	-99.2453	2348	Bosque de Belén - Avenida la Herradura	0.115	0.23	1.71	1.35	1.46
31	LG011	19.41983	-99.2582	2407.35	Bosque del Rey #6 - Bosque de La Antequera	0.1	0.66	1.75	1.93	1.84
32	LG014	19.42057	-99.2649	2431.26	Bosque de Minas #21 - Hacienda Salamanca	0.1	0.73	1.24	2	1.6
33	LG017	19.42767	-99.2544	2437.1	Camino Arenoso frente al tanque Lázaro Cárdenas, Aquiles Serdán 101, Emilio Gustavo Baz	0.04	0.7	1.26	1.23	1.23
34	LG018	19.43529	-99.2504	2349.6	Av. Naucalpan - Camino Arenero	0.025	0.76	1.08	1.1	1.05
35	LI004	19.48694	-99.2173	2249.8	De Las Armas - Eje 3 Calzada San Isidro, Módulo de Participación Ciudadana	0.18	0.9	3.19	4.48	3.83
36	LI007	19.49815	-99.213	2247.22	Zempoaltecas - Hacienda del Dorado	0.13	0.65	2.31	2.9	2.62
37	LI008	19.50687	-99.2097	2242	Av. Aquiles Serdán - Rancho de en medio, Cd. Azcapotzalco	0.13	0.53	1.26	1.6	1.4
38	LI013	19.51975	-99.2133	2278	Calle Viveros de la colina No.66 Calle del Cristo 101 Col. Xoxoyahuaco	0.07	0.5	2	2	2
39	LI015	19.51088	-99.2214	2255		0.07	0.5	2.1	1.28	1.6
40	LI017	19.51641	-99.2296	2262.89	Circuito Científicos 26 Col. Satélite	0.13	0.6	2.3	2.9	2.5
41	LI020	19.5191	-99.2417	2320.3	Circuito Educadores - Justo Sierra	0.09	0.45	1.68	2.45	1.5
42	LI023	19.51961	-99.2528	2324.92	Av. Fuentes de Satélite 25	0.025	0.5	1.61	1.2	1.4
43	LS004	19.52292	-99.2703	2400.8	Calle de la Acordada 771, "ladera", junto a la Iglesia y frente a la falla geológica	0.15	0.6	1.15	1.2	1.11
44	LS007	19.5178	-99.2759	2450	Calle de las Capuchinas 66 Casa Verde	0.07	0.26	1.51	1.48	1.59
45	LS014	19.52846	-99.2673	2352	Presa Madín Orilla Calle 2	0.0851	0.54	1	1	1
46	LS017	19.52271	-99.2696	2383	Acceso a Carretera Chamapa Lechería, falla geológica	0.115	0.14	1.43	1	1.2
47	LS025	19.50798	-99.2694	2408	Zenzontle - Quetzal, Av. Lomas Verdes	0.1	0.4	1.45	1.63	1.54
48	LS028	19.50889	-99.2616	2360	Av. Lomas Verdes, cerca de la UVM	0.1	0.82	3.1	3.4	3.6
49	LU005	19.46625	-99.2175	2257.6	Av. De las torres No. 68	0.0851	0.9	1.13	1.74	1.47
50	LY001	19.46819	-99.2288	2268.6	Jacobo Gutiérrez 74 San Andrés Atoto, frente tanque de concreto OAPAS	0.1	0.83	4	3.84	3.85
51	LY003	19.46691	-99.2394	2283.68	Río Toluca 13 - San Luis Tlatilco	0.1	0.5	2.13	2.32	2.03
52	LY006	19.46093	-99.2518	2311.53	Calle Las Torres, CFE, Colonia Lomas de San Agustín	0.0851	0.7	1.8	1.7	1.65
53	LY009	19.45714	-99.2619	2352.37	Diagonal Av. Minas de Palacio frente al puente peatonal, salida a Toluca	0.0851	0.58	6	1.83	3.8
54	LY011	19.45266	-99.2715	2385.16	Boulevard Luis Donald Colosio CP 53660, San Rafael Chamapa	0.115	0.28	1	1	1
55	LY013	19.45316	-99.2833	2381.3	Prolongación Vertedero, Colonia La Presa, exactamente entre el vertedero y la corona de la cortina	0.1	0.26	1	1.21	1.03
56	MB003	19.44221	-99.2969	2467.66	Prolongación Olímpica libre México - Toluca - Naucalpan, Libramiento Chamapa	0.1	0.16	4	3.3	3.4
57	MB004	19.43536	-99.3053	2527.5	Carretera México - Toluca - Naucalpan, 130 a 50 m de la mina La Colorada Km 10	0.0851	0.45	1.93	1.83	1.77
58	MB007	19.43659	-99.3172	2584.6	Carretera - México - Toluca Km 11	0.0701	0.16	1.64	1.63	1.63
59	MB008	19.43703	-99.323	2625	Carretera México - Toluca - Naucalpan, Km 12 al lado de puente peatonal, cerro	0.1	0.47	2.94	2.32	2.5
60	MB010	19.43992	-99.325	2686	Carretera México - Toluca Km 13.2 frente a la cocina la Joya pasando la salida a Huixquilucan	0.0851	0.16	3.13	1.78	2.46
61	MB013	19.44211	-99.3187	2729.59	Carretera México - Toluca Km 14	0.1	0.18	1.55	1.37	1.28
62	NB003	19.48164	-99.2406	2285	Av. De los Remedios 20, 5340, Frac. De las Américas	0.0701	0.49	2	1.72	1.83
63	NB005	19.46742	-99.2574	2333	José Ma. Morelos 38, Los Remedios, "Los Arcos"	0.0851	0.1	2.13	2	2.05
64	NB008	19.47696	-99.2754	2343	Av. De los Arcos 548, Paseos del Bosque	0.145	0.18	1.79	1.32	1.56
65	NB010	19.47117	-99.2775	2352	Av. De los Arcos 575, Paseos del Bosque	0.851	0.1	1.5	1.3	1.43
66	NB012	19.47504	-99.2863	2400	Camino a los Ciprices, frente al Panteon Gayosso	0.1	0.39	1.74	1.37	1.55

67	NC002	19.47229	-99.2957	2497	Emiliano Zapata, Presa las Julianas	0.0401	0.1	1	1	1.95
68	NC006	19.46794	-99.3115	2554	Calle las Animas, Entre Universidad Justo Sierra y caseta a carretera	0.1	0.5	1.49	2.52	2
69	NZ004	19.49818	-99.253	2301	Parroquia Santiago Apostol	0.4	0.6	1.6	1.41	1.54
70	NZ008	19.50343	-99.2641	2304	Cerrada de la Iglesia de San Mateo Nopala	0.1	0.47	2	1.61	1.81
71	NZ013	19.50288	-99.2723	2333	15 de Septiembre Praderas de San Mateo	0.03	0.26	1.68	1.87	1.93
72	NZ017	19.4979	-99.2905	2373	Calle Mirazo 14	0.15	0.29	2	1.23	2
73	NZ019	19.49102	-99.2977	2391	Av. Camino Real San Mateo (estaban taladrando a lo lejos)	0.1	0.2	3	2.44	2.44
74	NZ023	19.48677	-99.3129	2506	Hwy 3 Av. Camino Real San Mateo	0.12	0.36	1.31	1.43	1.39
75	NZ026	19.48865	-99.3292	2575		0.22	0.24	1	1	1
76	NZ031	19.49972	-99.339	2554	Carretera Barrio de Tito-Ejido de Santa Maria	0.1	0.1	1.18	1.05	1.19
77	NZ035	19.4961	-99.3595	2686	Carretera Jiquipilco San luis Arguacan	0.08	0.15	2.7	2.5	2.6
78	NZ038	19.49593	-99.3753	2792	Carretera Jiquipilco Naucalpan-Jilotzingo Mex.	0.1	0.1	2.3	2.5	2.2
79	NT011	19.45532	-99.2105	2260	Iglesia Greal. Mariano Arista Col. Argentina antigua	0.3	0.62	3.23	2.06	2.79
80	NT014	19.45908	-99.1958	2253	Calzada México Torre Blanca	0.12	0.75	4	5.3	4.42
81	NT019	19.45235	-99.2003	2260	Calzada Legaria 311 Frente a secundaria No. 168	0.14	0.91	1.5	2.22	1.28
82	NT021	19.4423	-99.2101	2301	Presa Santa Rosa 44 frente a Primaria Lic Manuel Gual Vidal	0.034	0.9	2	2	2
83	NT027	19.4274	-99.2312	2324	Fuente de las Nayades 22	0.1	0.7	1.52	1.26	1.4
84	NT029	19.42155	-99.2389	2353	Av. De las fuentes 201 Lomas Tecamachalco	0.154	0.64	1	2	1.5
85	NT033	19.41455	-99.2456	2407	Fuente de Jupiter 27	0.2	0.48	1.54	1.25	1.42
86	NU002	19.40638	-99.2602	2450	Universidad Anahuac 2 Lomas Anahuac	0.21	0.16	1.44	1.38	1.41
87	NU007	19.4007	-99.2776	2501	Paseo Bosque de las Palmas 82 Av. Jesus del Monte 41 Frente al Walmart	0.4	0.164	1	1	1
88	NU008	19.39765	-99.2898	2522		0.15	0.24	1.67	2.28	1.92
89	NU011	19.39883	-99.2967	2503	Av. Real del Conuntry 24 Autopista	0.1	0.13	2.41	1.87	1.41
90	NU013	19.49323	-99.2963	2459	Autopista pasando el puente	0.13	0.23	1.25	1.26	1.26
91	NU015	19.4228	-99.2976	2445	Boulevard Bosque Real	0.1	0.3	1	1	1
92	NU017	19.43097	-99.2963	2449	Caseta Km 28	0.08	0.23	1.78	2.08	1.92
93	NX001	19.44888	-99.302	2482	Km 26	0.15	0.1	1	1	1
94	NX002	19.46137	-99.309	2519	Km 25	0.1	0.18	1	1	1
95	NX005	19.47198	-99.3122	2533	Km 24	0.1	0.16	1.21	1	1.07
96	NX007	19.48273	-99.3128	2482	Km 23	0.05	0.18	1.12	1.85	1.62
97	NX009	19.49202	-99.3086	2502	Km 22	0.1	0.1	1.1	1	1
98	NX010	19.50385	-99.3009	2476	Km 21	0.2	0.3	1	1	1
99	HK001	19.48322	-99.2604	2337	San Juan Totoltepec a faldas del cerro Moctezuma, la hora entre parentesis es la del adquisidor	0.1	0.15	1.72	1.44	1.57
100	HJ002	19.48515	-99.2572	2348	San Juan Totoltepec a faldas del cerro Moctezuma, la hora entre parentesis es la del adquisidor	0.34	0.82	1.87	1.9	1.94
101	IC001R	19.47257	-99.2788	2381	Bosques de Araeles	0.1	0.82	2.9	2.69	2.5

Se realizó el análisis de los acelerogramas obtenidos de cada evento puntual y se dieron valores específicos a cada Punto de Control vistos en la tabla 6.

Para concluir con este estudio, con ayuda de un Software de SIG (ArcGIS) se obtuvieron las interpolaciones Geográficas correspondientes para determinar la Zonificación del Riesgo y su Georreferenciación. Figuras 90 y 91.

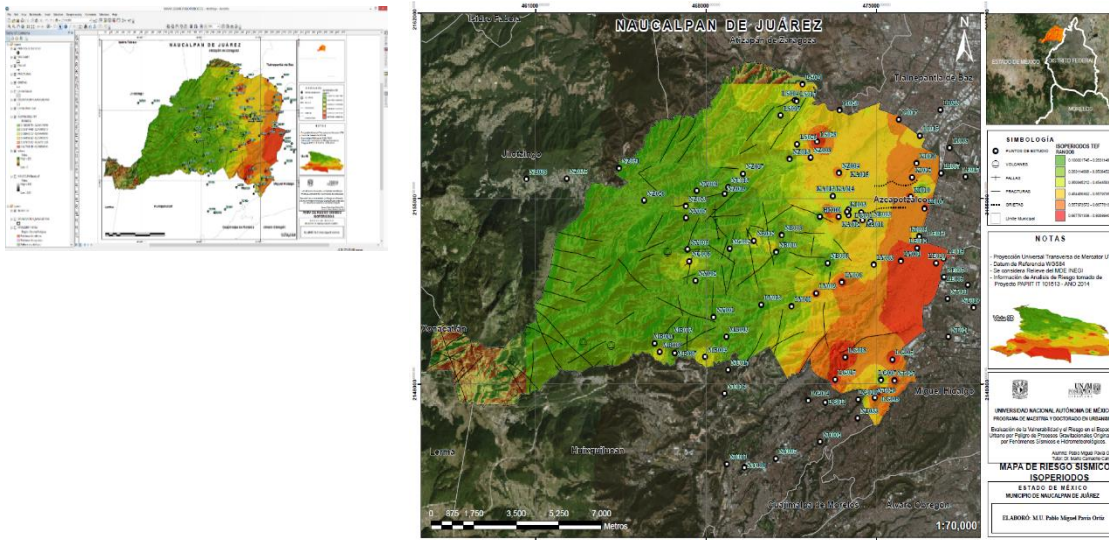


Figura 90. Riesgo Sísmico utilizando Isoperiodos
Elaboración propia

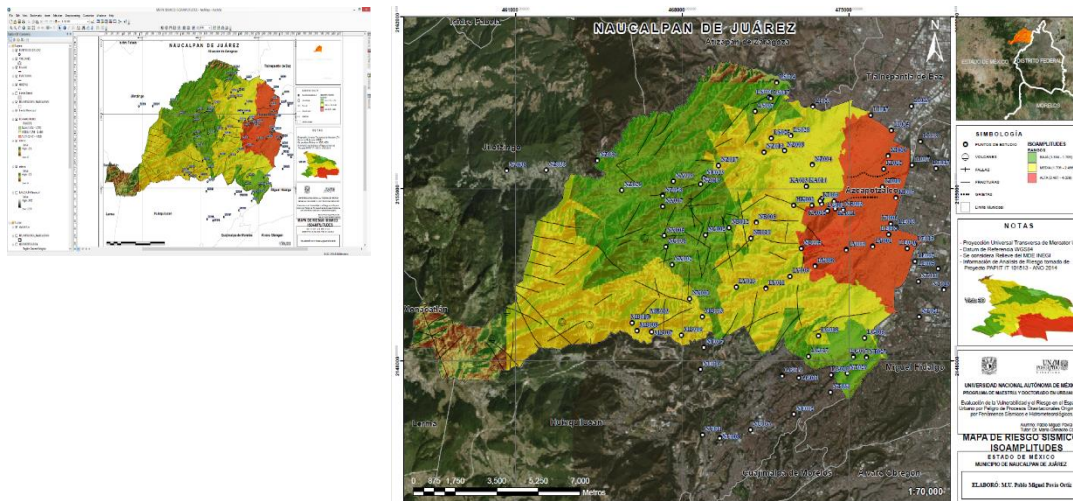


Figura 91. Riesgo Sísmico utilizando Isoamplitudes.
Elaboración propia.

Se le da formato de simbología y se presenta en un Mapa tamaño A3 a una escala de 1:70,000.

Se logra apreciar que el riesgo de sismicidad colinda con la CDMX y con el tipo de suelo aluvial, que su principal característica es que cede ante la vibración ambiental, y la zona de mayor seguridad sísmica, es precisamente donde se tiene el tipo de roca Ígnea, que se caracteriza por disipar ondas de vibración.

4.2 Riesgo Hidrometeorológico

En el municipio de Naucalpan, de acuerdo con los registros de las estaciones meteorológicas, los meses con mayor número de días lluviosos son de junio a septiembre. Los días lluviosos en estos meses oscilan de 16 a 24 días, siendo los meses de junio y agosto con mayor número de días lluviosos. En este sentido, durante este periodo las estaciones meteorológicas reportan anualmente un total de 70 a 86 días lluviosos, entre las que destacan las estaciones “Molinito (clave 15058)”, “Molino Blanco, (clave 15059)”, “Totolica San Bartolo, (clave 15127)” y “Presa Totolica, (clave 15077)” que son cuatro estaciones operando. Figura 92.

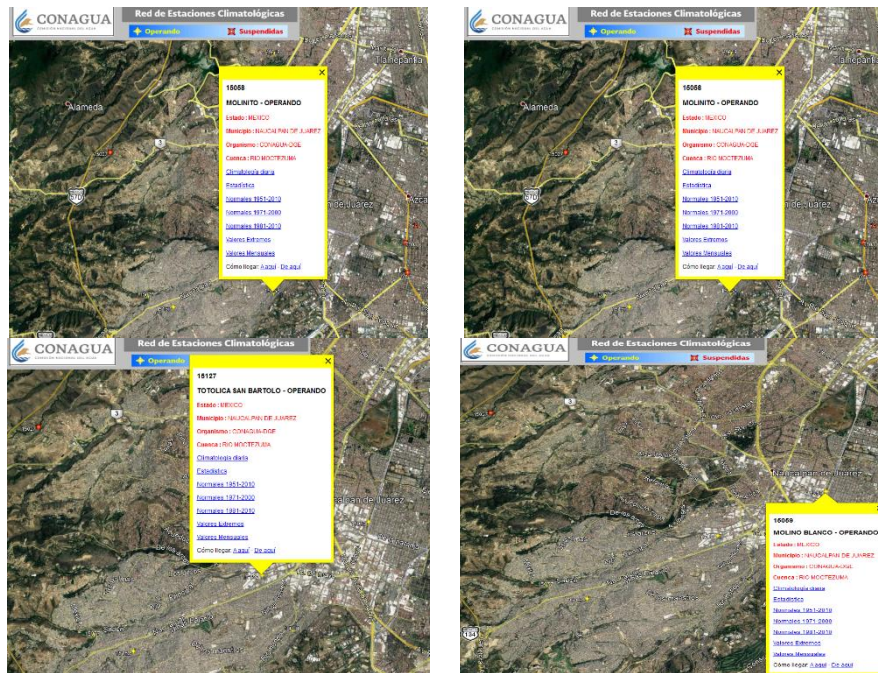


Figura 92. Ubicación de las estaciones meteorológicas del municipio de Naucalpan. Fuente: Google earth.

La precipitación anual promedio en el municipio de Naucalpan es de 1022.65 mm. En el periodo de días lluviosos, las estaciones meteorológicas reportan una precipitación pluvial mensual que oscila de 141.50 mm a 240.60 mm, en donde se llegan a registrar precipitaciones máximas mensuales de 242.60 mm hasta 458.70 mm; de esta manera, la precipitación acumulada durante este periodo fluctúa de 625.80 mm hasta 801.80 mm, esta cantidad de lluvia llega a representar desde un 73% hasta un 78% del total de la lluvia anualmente recibida en la superficie territorial del municipio, al respecto, las estaciones meteorológicas que registran una mayor precipitación, son: “Molino Blanco”, “Molinito” y Presa Totolica.

En función al análisis de los datos arrojados por las estaciones meteorológicas, se obtiene como resultado el nivel de riesgo por el fenómeno “lluvias extremas”.

El resultado está orientado hacia la revisión de las zonas vulnerables en los días con intensas lluvias, y por el otro, se identificarán aquellas partes del territorio municipal vulnerables a las extremas precipitaciones.

- Se observa que el nivel de riesgo por intensas lluvias se extiende de oeste a este del territorio municipal; es decir que, en la parte poniente del municipio se logra identificar un nivel de riesgo muy alto y alto, el cual se va comportando de medio a bajo, en la zona centro del mismo, hasta registrarse un nivel de riesgo muy bajo en la parte oriente del territorio. La zona con nivel de riesgo muy alto y alto, de acuerdo con el relieve del municipio, corresponde a las laderas de montaña en la parte alta de la sierra que es donde se presentan las mayores altitudes y áreas accidentadas; mientras que, la zona expuesta a un nivel de riesgo medio y bajo incluye los terrenos de lomeríos, semiplanos y ligeramente ondulados. Finalmente, la zona identificada como expuesta a un nivel de riesgo muy bajo corresponde a la zona de transición entre la planicie lacustre de la Cuenca de México y su piedemonte, que es en esta zona donde se han asentado la enorme mancha urbana del municipio que cubre aproximadamente el 50% del total de la superficie territorial de Naucalpan.

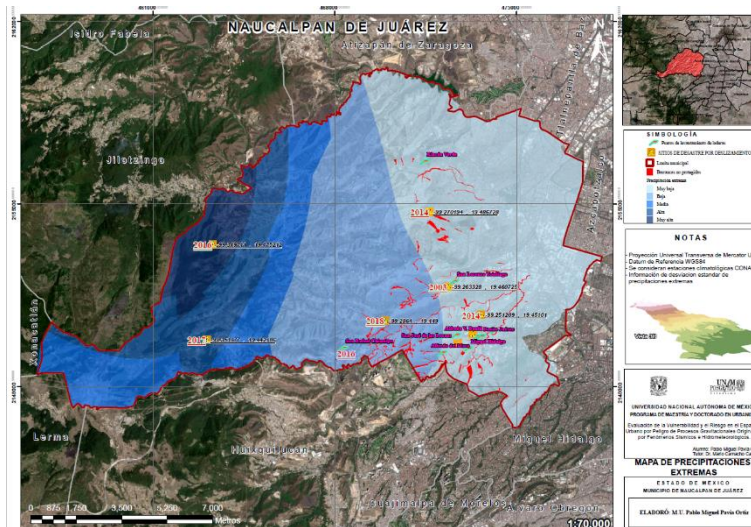


Figura 93. Mapa de precipitaciones extremas. Elaboración propia

Es importante considerar que, a mayor altitud, la condensación de humedad es mayor, por ende, las mayores precipitaciones siempre estarán asociadas a terrenos de mayor elevación, lo que conlleva a posibles peligros por deslaves, derrumbes o incluso grandes procesos gravitacionales

- En el caso de las precipitaciones extremas se consideran los valores máximo mensuales de las estaciones meteorológicas, De acuerdo con la figura 93, se podría decir que los poblados con mayor riesgo por el efecto de lluvias y precipitaciones extremas son los que se ubican en la parte poniente del territorio municipal, mientras que los poblados asentados en la parte oriente son los que muestran un nivel de riesgo bajo y muy bajo; esto en cierta forma es verídico dado a que la zona boscosa está sufriendo cambios de vegetación, contaminación por residuos sólidos y

líquidos, una desmesurada deforestación aspectos que en cierta forman propician que en época de lluvias extremas se genere una cierta erosión pluvial que a detalle además de degradar el suelo propicia el deslice de rocas y tierra debido a desprendimientos. Sin embargo, hay dos factores naturales que ayuda a percibir que la zona baja o plana es la que estaría más propensa a sufrir una amenaza por este tipo de fenómenos, sobre todo el relacionado con las precipitaciones extremas, estos factores son el relieve y la orientación de las corrientes de agua superficiales.

4.2.1 Mapa de Precipitaciones en el Municipio de Naucalpan

El Mapa de Precipitaciones Pluviales se obtuvo en base a los datos obtenidos de trece Estaciones Hidrométricas del Municipio de Naucalpan de Juárez y sus alrededores, la tabla 7, corresponde a la estación Totolica San Bartolo, en el que en base a los datos históricos se obtuvo lluvia mínima, máxima, media y se calculó la desviación estándar, para ser utilizado en la elaboración del mapa de precipitación

Tabla 7. Datos de la estación Totolica San Bartolo

PRECIPITACIONES HISTÓRICAS EN LA ESTACIÓN TOTOLICA SAN BARTOLO												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
MINIMA	0	0	0	0	3	8	11.5	14	10	0	0	0
MAXIMA	30	52	36	39.5	56	100	70	70	75	53	26	36
MEDIA	4.353	4.676	7.2877	10.2	19.083	33.119	33.484	32.386	35.8	20.151	6.4787	5.26
DESVIACIÓN ESTANDAR	6.4854	8.35	7.9021	8.1283	12.004	16.09	15.004	12.472	13.69	12.906	6.6263	7.4513

Los datos de precipitaciones se obtuvieron del Servicio Meteorológico Nacional, donde se cuenta con información histórica y hasta el año 2015. Se obtiene la siguiente tabla 8.

Tabla 8. Estaciones Hidrometeorológicas, su ubicación y datos de Precipitación

ESTACION	LATITUD (°)	LONGITUD (°)	DESVIACIÓN ESTANDAR PRECIPITACIÓN (mm)
15095	19.4953	-99.3678	23.5
15318	19.5389	-99.3969	44.1
15114	19.5581	-99.4139	27.2
15100	19.5708	-99.2375	25.9
15047	19.5628	-99.2158	13.7
15059	19.4775	-99.2208	17.5
15127	19.4656	-99.2456	15.2
15058	19.4536	-99.2383	13.2
9010	19.4125	-99.2017	27.7
9029	19.4767	-99.0914	14.5
15057	19.4431	-99.4644	29.3
15312	19.3778	-99.4958	21.2
15231	19.5294	-99.4642	26.4

La tabla 8 se toma como punto de partida, y se hace uso del Software de SIG (ArcGIS) para generar una interpolación geoespacial de datos y poder representar las zonas de Precipitación y clasificarlas. Figura 94.

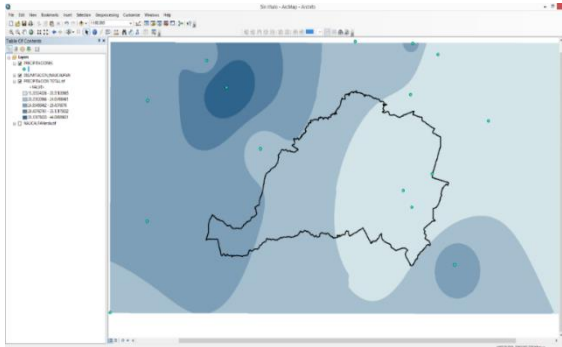


Figura 94. Interpolación de las Precipitaciones del Municipio de Naucalpan y sus alrededores

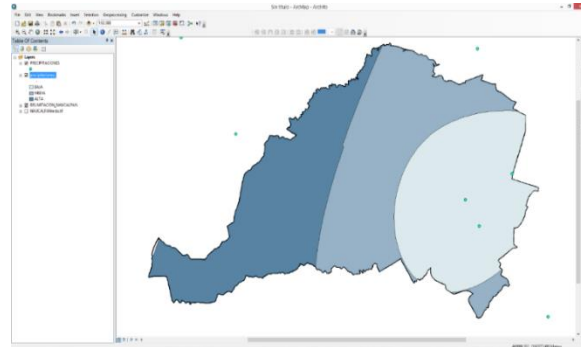


Figura 95. Precipitaciones del Municipio de Naucalpan

De la interpolación se obtiene un nuevo modelo de precipitación y se ajusta al sitio de estudio (Municipio de Naucalpan de Juárez). Figura 95.

Se coloca simbología con respecto a rangos de precipitación, considerando tres clasificaciones: Precipitación Alta, Precipitación Media y Precipitación Baja.

Como resultado se tiene el Mapa de Precipitaciones del Municipio de Naucalpan, en tamaño A3 y a una escala de 1: 70,000. Figura 96.

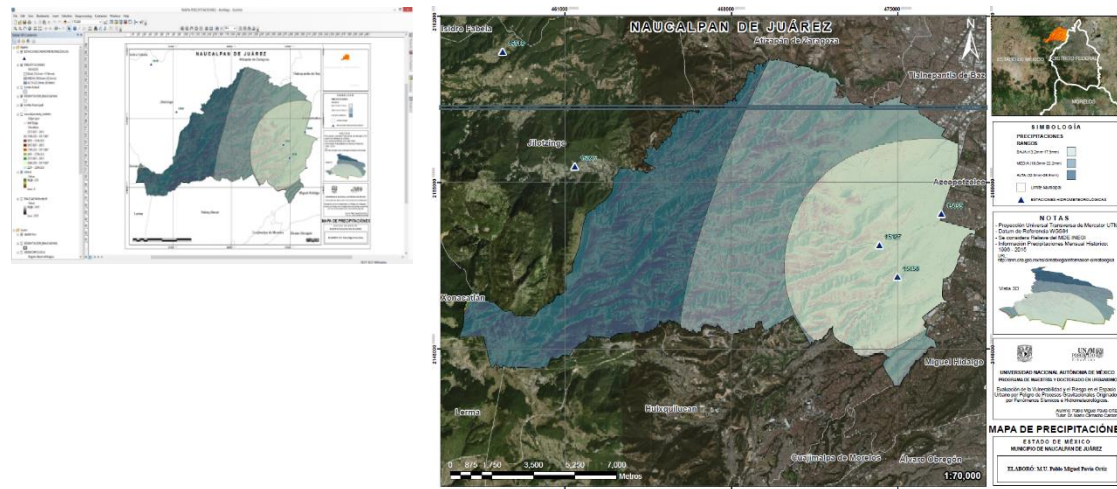


Figura 96. Clasificación de las Precipitaciones del Municipio de Naucalpan. Elaboración Propia.

En resumen, el mapa representa las zonas de precipitación en mm, donde haciendo referencia con el mapa geomorfológico, se tiene que existe mayor precipitación en la zona montañosa y en la zona de pie de monte inferior es donde menos llueve,

sin embargo, las características del suelo, los escurrimientos y sobrepesos en las laderas, puede provocar que la precipitación incluso baja sea un detonante de un proceso gravitacional.

4.2.2 Mapa de Ecurrimientos en el Municipio de Naucalpan

El Mapa de Ecurrimientos se obtuvo tomando como insumo el MDE del Municipio de Naucalpan de Juárez, figura 97.

Se realiza el proceso de la información espacial en el Software de SIG (ArcGIS), donde con uso de la caja de Herramientas de Hidrología, se obtienen los Ecurrimientos y redes de flujos que transitan sobre el MDE perteneciente al Municipio de Naucalpan, figura 98.

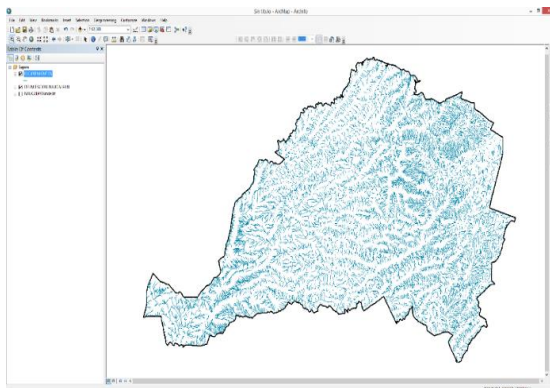


Figura 97. Cálculo de los Ecurrimientos del Municipio de Naucalpan.

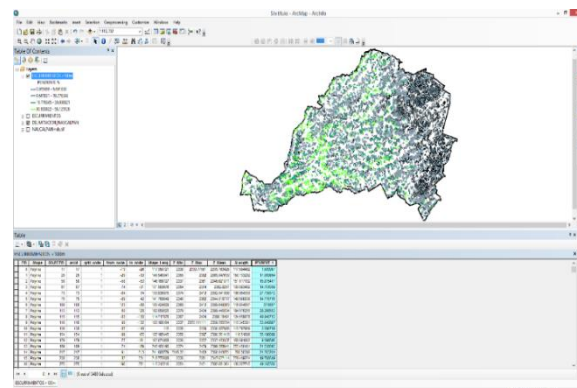


Figura 98. Cálculo de la geometría de los Ecurrimientos Municipio de Naucalpan

Se seleccionan los Ecurrimientos Representativos, aquellos con una longitud mayor a los 100 m y se realiza el cálculo matemático de las pendientes de cada escurrimiento.

Como paso final se le aplica una simbología en base a rangos con respecto al valor de la pendiente de cada escurrimiento y se representa en el Mapa. Como Resultado del análisis se obtiene el Mapa de Ecurrimientos del Municipio de Naucalpan, en tamaño A3 y a una escala de 1: 70,000. Figura 99.

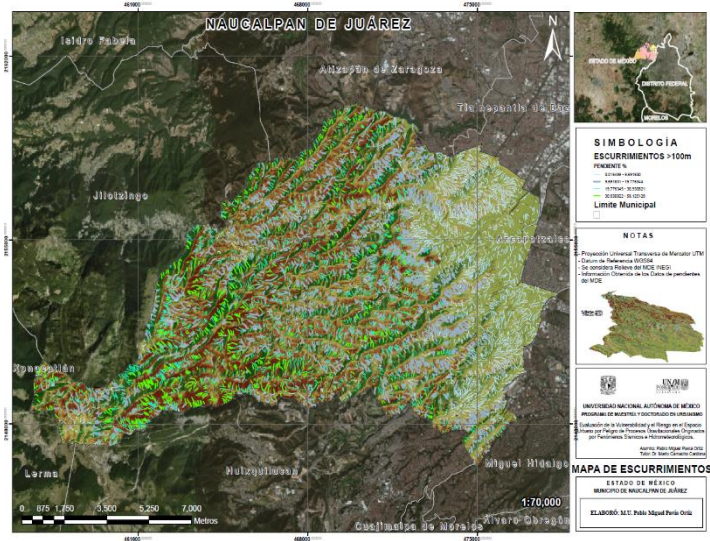
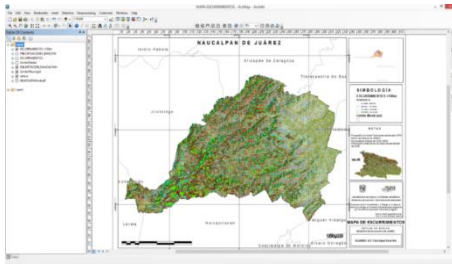


Figura 99. Mapa de Escurrimientos y su clasificación en el Municipio de Naucalpan. Elaboración propia.

Los escurrimientos nos ayudan a detectar los cauces naturales con que cuenta el relieve del territorio, se consideran las condiciones geométricas de los escurrimientos, debido a que éstos, dependiendo de su longitud y su pendiente, y su relación directa con la precipitación, puede ser un factor de riesgo de un proceso gravitacional.

Por otro lado, realizando un análisis en el mapa geomorfológico de los eventos de procesos de laderas y la inserción de las tipologías, se puede apreciar que la afectación del riesgo por sismo es medio, y en cuanto al riesgo por precipitación es de medio a bajo, más sin embargo los escurrimientos es un factor detonante que favorece los deslizamientos y de acuerdo a los antecedentes históricos la mayoría de estos procesos ha sido por saturación de agua de lluvia. Figura 100 -101.

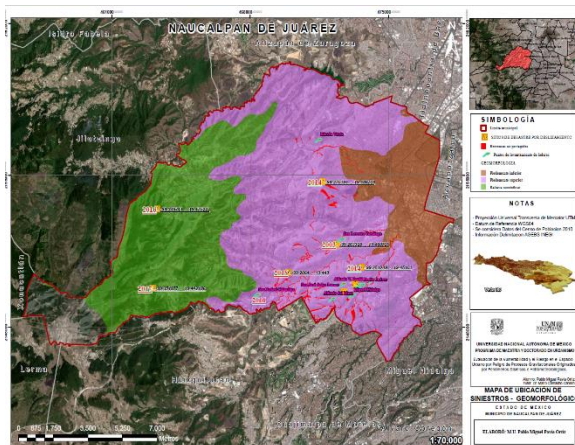


Fig. 100. Mapa geomorfológico y ubicación de procesos de ladera y tipologías de recorrido en campo

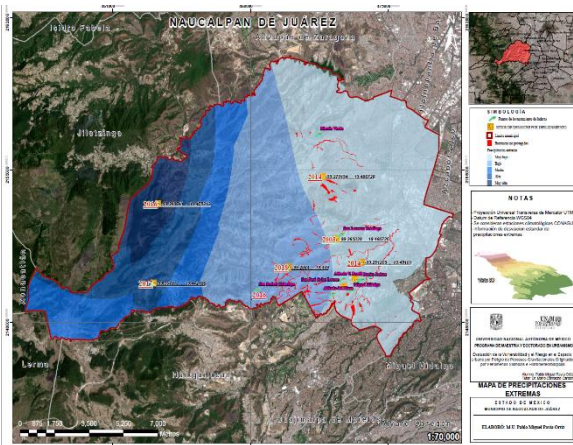


Fig. 101. Mapa de precipitaciones y ubicación de procesos de ladera y tipologías de recorrido en campo

CAPITULO 5. USO DE SUELO Y POBLACIÓN

5.1 Uso de Suelo

En el contexto regional el Plan de Desarrollo Urbano del municipio de Naucalpan se apegará a los lineamientos señalados por los Planes tanto Estatal como Regional de Desarrollo Urbano, que plantea como objetivos generales los siguientes:

- Lograr un desarrollo urbano integrado, estructurado que, bajo un estricto control, equilibre los usos del suelo y mejore el acceso de la población a las oportunidades de vivienda, a las actividades económicas, a los espacios abiertos y a los equipamientos sociales.
- Fortalecer la autosuficiencia económica, propiciando proyectos que impulsen la generación de empleo y reduzcan la demanda de transporte.
- Impulsar un desarrollo sustentable preservando las áreas de valor ambiental.

Estos objetivos podrán ser alcanzados mediante la instrumentación de políticas y estrategias de Reordenamiento y Control.

Con fundamento en los artículos 115 fracciones I, II y V de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; 6, 9 y 10 de la Ley General de Asentamientos Humanos; 112, 113, 116, 122, 123 y 124 de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de México; 2, 27, 31 fracciones I, XXIV, XXXVII y XLI y 164 de la Ley Orgánica Municipal del Estado de México; 5.5, 5.10, 7.4 y 7.5 del Código Administrativo del Estado de México; 80 fracción I, 112 y 165 del Bando Municipal vigente y 47 fracción II del Reglamento del Cabildo de Naucalpan de Juárez, México, expide “El Reglamento del Ordenamiento Territorial de los Asentamientos Humanos y Desarrollo Urbano del Municipio de Naucalpan de Juárez”, México.

Establece las bases conforme a las cuales el H. Ayuntamiento ejercerá las atribuciones que, en materia de Ordenamiento Territorial de los Asentamientos Humanos y Desarrollo Urbano, le confiere el Código Administrativo del Estado de México;

- Fijar las disposiciones básicas para planear, ordenar y regular los Asentamientos Humanos en el territorio municipal propiciando su mejoramiento;
- Fijar las normas básicas para regular, controlar y vigilar el aprovechamiento y utilización del suelo, así como la construcción de edificaciones y la infraestructura vial de competencia municipal;
- Fijar las restricciones al Uso del Suelo y a la construcción de edificaciones en términos de los ordenamientos legales aplicables; y
- Establecer los mecanismos para comprobar el cumplimiento a las disposiciones en materia de Ordenamiento Territorial de los Asentamientos Humanos, Desarrollo Urbano y Construcciones que se lleven a cabo dentro del territorio municipal.

Actualmente el territorio municipal está dividido en tres grandes áreas: área urbana, área urbanizable y área no urbanizable.

El área urbana: ubicada en el extremo este del territorio, ocupa alrededor del 43.8% de la superficie total del territorio municipal y concentra el 95% de la población total del municipio; es el lugar donde se desarrollan prácticamente todas las actividades sociales y económicas del municipio y cuenta con todos los servicios propios de una ciudad, brindando coberturas casi totales.

Los polos importantes del área urbana son: Cabecera Municipal, por sus funciones político-administrativas, comerciales y de servicios; la zona del Toreo por sus funciones de comunicación, comerciales y de servicio; la zona de Ciudad Satélite por las actividades comerciales y de servicio que en ella se desarrollan; la zona de Lomas Verdes por los servicios educativos que se brindan; y, la zona industrial generadora de fuentes de empleo y de una gran actividad económica.

La topografía del área urbana ha tenido una fuerte influencia en la conformación de la ciudad por lo que, al igual que muchas ciudades en el mundo el espacio físico refleja la polarización social, provocando la coexistencia diferentes tipos morfológicos; desde los planificados hasta los que han sido improvisados en zonas cuya topografía y condiciones físicas, en general, no son las más apropiadas para el desarrollo urbano.

El área urbanizable: ocupa el 9.9% de la superficie de territorio municipal; los datos oficiales de población no refieren habitantes, no obstante, es la zona de mayor crecimiento anárquico; carece de infraestructura y no se prestan servicios públicos. Es un área que se señaló como de futuro crecimiento y sobre la cual sólo se han generado asentamientos humanos irregulares, debido a que la forma de tenencia de la tierra es predominantemente ejidal, lo que impide la división del suelo con fines urbanos. sobresale un área de reserva ecológica y un gran polígono de 288 hectáreas aproximadamente, expropiado en el año de 1988 cuya causa de utilidad pública fue la creación de una Central de Abasto, un Parque Agroindustrial.

El área no urbanizable: representa el 46.3% de la superficie del territorio y aloja el 5% de la población total. Se localiza al poniente del municipio; en ella se ubican los dos poblados rurales con los que cuenta Naucalpan: San Francisco Chimalpa y Santiago Tepatlaxco, así mismo existen grandes extensiones de tierra ejidal, comunal y de pequeña propiedad, hoy en día con una cantidad importante de asentamientos humanos irregulares. Dentro de ésta área no urbanizable se localiza el Parque Estatal Otomí-Mexica.

También son áreas no urbanizables los parques urbanos dentro del área urbana por ser elementos importantes en las actividades de la estructura urbana; entre éstos: el Parque de los Remedios, área natural protegida que constituye el área verde más importante de esta estructura y el Parque Estado de México "Naucalli" que además de su importancia como área verde, ofrece espacios para actividades deportivas, recreativas y culturales.

5.1.1 Diversos Usos de Suelo en el Municipio de Naucalpan

- *Uso habitacional de baja densidad*

Ubicada en los extremos norponiente y surponiente del municipio. Las características principales de esta zona son las bajas intensidades de ocupación; la vivienda es de alta calidad constructiva y la estructura urbana es homogénea con áreas jardinadas en aceras y camellones. Tiene una buena dotación de servicios y equipamiento.

- *Uso habitacional densidad media*

Ubicada en el centro y noroeste de la mancha urbana del municipio, tiene una intensidad de ocupación media, una adecuada dotación de equipamientos y servicios, buena calidad constructiva en las edificaciones y un índice bajo de áreas verdes. El uso de suelo predominante es habitacional, aunque ha tendido en los últimos años a modificarse a comercial y de servicios, impulsado por la necesidad de la población.

- *Uso habitacional de alta densidad*

Son aquellas zonas donde los niveles de calidad de vida y de la vivienda descienden y donde el uso de suelo es predominantemente habitacional en densidades medias y altas, esto significa alta concentración de habitantes que ha generado un modelo de ocupación de vivienda con comercio integrado en el mismo predio. En donde las zonas la demanda de servicios y equipamiento es mayor a la dotación existente, se trata de comunidades de origen irregular en las que no se previeron espacios para equipamiento, ni se instalaron infraestructura y servicios adecuados; además la dotación de área verde por habitante, es muy escasa.

- *Zona industrial*

La mayor parte de la industria en el municipio, se encuentra en el centro-poniente del territorio, próxima a la Cabecera Municipal y a las vialidades regionales, en algunos casos se mezclan el uso industrial con el uso habitacional de alta densidad y los usos comercial y de servicios. La zona industrial es una de las de más alta movilidad, con un grave problema de obsolescencia urbana, que ha obligado a su emigración y consecuente cambio en la forma de ocupación de suelo de industrial a comercial y de servicios.

- *Uso comercial y de servicios*

Se concentra en la Cabecera Municipal, así como a lo largo de las vialidades primarias, conformando en estos casos corredores urbanos de alta intensidad. Se distinguen dos centros de muy alta intensidad: la zona del Toreo y la zona de Ciudad Satélite, los cuales tienen influencia regional. A escala local, los centros comerciales y de servicios más importantes se ubican en la zona de Tecamachalco, la zona de El Molinito y la Cabecera Municipal. En general Naucalpan ha mostrado en los últimos años una fuerte influencia hacia la terciarización de las actividades.

- *Equipamiento*

El área urbana cuenta con una cobertura de equipamiento de educación alta, no siendo tan satisfactorio el rubro de cultura; hablando del equipamiento de salud y asistencia pública existen deficiencias sobre todo en el primer nivel de atención, tratándose de especialidades la cobertura existente brinda servicios regionales. El equipamiento recreativo, de esparcimiento y áreas verdes se encuentra aún en niveles bajos y su ampliación se ve muy limitada debido a la masificación de las construcciones, sobre todo en las zonas más densamente pobladas. El equipamiento de comercio y abasto se cubre con los mercados municipales y tianguis, que han ido perdiendo importancia, debido a la incorporación de cadenas de tiendas de autoservicio, que resultan atractivas para un importante sector de la población.

En el territorio se cuenta con extensiones de terreno dentro del área urbana, destinados a equipamiento e infraestructura con fines muy específicos, destacando: Vaso regulador El Cristo, donde se vierten aguas residuales, Campo Militar No. 1, propiedad federal ocupada y resguardada por la Secretaría de la Defensa Nacional; instalaciones para la educación media superior y superior de la Universidad Nacional Autónoma de México y del Instituto Politécnico Nacional; instalaciones para la salud pública del Instituto Mexicano del Seguro Social y del Instituto de Seguridad Social de los Servidores del Estado de México y Municipios; instalaciones para comunicaciones y transporte público, Paradero y Estación del Metro Cuatro Caminos; y espacios verdes para la recreación y el deporte como Parque de “Los Remedios” y el Parque Estado de México “Naucalli”.

- *Poblados rurales*

Dentro del territorio existen dos poblados rurales: Santiago Tepatlaxco y San Francisco Chimalpa, ambos constituyen asentamientos humanos de muchos años atrás, cuya expansión se ha ido provocando en forma dispersa hacia las afueras de sus centros de poblado, para su identificación ambas comunidades, se han dividido en barrios y parajes que han sido definidos por sus mismos habitantes.

Los dos pueblos cuentan en sus áreas centrales con servicios, aunque su infraestructura y equipamiento es muy limitada, ya que se ha desarrollado de manera paralela a la ocupación informal que paulatinamente se va consolidando. En muchos aspectos de su vida cotidiana aún se rigen por usos y costumbres propias.

- *Ejidos fuera del área urbana*

Son tierras de extensiones importantes, sin aprovechamiento, muchas veces ociosas, y actualmente con un grave problema de ocupación irregular con asentamientos humanos. La norma vigente asigna a estas tierras usos agropecuarios, ganaderos y forestales, que ya no corresponden con la vocación de incorporación urbana de suelo social. Por su estatus, en varios ejidos se llevan a cabo actividades de explotación minera, sin las autorizaciones correspondientes y por ende sin la infraestructura adecuada. Las tierras dentro del área no urbanizable corresponden a los Ejidos de Chiluca, San Mateo Nopala, Santiago Tepatlaxco, Santiago Occipaco, Los Remedios y San Francisco Chimalpa.

Todas las descripciones de los diversos usos de suelo en el municipio de Naucalpan se muestran en el siguiente mapa, figura 102.

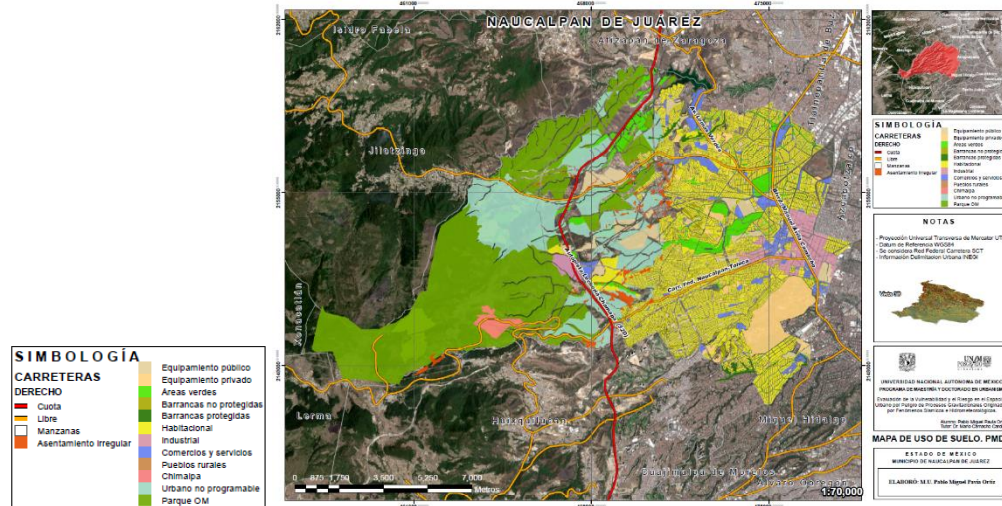


Figura 102. Usos de suelo del Municipio de Naucalpan.

5.1.2 Mapa de Infraestructura Carretera y Zona Urbana en el Municipio de Naucalpan

En los años cincuenta se desarrolló en Naucalpan un parque industrial, que en poco tiempo tomó gran importancia, que de inmediato impulsó el crecimiento. Hacia finales de estos años cincuenta, el gran detonador del desarrollo urbano en Naucalpan fue el proyecto de Ciudad Satélite, para la cual se diseñó y construyó la vialidad, la de mayor sección y capacidad de servicio del país, constituyéndose como la ampliación norte del Anillo Periférico de la Ciudad de México, que hizo coincidir con la Carretera México Querétaro y que más tarde sería la Autopista México-Querétaro; actualmente conocida como Boulevard Manuel Ávila Camacho.

En los años sesenta, comenzó un acelerado crecimiento del desarrollo habitacional en varios puntos del territorio, que estuvieron asociados a la existencia del Boulevard Manuel Ávila Camacho y de la carretera Naucalpan Toluca, así como a la enorme oferta de tierra para vivienda, tanto formal como informal, que motivó a habitantes del aquel entonces Distrito Federal a migrar en busca de un patrimonio.

No hubo control, no se realizaron obras ni se instalaron servicios suficientes para satisfacer las nuevas demandas y mucho menos se previeron futuras. La vialidad fue el tema más olvidado; las escasas vialidades que se construyeron tuvieron como único objetivo, conectar las colonias y los nuevos desarrollos habitacionales al Boulevard Manuel Ávila Camacho y a la Carretera Naucalpan Toluca; el sistema vial que entonces se conforma es local y desarticulado, obligado fundamentalmente por las condiciones topográficas del municipio, y la falta de interés en la inversión tanto pública como privada, en este rubro. Lo más importante en materia vial que se realizó en los años 70 fue la construcción de la Avenida Lomas Verdes, bajo el mismo modelo de conexión al Boulevard Manuel Ávila Camacho, y en los años 90

la Autopista La Venta Lechería, como un libramiento de peaje, cuyo trazo e intersecciones poco aportan para aliviar la demanda.

Bajo este análisis se genera el mapa de Infraestructura Carretera y Zona urbana, obteniéndose de los siguientes insumos:

- Información en formato Shape de la Red Federal Carretera SCT
- Información en formato Shape de la Delimitación de las Manzanas de INEGI

Con el uso del Software de SIG (ArcGIS) se realiza la superposición al vuelo de las capas antes mencionadas, dando la simbología representativa y etiquetando la información necesaria. Figura 103.

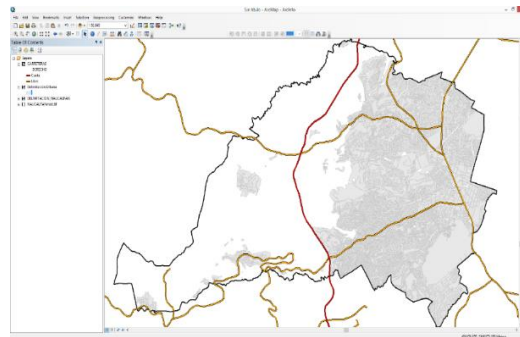


Figura 103. Infraestructura Carretera en el Municipio de Naucalpan.

Uno de los elementos básicos en la estructura urbana es la vialidad, de ella dependen muchos factores que contribuyen al desarrollo económico y social de los asentamientos humanos, esto mediante la intercomunicación entre asentamientos, llevando consigo el intercambio de bienes y servicios, pero también de aspectos socioculturales. En la vialidad también se vive el espacio urbano abierto, ya que a través de ella se perciben todas las sensaciones y significados de las formas espaciales, donde se genera una fuerte interacción entre el espacio y el habitante. Figura 104.

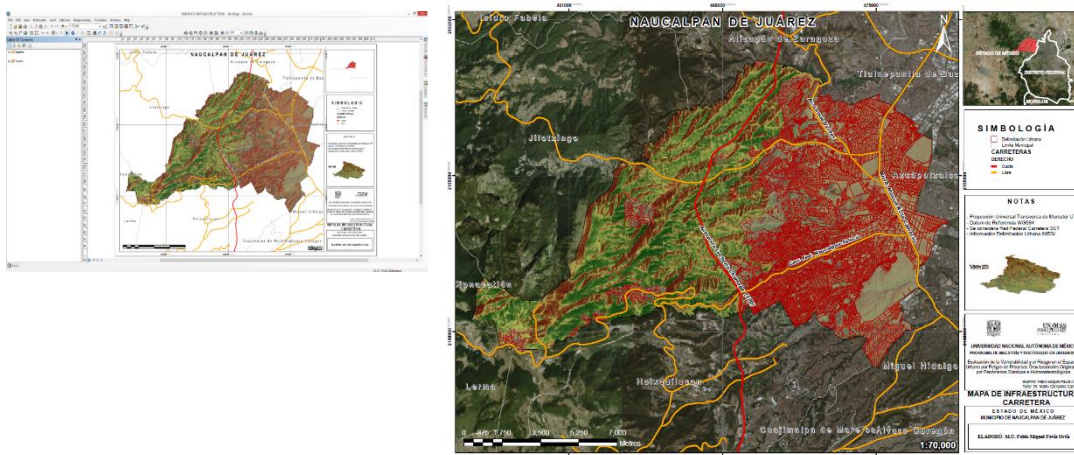


Figura 104. Infraestructura Carretera y Zona Urbana del Municipio de Naucalpan. Elaboración propia.

5.2 Población

De acuerdo con datos del INEGI, Naucalpan con sus 833,779 habitantes, en el año 2010 ocupaba el 3er lugar como entidad más poblada de los 34 municipios que integran la Zona Metropolitana del Valle de México, alojaba al 5.5% de los 15'175,862 de habitantes que conforman la población total del Estado de México. Con el paso de la década de los años 2000-2010, el municipio disminuyó su población en 24,932 habitantes, lo que representa un decremento del -3% de los 858,711 habitantes con que contaba el municipio en el año 2000. Esta situación contrasta con la presentada en los 90's. Durante el periodo de 1960-1980 la población se incrementó 7.507 veces representando un crecimiento de 644,342 habitantes. Ver tabla 9 y gráfica 3.

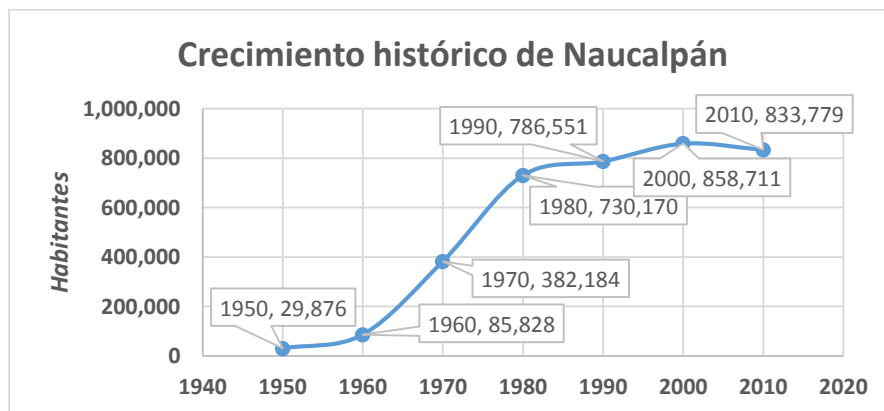
Este crecimiento poblacional tuvo como causa principal la migración, provocada por una conjunción de factores entre los que destacan la limitación del aquel entonces Distrito Federal (ahora CDMX) para autorizar nuevos fraccionamientos, la oferta de empleo generada en la zona industrial de Naucalpan y su ubicación inmediata a la CDMX.

Entre 1980 y el 2000 el crecimiento demográfico disminuyó sensiblemente su ritmo, contabilizándose un incremento de 128,541 habitantes entre esas dos décadas.

Tabla 9. Crecimiento histórico del municipio de Naucalpan.
Datos obtenidos de INEGI

Crecimiento histórico de Naucalpan			
Año	Población	Crecimiento Promedio Anual	Tasa de Crecimiento Promedio Anual (TCMA)
1950	29,876		
1960	85,828	5,595	11.10%
1970	382,184	29,636	16.10%
1980	730,170	34,799	6.70%
1990	786,551	5,638	0.70%
2000	858,711	7,216	0.90%
2010	833,779	-2,493	-0.30%

Gráfica 3. Crecimiento histórico del municipio de Naucalpan.



5.2.1 Distribución de la Población

El concepto de jerarquía urbana puede quedar desaparecido en determinadas regiones con alta densidad de población, apareciendo el concepto de continuo urbano, también llamado continuo rururbano. En este caso la jerarquía entre poblaciones queda rota, ya que no se manifiestan niveles o áreas de influencia de las ciudades con límites definibles. Se trata de una serie de funciones (residencia, industria y servicios) que se extienden desde el centro de la ciudad hacia la zona rural en yuxtaposición, es decir, a lo largo de toda el área de expansión se distinguen tanto zonas residencias como industriales o de servicios.

Considerando el municipio de Naucalpan, el 95% de la población se asienta en el continuo urbano, contando con dos localidades urbano – rurales, San Francisco Chimalpa y Santiago Tepatlaxco, localizadas sobre la carretera Naucalpan-Toluca, al poniente de la Autopista Chamapa-Lechería. El otro asentamiento importante, el Ejido San Francisco Chimalpa actualmente se encuentra prácticamente conurbado al área urbana de Naucalpan. Un hecho importante es la disminución de la población en la cabecera municipal en contraposición del crecimiento en las localidades rurales, ver tabla 10.

Tabla 10. Incremento y decremento en localidades urbano-rurales (continuo urbano).

Localidad	Población		Diferencia 2000-2010
	2000	2010	
Naucalpán de Juárez	835,053	792,211	-42,842
San Francisco Chimalpa	6,453	8,953	2,500
Ejido San Francisco Chimalpa	1,802	4,349	2,547
Santiago Tepatlaxco	3,093	3,864	771
Resto de Localidades	12,310	24,402	12,092
Total Municipal	858,711	833,779	-24,932

5.2.2 Mapa de Densidad de Población en el Municipio de Naucalpan

Para la generación del Mapa de Densidad de Población se requirieron de los siguientes insumos:

- Información formato Shape de AGEBS INEGI
- Tabla de cantidad de Población por AGEB INEGI
- Información formato Shape de delimitación de Manzanas en el Municipio de Naucalpan de Juárez INEGI.

Se tiene la tabla 11 de datos de Población por AGEB.

La tabla 11, corresponde a una base de datos de 6903 valores de población por manzana, con ayuda de una tabla dinámica se resume la base de datos a una nueva base de datos de cantidad de población por AGEB.

Con la información antes mencionada y con el uso del Software de SIG (ArcGIS), se trabaja con el Shape de AGEB's y se delimita a la Zona del Municipio de Naucalpan, figura 105.

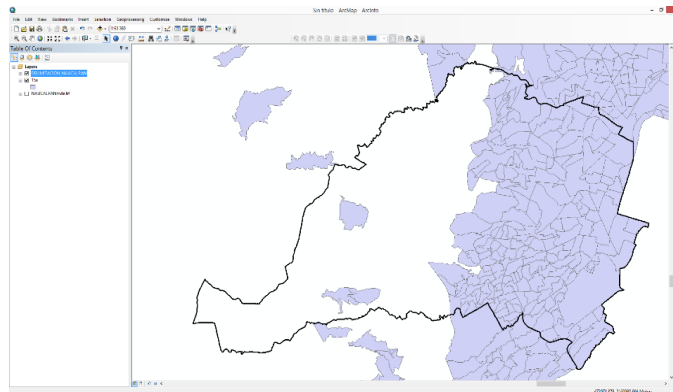


Figura 105. AGEBS Urbanos del Estado de México

Se realiza una unión de datos tabulares entre la capa Shape de AGEB's y la Tabla de Población por AGEB, haciendo relacionar el Código del AGEB en cada uno. De esto se obtiene una nueva capa formato Shape que contiene la información Geográfica y la información estadística de la Población por AGEB.

Con el Shape resultante se realiza el cálculo de la Densidad de la Población (No.Hab./Área), considerando número de habitantes por hectárea. Figura 106.

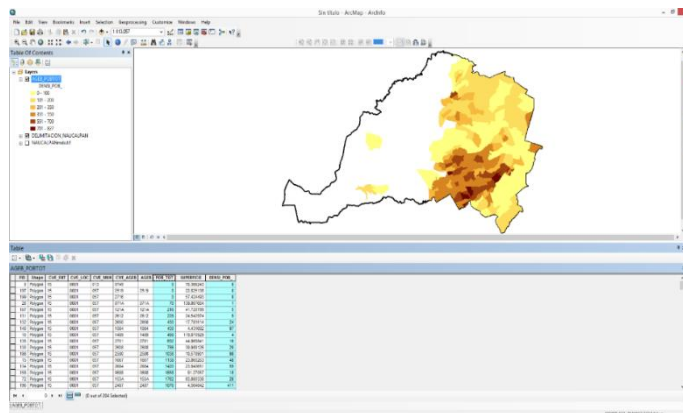


Figura 106. Cálculo de la Densidad de Población del Municipio de Naucalpan.

Se maneja simbología representativa a la densidad de población y se coloca la Capa de Delimitación de Manzanas, para apreciar su correspondencia con la Densidad de Población.

El color claro corresponde a zonas de baja densidad de población y en colores más oscuros corresponde a zonas de población más densa.

Así se obtiene el Mapa de Densidad de Población del Municipio de Naucalpan, en tamaño A3 y a una escala de 1: 70,000. Figura 107.

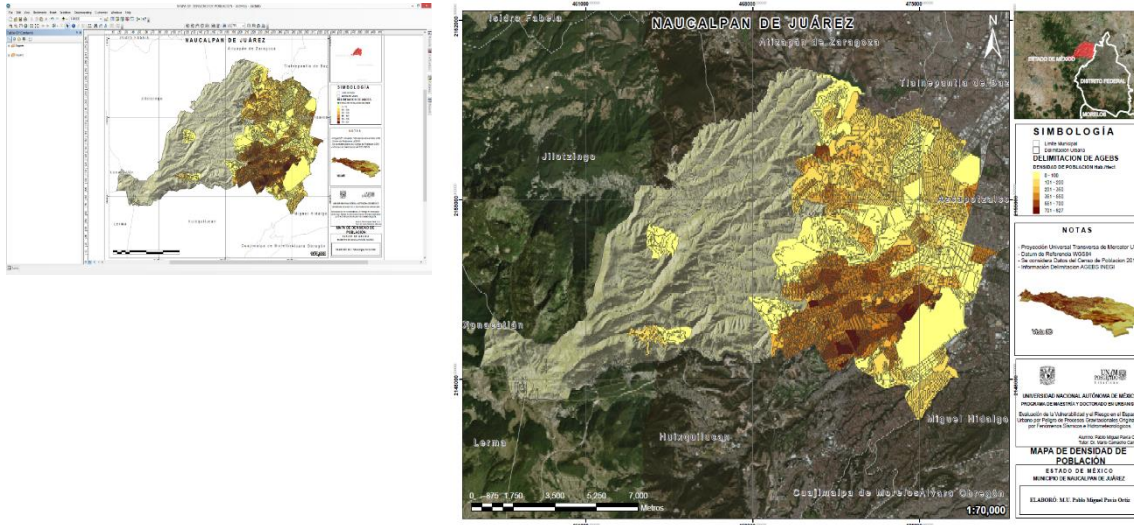


Figura 107. Densidad de Población e infraestructura Catastral del Municipio de Naucalpan.

5.2.3 Mapa de Infraestructura Catastral del Municipio de Naucalpan

El mapa de infraestructura catastral, se elaboró, tomando información catastral por construcciones, donde se tiene información fotogramétrica detallada del Municipio de Naucalpan de Juárez.

En el software especializado de SIG (ArcGIS), se vacía la información de manzanas y se sobrepone la información catastral por construcción, dando un amplio panorama de la densidad de población existente y la influencia humana en el territorio, figura 108.

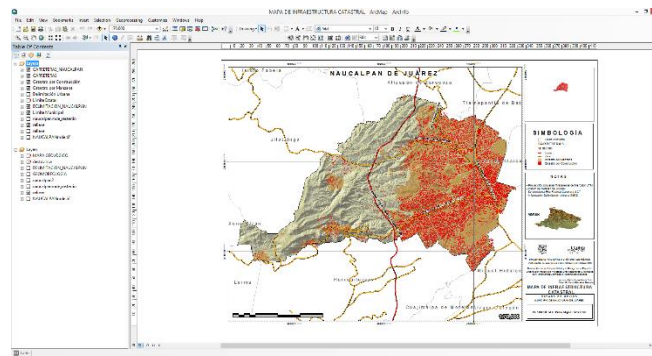


Figura 108. Infraestructura Catastral del Municipio de Naucalpan. Elaboración propia.

Se tiene información catastral de construcciones con características de cada edificación, figura 109.

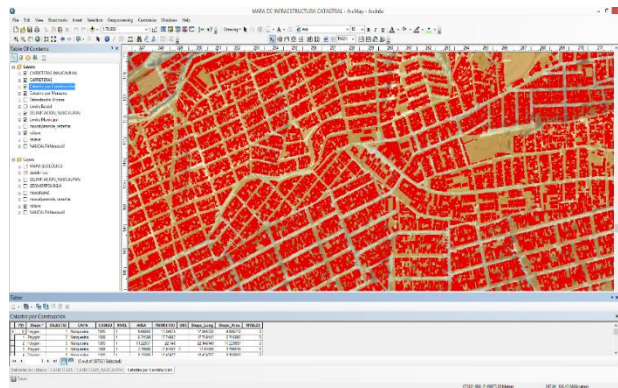


Figura 109. Información catastral a nivel de construcciones en el Municipio de Naucalpan

La información catastral nos ayuda a apreciar las edificaciones que también se consideran como factor precursor de un proceso gravitacional, debido a la ubicación de muchas de ellas y el sobrepeso que generan por encima de las laderas.

5.2.4 Mapa de Población más Densa en el Municipio de Naucalpan

El mapa mostrado se obtiene del Mapa de densidad de Población y con ayuda del Software de SIG (ArcGIS) se realiza un acercamiento a la zona de la Población más Densa y delimitando los AGEBS. En el fondo se le coloca una Imagen Satelital del sitio en donde se puede apreciar visualmente la concentración de la vivienda y por lo tanto la correspondencia con los valores obtenidos del INEGI. Figura 110.

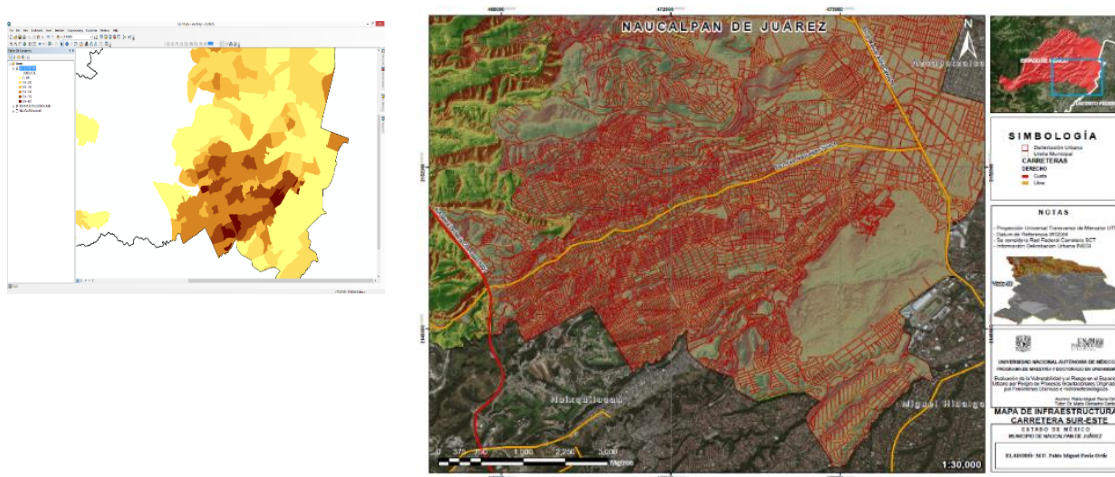


Figura 110. Vista S.E. de las Zonas de Mayor Densidad de Población del Municipio de Naucalpan

El Mapa anterior se obtienen en base al mapa de Infraestructura Carretera del Municipio de Naucalpan, se realiza un acercamiento a la zona urbana (Sur-Este), para definir, visualizar y comparar la infraestructura con las diferentes concentraciones de Población.

5.3 Formación y Transformación del Tejido Urbano del Municipio de Naucalpan

De acuerdo a (Camacho, 2007), en su *Diccionario de Arquitectura y Urbanismo*, define al **Tejido urbano** como el entramado físico contextual de la forma urbana. Son las series de elementos físicos integrados con cierta permanencia da una forma urbana; la diferencia de los tejidos se da como respuesta de las actividades esenciales socioculturales, presentándose a través de la historia tejidos urbanos medievales, renacentistas, novohispánicos, latinoamericanos, etc.

Así también define a la **Forma urbana** como Configuración que toma un centro urbano en determinado momento, en la unión de cierta permanencia de los sectores urbanos con base en una estructura urbana determinada, que sigue las leyes de composición de los sistemas conceptuales de determinada realidad, y qué conforma un todo urbano. Dicha forma no siempre es nueva, es decir, no se realiza en una sola época, bajo las ideas de una misma planeación integral (como el caso de las ciudades nuevas), sino que se va configurando estimando valorativamente sus espacios significativos a través del tiempo, para que estos contengan totalidades sociales diferentes de las que le dieron origen. En esta dinámica secuencial de realidades sociales con diferentes avances científicos y tecnológicos se estima el espacio significado de otras épocas, por medio de la revalorización dialéctica existencial del mismo.

(Capel H., 2002) y (Oliveira, V., 2016) mencionan que la evolución y el desarrollo de las áreas urbanas y la complejidad funcional de las mismas, ha dado lugar a la formación de tejidos urbanos, por lo tanto, ellos componen la ciudad.

Por su parte Karl Kropf, en su documento *El tejido urbano y el carácter de las ciudades (1996)*, considera al tejido urbano como un todo orgánico que puede ser estudiado a diferentes escalas o niveles. Estos niveles corresponden a distintos elementos de la forma urbana. Cuanto mayor sea la escala, mayor es el detalle de lo que se muestra (Kropf, K., 1996).

El tejido urbano es clave como punto de referencia de coordinación, ya que proporciona una base esencial para comprender la estructura y complejidad del entorno construido, así como para crearlo, transformarlo o administrarlo. Para Kropf, el producto principal del análisis morfológico básico es el tejido urbano.

5.3.1 Origen del Tejido Urbano

En México, así como otras ciudades de Latinoamérica se hace prioritario el problema de la expansión de una ciudad aun cuando el verdadero inconveniente debería de ser el del modo en cuanto estas se producen, en cuanto al carácter físico-espacial y morfológico de lo que conforma el tejido. Es aquí donde podemos encontrar dos tipos de agregación de tejidos que se describen a continuación;

- Planificado (sistema formal cerrado): contiene un alto grado de aislamiento de la realidad urbana generando una negación de la generación de tejido social, son comúnmente denominados como “fraccionamientos cerrados”, en el caso de Naucalpan se localizan diversos asentamientos en las diferentes colonias en el territorio municipal.

- Espontaneo (Sistema informal abierto): Estos procesos involucran la variable de carácter social y el espacio físico dando lugar a grandes cantidades de tejido social sin algún carácter geométrico de tipo abierto e incompleto, según (Sáez Giraldes, Garcia Calderón, Roch Peña, 2010) algo denominado Ciudad espontanea. En el caso del municipio de Naucalpan, este sistema informal abierto es predominante debido a la capacidad económica y carácter social.

5.3.2 La Ciudad Espontánea o Fragmentada

El crecimiento desmedido de la mancha urbana y una falta de planificación y control en los modelos de crecimiento han provocado una progresiva degeneración de la ciudad; algunas de estas manifestaciones pueden observarse en lo que se conoce como periferia (Intenta, pero sin lograrlo continuar con el crecimiento de la ciudad sin conseguirlo, trastornándola, heredando las deficiencias y segregaciones) y el barrio (Un sistema que dependiente de una estructura urbana), esto es el reflejo de la ciudad espontánea y de la cual el municipio de Naucalpan no es la excepción, a continuación se presenta un panorama de esta realidad de tejido urbano. Figura 111-112.

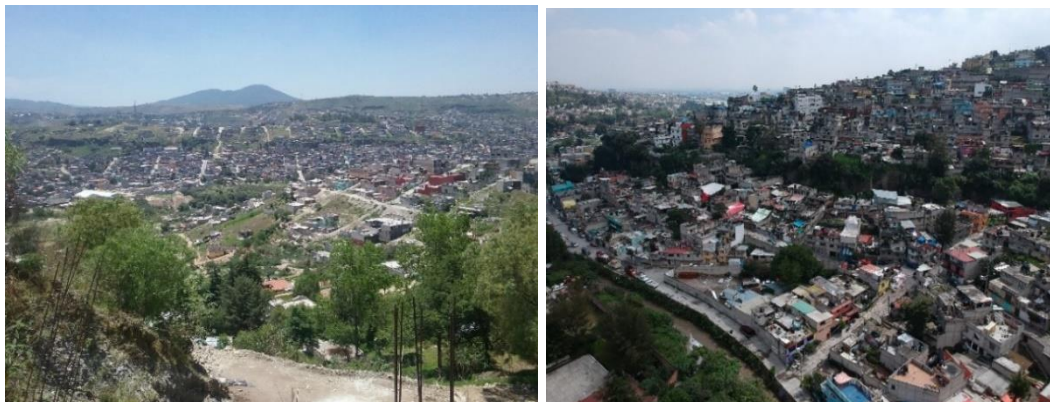


Figura 111 – 112, Ciudad espontánea. Colonia el Tejocote y Colinas de San Mateo. Elaboración propia.

Según (Borsdorf, Axel, 2003) la ciudad fragmentada conserva desde el aspecto morfológico dos principios estructurales: la tendencia sectorial-lineal provocada por las vías rápidas intraurbanas y anillos de circunvalación exteriores (libramientos, periféricos) y el crecimiento celular caracterizado por la presencia de viviendas sociales y asentamientos periféricos.

5.3.3 Proceso de Transformación del Tejido Urbano del Municipio

Este tipo de transformación suele ser paulatino y silencioso en México, nuestras ciudades y al parecer su análisis ha sido pasado por alto por ciertos temas de los estudios urbanos contemporáneos, como grandes proyectos integrales urbanos en el contexto de la globalización y la problemática de la ciudad informal y los asentamientos marginales.

En este sentido, mediante la revisión de los procesos de formación histórica y el análisis de los fenómenos recientes de transformación urbana, se han realizado cambios en las manzanas y tipologías de edificaciones tradicionales. Produciendo tejidos urbanos que nacen como barrios, promociones de vivienda y lotificaciones populares, los cuales en su proceso de ocupación del suelo han ido configurando una población densa y continua. A su vez, la progresiva y continua mutación e hibridación de los usos y tipologías llega a ser una característica del municipio de Naucalpan.

Los proyectos globalizados de urbanismo y construcción urbana, estudian las consecuencias de la explosión demográfica del siglo pasado. Estas circunstancias han propiciado un crecimiento exponencial de las concentraciones urbanas, así como la aparición nuevos fenómenos que han transformado por completo la urbe, las relaciones entre sus habitantes y problemáticas con grandes consecuencias, problemas presentes en nuestra sociedad urbana como la gentrificación o de manera más sutil como la sostenibilidad urbana (complejidad de usos, movilidad, etc.).

5.3.4 Configuración del Tejido Urbano

Los tipos de procesos de urbanización que han configurado el municipio de Naucalpan y que han dado lugar a la configuración de los tejidos urbanos híbridos contemporáneos. Uno de origen “espontáneo” (en el sentido de que no deviene de los instrumentos convencionales de planificación urbanística), cuya secuencia temporal nos enseña una primera fase de lotificación (división del suelo), un segundo momento de generación de la edificación, y un último estudio de estructuración de proyectos de infraestructura (urbanización de calles y provisión de redes de servicio). Figura 113 – 116.



Figura 113 – 116, Tejido urbano de origen espontáneo. Elaboración propia.

El otro proceso de urbanización, de origen “formal” y generalmente destinado a dar soluciones de vivienda a las clases trabajadoras, se desarrolla de acuerdo con los cánones establecidos de provisión inicial de infraestructura básica (acceso y agua potable), y posterior división del suelo y edificación. Figura 117 - 118.



Figura 117 - 118, Tejido urbano de origen formal. Elaboración propia.

Una de las características más relevantes de estos procesos es el denominado “urbanización intersticial”, y que tiene lugar a partir de una expansión que no se dio en forma pareja, sino que, por el contrario, se desarrolló de manera fragmentada, avanzando progresivamente desde distintas direcciones hasta cubrir toda la superficie de los fragmentos urbanos del municipio de Naucalpan,

Estos nacen como lotificación hechos por sus propietarios (o por un “urbanizador informal” que vende subdivisiones irregulares en terrenos con dominios confusos), que luego son reconocidos y “legalizados” por el desarrollo urbano vigente. Este tipo de urbanización, característica de los años 60 en adelante, se desarrolla, en gran medida, por la oportunidad de negocio que deriva de la fuerte presión migratoria y su demanda de suelo de bajo costo, así como por la incapacidad estatal de dar soluciones de vivienda social masiva y la falta de una reglamentación urbanística clara. Figura 119 - 120.



Figura 119 - 120, Tejido urbano, urbanización intersticial. Elaboración propia.

En el municipio como un producto de procesos de urbanización de origen formal, es Ciudad Satélite, comúnmente llamada solo **Satélite**, es un fraccionamiento residencial, originalmente concebido para la clase media y actualmente habitado por la clase media alta y alta, ubicado al noroeste de la Ciudad de México, resulta un caso representativo de urbanización formal de terrenos.

Fue pensada para la clase trabajadora de la capital, pero, debido a alta demanda que obtuvo Ciudad Satélite, los precios fueron deliberadamente establecidos para separar la ciudad en tres áreas: clase media, clase media-alta y clase alta. Novelistas y Economistas fueron los circuitos con los precios más altos, así las mansiones más impresionantes fueron construidas en ellos. Los primeros habitantes, entre ellos profesionistas, burócratas, empresarios, etc., huían del estrés, congestionamiento y crimen de la ciudad, a pesar de mantener trabajos en ésta. Comenzaron a llegar en 1957, motivados por promocionales que leían "Todo funcionando, no en proyecto"; sin embargo, testimonios de los primeros colonos aseguran que existían constantes fallas del servicio eléctrico y larga espera por las instalaciones telefónicas.

Para conectar de forma eficiente al nuevo desarrollo con la Ciudad de México, se construyó la vía rápida que partía desde la Fuente de Petróleos, en la ampliación del Paseo de la Reforma a la entrada del mismo, que estaría plenamente identificado por el monumento, ahora ícono indistinguible de la zona, las Torres de Satélite. Gracias al éxito de Ciudad Satélite, más colonias y fraccionamientos de la zona se sumaron, creando el Anillo Periférico.

Dentro de los problemas contemporáneos en el municipio incluyen grandes problemas de tráfico (debido a su naturaleza de ciudad dormitorio, donde muchas personas viajan a la Ciudad de México todos los días), el estado decrepito de muchos caminos; junto a robos, violaciones de las regulaciones ambientales, saturación de bienes raíces debido a nuevos desarrollos y comercio ambulante en exclusivas zonas residenciales. Figura 121 - 122.

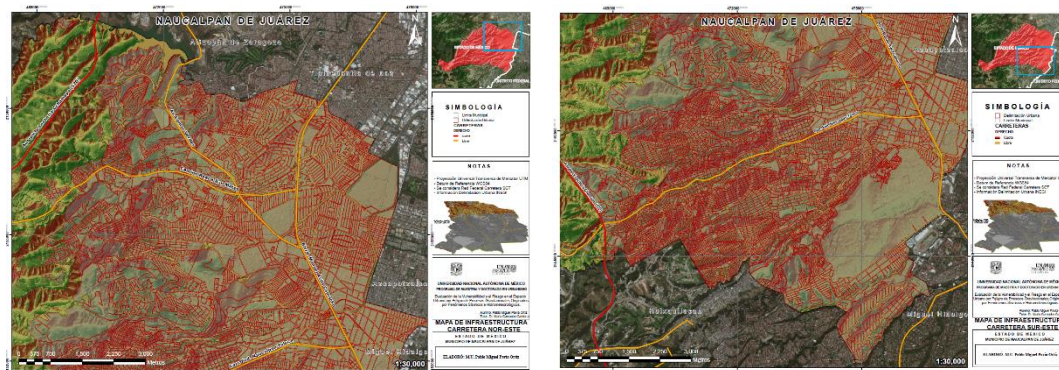


Figura 121 - 122, Estructura urbana, con conflicto viales. Elaboración propia.

Los reglamentos de planeación urbana, si bien no llegan a enmarcarse dentro de un instrumento general de ordenación urbana (Plan Regulador), influyen notablemente en la configuración de este tipo de tejidos de desarrollo progresivo.

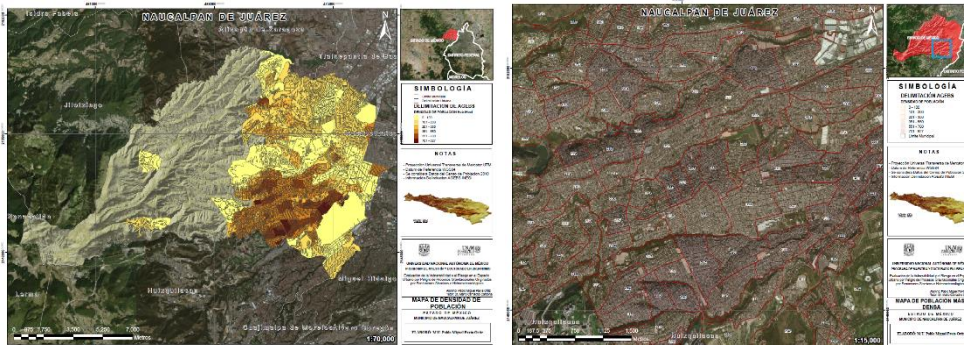
A pesar de los orígenes diversos, ambos tipos de urbanización, la informal y la prestablecida, terminan presentando un patrón similar de trazado. Las urbanizaciones irregulares en el municipio adoptan, en muchos casos, los mismos amanzanamientos tipo hilera que produce la reglamentación vigente, pero con densidades mayores (entre 90 y 110 lotes/Ha), reduciendo al mínimo el porcentaje de cesiones para vías y espacio público. Otra característica común es la "vivienda popular", autoconstruida, de desarrollo y mejoramiento progresivo, que aparece en

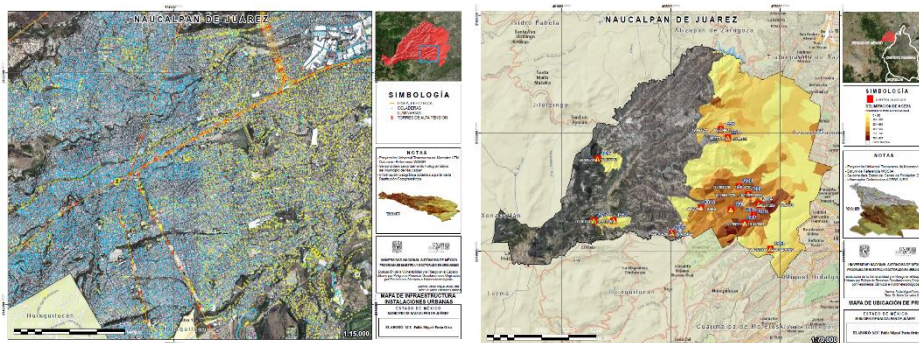
estos tejidos como la solución habitacional más flexible y económica. El resultado de este proceso de urbanización es una enorme mancha urbana, constituida por un mosaico de tejidos yuxtapuestos (o contiguos), y sin una solución intermedia de continuidad entre malla local y vías de conexión metropolitana. Figura 123 - 124.



Figura 123 – 124. Carencia de continuidad entre malla local y vías de comunicación.
Elaboración propia.

Los impactos de la mencionada resultan evidentes en el Municipio de Naucalpan, se trata de un proceso temprano de urbanización, vinculado a la etapa de industrialización, en el que la mayor parte de ocupación del suelo tuvo lugar entre 1960 y 1975, La concentración urbana, estuvo signada, desde un comienzo, por las principales dinámicas de consolidación urbana de la zona, que se produjeron en los espacios remanentes entre núcleos inicialmente desconectados entre sí, avanzando progresivamente desde distintas direcciones hasta cubrir parte de la superficie del Municipio. Figuras 125 – 130.





Figuras 125– 130, Modelo de densidad de población e infraestructura urbana. Elaboración propia.

Acuerdo 442, de la reunión de cabildo del 12 de mayo de 2015; del Reglamento del Ordenamiento Territorial de los Asentamientos Humanos y Desarrollo Urbano del Municipio de Naucalpan de Juárez, México. sirve como freno más que como incentivo de este tipo de expansión urbana, prohíbe la lotificación sin infraestructura previa y determinando una serie de medidas y parámetros mínimos. De este modo, un porcentaje importante de la población que previamente a la aparición de esta ley podía acceder al mercado de la vivienda por una vía legal, mediante “lotes populares”, vio limitada sus posibilidades y empujada a formas de ocupación irregular. Por otro lado, muchos de los propietarios de tierras que hasta ese momento vendían sus predios por medio de loteos destinados a los estratos medios-bajos orientaron sus negocios inmobiliarios en la periferia a las clases medias-altas y altas, a través de *country clubs* (Casa Blanca, Bosque Real, Naucalpan) en una primera instancia, y más recientemente barrios cerrados de vivienda permanente (Lomas Verdes 1ª. Sección, Lomas Verdes 2ª. Sección, Lomas Verdes 3ª. Sección, Lomas Verdes 4ª. Sección, La Cúspide, Ciudad Brisa, Vista del Valle).

El análisis de los patrones de ocupación en algunos sectores de la periferia de Naucalpan, zona norponiente y sureste, muestra un modo de ocupación “por manchones”, que todavía puede vislumbrarse en la trama irregular de la población, las distintas geometrías de las manzanas y la falta de continuidad de algunos ejes viales. Se trata de fragmentos urbanos "contiguos", pero no necesariamente "continuos", que configuran el *patchwork* característico de los tejidos urbanos híbridos. Figura, 131 – 133.



Figura 131 – 133, Patchwork, de tejidos urbanos. Elaboración propia.

5.3.5 Procesos de Transformación del Municipio de Naucalpan

Los procesos de transformación más recientes sobre los espacios urbanos en el municipio de Naucalpan se caracterizan por su desarrollo iterativo e incremental. Una sumatoria de micro-transformaciones a partir de las cuales se densifica y consolida progresivamente el municipio. La riqueza de las transformaciones urbanas no se da necesariamente como resultado de intervenciones o políticas públicas de mejoramiento, sino más bien como reacción atomizada a los procesos de desarrollo local y aprovechamiento de las oportunidades que surgen en torno a las líneas de transporte, ejes viales estructurantes o nuevas infraestructuras de comunicación, creando centralidades auto organizadas a escala barrial o municipal, respecto a los circuitos de los grandes centros financieros y comerciales de escala metropolitana.

Sus transformaciones son de carácter más endógeno, con tendencia a producir espacios híbridos de industria ligera como talleres de ornamentación, carpinterías, herrería, etc. En ambos casos, la expulsión de la residencia incide notablemente en el sostenimiento de la vida y el carácter barrial el cual les permite mantener algunas actividades tradicionales en medio de un entorno con un importante nivel de transformación espacial y económica. Figuras 134 – 136.

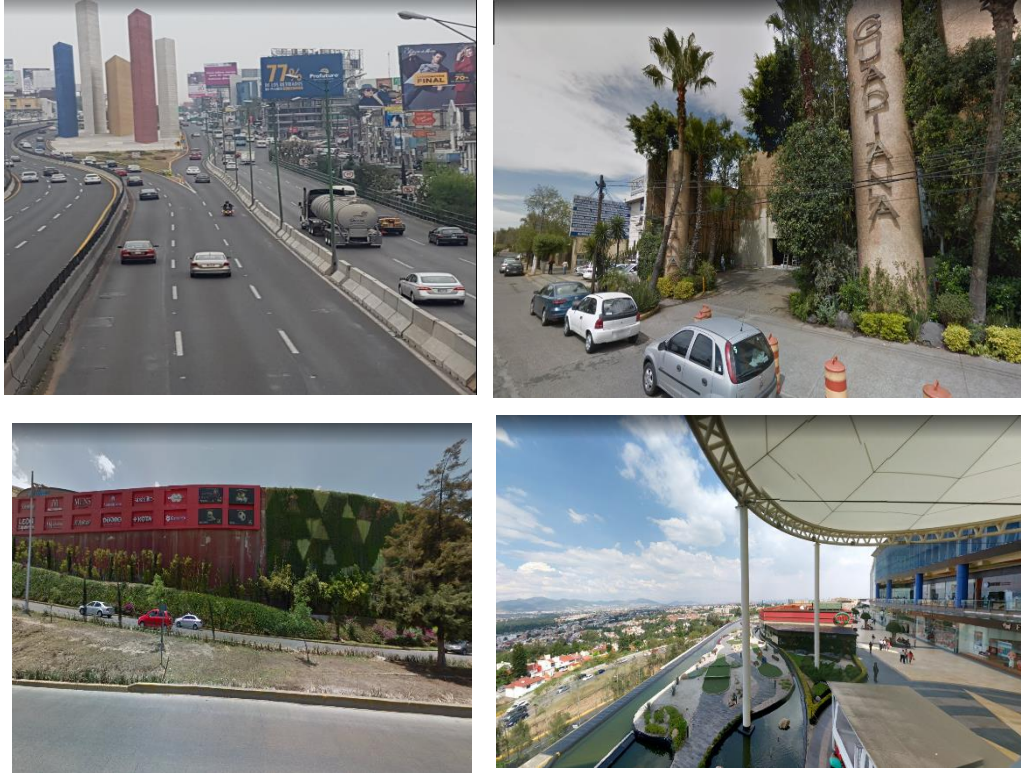


Figuras 134 – 136, Espacios híbridos, Av. San Mateo. Elaboración propia.

Por su alta accesibilidad, Naucalpan establece una estrecha relación con las dinámicas del entorno regional, y su transformación está encaminada a la incorporación de servicios logísticos y de almacenamiento. La influencia reciproca generada desde las infraestructuras hacia los barrios de vivienda, da lugar a un tejido mixto con procesos de sustitución progresiva del uso residencial por servicios, carga y bodega, hoteles, talleres y estacionamientos.

En algunas zonas como Lomas Verdes, la Cúspide, Satélite, en el cual el tejido urbano ha sufrido otro tipo de transformación basada en la reactivación del comercio tradicional, aporta una nueva tipología de distrito comercial, gastronómico y de diseño, agrupando las principales cadenas como Liverpool, Palacio de Hierro, Sears, de indumentaria, bares y restaurants locales, centros estética y otros servicios o atractivos, junto a la modernización comercial (síntomas

asimilables a un leve proceso de “gentrificación”), también se ha producido un creciente desarrollo inmobiliario de la zona, que incluye edificios, condominios residenciales, que conviven y renuevan progresivamente el tejido mixto. Figuras 137 – 140.



Figuras 137 – 140, Tejido mixto.

Entre las diferentes lógicas y patrones de cambio que afectan la ciudad genérica del Municipio de Naucalpan podemos distinguir aquellos relacionados con el aumento del valor del suelo y cuyo fin es maximizar la ganancia, ya sea por medio del aumento de la superficie edificada o reemplazando usos de suelo por otros más redituables:

- La verticalización, en manos de agentes privados, de algunas áreas centrales tradicionales, incorporando desde nuevos edificios entre medianeras hasta tipologías residenciales multifamiliares más innovadoras (por ejemplo, torre, condominios y apartamentos); un proceso respaldado, e incluso incentivado por los respectivos reglamentos de planeación urbana; Figura 141 – 142.
- La reactivación y/o creación de nuevos centros comerciales, con la incorporación de "marcas" de indumentaria y la sofisticación gastronómica de algunos bares o pequeños restaurantes locales, junto a políticas municipales de promoción del comercio a cielo abierto y urbanización del espacio público.

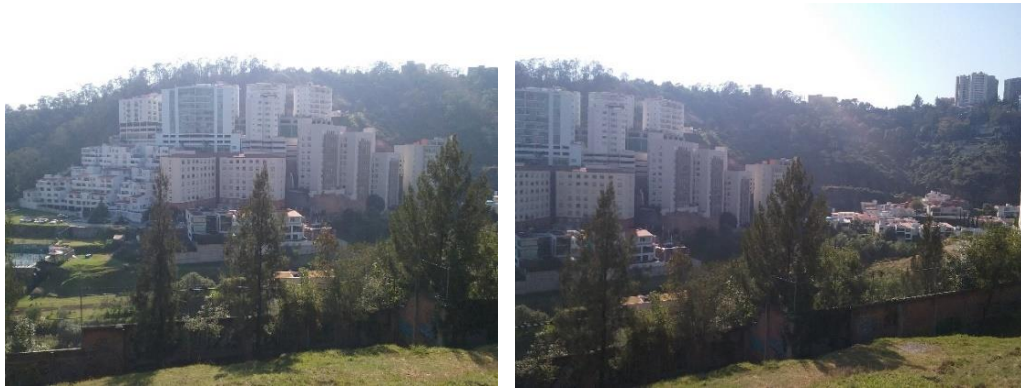


Figura 141 – 142, Verticalización de conjuntos habitacionales. Elaboración propia.

Por otro lado, también se presenta el deterioro de la estructura socioeconómica de sus poblaciones, y la progresiva "tugurización" de algunos sectores del tejido. La dificultad de acceso a la vivienda, la subdivisión informal de lotes y la ampliación (horizontal o vertical) de la superficie construida dentro de los lotes existentes por crecimiento del grupo familiar o incorporación de alguna actividad económica a la vivienda (por ejemplo, un taller, bar o pequeño comercio), llevan muchas veces a contravenir lo impuesto por las normas urbanísticas en vigor. Figuras 143 – 148.



Figuras 143 – 148, Progresiva tugurización de algunos sectores del tejido. Col. El Molinito. Elaboración propia.

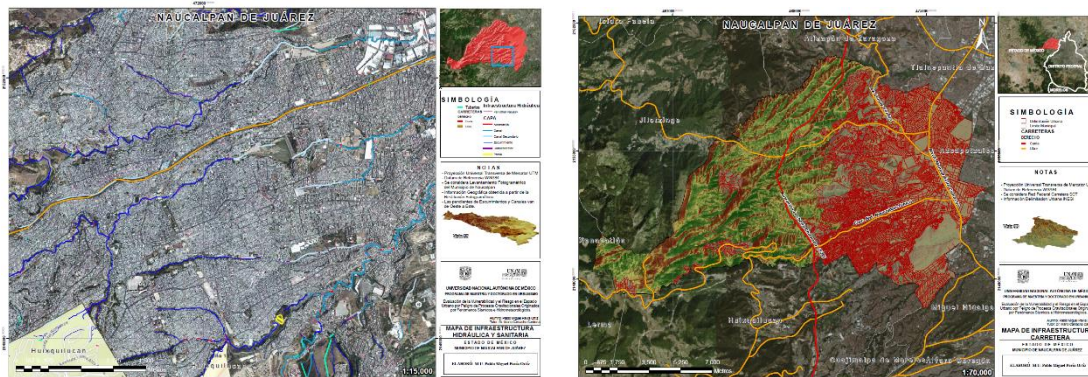
5.3.6 Potencialidad del Municipio de Naucalpan

De acuerdo al análisis realizado, el tejido híbrido recrea una imagen de "homogeneidad dentro de la heterogeneidad" desde dos niveles de lectura. A escala municipal, producto del mismo proceso de urbanización intersticial y el

patchwork dibujado por la yuxtaposición de diferentes tramas urbanas; y a escala de fragmento, como resultado de la repetición regular de una manzana compleja formal y funcional. El aspecto característico de esta unidad básica, que termina configurando su impronta, es la hibridación de actividades y las adecuaciones que va asumiendo para poder satisfacer las nuevas demandas funcionales y establecer al mismo tiempo, una cierta articulación entre el espacio doméstico y el espacio público.

Así, entre las principales problemáticas de la “ciudad espontánea” se han mencionado la discontinuidad o fragmentación que suele darse entre algunas partes de la población, así como la falta de vialidades de escala regional, que generan una desarticulación de escalas (local-regional), en algunos casos, el acelerado proceso de densificación del tejido y el desajuste de las normas vigentes, han generado alturas excesivas en relación a los anchos de vía existentes o la "verticalización discontinua" de áreas interiores fuera de los principales corredores de movilidad, derivando en reacciones por parte de la población local o desde la gestión municipal, tales como la suspensión de obras y/o reforma de los respectivos códigos de planeamiento (tratando de remediar parcial y sesgadamente los indicadores de edificabilidad o altura máxima).

La diversidad morfotipológica de la manzana híbrida plantea, asimismo, problemáticas específicas de regulación como la compatibilidad de usos y tipologías distintas o desiguales, la adecuación de la infraestructura (servicio de alcantarillado y red carretera), la correcta categorización de industrias más o menos contaminantes (zona industrial Alce Blanco) y los conflictos ambientales. Figuras 149 - 150.



Figuras 149 - 150, Modelo de Infraestructura Hidráulica y de Infraestructura Carretera. Elaboración propia.

Sin embargo, paralelamente, la ciudad espontánea presenta una serie de potencialidades entre las que nos interesa destacar la flexibilidad para transformarse y adaptarse a las cambiantes demandas funcionales, manteniendo los trazos originales, y en gran medida las divisiones de parcela. Las tipologías de vivienda progresiva permiten una rápida evolución de los tejidos, con capacidad de incorporar con una cierta velocidad nuevos usos y actividades diferentes de la puramente residencial (comercios, talleres, almacenes, servicios) o con flexibilidad

para evolucionar, uniéndose a otras estructuras, en piezas mayores que no modifican el carácter de la manzana.

Asimismo, dentro de la homogeneidad del tejido de la ciudad genérica, emergen algunos ejes con capacidad estructurante (Periférico, Gustavo Baz, Av. 1° de mayo, 16 de septiembre, Av. Lomas Verdes, Carretera Naucalpan-Toluca). Estos atractores permanecen expectantes de lecturas renovadas y pautas de ordenamiento urbano específicas, en relación a la urbanización del espacio público atendiendo todo el ancho del corredor; la reordenación del tráfico de paso o de carga, del tráfico local, vehicular, peatonal y del transporte público.

En este sentido, la identificación de procesos o fenómenos más que de formas estáticas resulta fundamental en aras de reconocer con mayor precisión, los motores que desencadenan determinados episodios o situaciones urbanas. Es así que la disposición a observar estos procesos en tiempo real implica la búsqueda de métodos renovados de análisis, que superen la noción de la cartografía finalista para convertirla en un mecanismo activo de conocimiento y especialización de las nuevas dinámicas urbanas y territoriales, como herramienta fundamental de análisis y proyecto.

Así también la ciudad espontánea presenta una serie de potencialidades entre las que es de interés destacar, la flexibilidad para transformarse y adaptarse a las cambiantes demandas funcionales además de tener una rápida evolución del tejido con capacidad de incorporar con cierta velocidad nuevos usos y actividades diferentes de lo residencial, es decir, comercio, almacenes, talleres o servicios. En pocas palabras presentan cierta facilidad para evolucionar y transformarse.

CAPITULO 6. ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD Y SUSCEPTIBILIDAD DEL RIESGO EN NAUCALPAN

La dimensión del territorio posee una complejidad dada por la interacción de las comunidades con el ambiente. En ella elementos de la historia, la cultura, las adiciones y especialmente aquellos vinculados con el desarrollo y progresos de las sociedades, marcan una huella que refleja la visión y política transitadas a través de sus usos. Con mucha frecuencia, la ausencia de un manejo integral del territorio induce la generación de factores inductores de riesgo de desastres. Estos últimos están directamente vinculados con la vulnerabilidad y con la exposición y se combinan con la presencia de amenazas de tipo natural o antrópico para crear escenarios latentes de riesgo.

Dada la naturaleza montañosa del territorio mexicano y de las altas condiciones de marginación, pobreza y desigualdad en un sector importante de la población, el riesgo de desastres por inestabilidad de laderas, se torna un problema que debe atenderse de forma inmediata; el Estado de México, donde la ocurrencia de desastres por procesos de remoción en masa –coloquialmente conocidos como deslizamientos o deslaves- en años recientes han generado lamentables pérdidas de vidas humanas, económicas, ambientales, requieren del análisis del desastre, los factores del riesgo, brinda la posibilidad de entender las interacciones de los diferentes elementos del ambiente y la sociedad que determinan el riesgo.

El espacio urbano es un espejo de la conformación de un territorio, cuya complejidad se vincula al desarrollo de su estructura social y económica en tiempo y espacio.

Los desastres no son causados por fenómenos naturales o eventos extremos. Los desastres son socialmente construidos a consecuencia del mal manejo del territorio. Por ello urge transitar hacia la Gestión Integral de Riesgo de Desastres (GIRD), de la mano del ordenamiento del territorio, para transformar a la sociedad en riesgo, en espacios socialmente resilientes.

El presente proyecto de investigación denominado *“Evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo en el espacio urbano por peligro de procesos gravitacionales originados por fenómenos sísmicos e hidrometeorológicos”*, solo estudiará la escala municipal del territorio de Naucalpan de Juárez, Estado de México, y me adentraré en la zona urbana de tal municipio. La información con la que se cuenta permitan llegar a una evaluación precisa del problema, lo cual deseo sea de ayuda para planear y mejorar las acciones en materia de protección civil ante desastres, en las etapas de construcción de políticas públicas enfocadas a la reducción del riesgo de desastres. El municipio de Naucalpan ubicado en el Eje Neovolcánico y en las coordenadas 19°24'40'' y 19°32'09'' latitud y 99°12'22'' y 99°24'50'' longitud; y su importancia en el análisis de los riesgos de desastres por procesos gravitacionales deriva de las características físicas, geográficas y socioeconómicas que lo determinan como un territorio altamente expuesto a desastres de diversas magnitudes.

6.1 Factores Condicionantes de la Susceptibilidad a Procesos Gravitacionales

En el Municipio de Naucalpan se aprecia a mayor detalle el área urbana correspondiente a la cabecera municipal y su periferia. La mayor parte de la zona urbana está asentada sobre formaciones geológicas denominadas Formación Tarango y Suelos Aluviales.

Las altitudes más bajas corresponden a la Zona Este del Municipio a 2251 msnmm, donde colinda con la Ciudad de México. En esta zona es donde se presenta la mayor concentración de la urbe del municipio, las altitudes más altas se encuentran al Oeste del municipio a 3421 msnmm, en la zona montañosa, alejada de la mancha urbana.

Los caminos y carreteras en la zona se han construido adaptándose a la topografía del lugar. A este respecto destaca: Autopista Naucalpan-Lechería, Carretera Federal Naucalpan-Toluca y Boulevard Manuel Ávila Camacho.

En el área urbana de Naucalpan predominan los valores bajos de inclinación, sin embargo, dentro de esta zona existe presencia de inclinaciones de laderas de hasta los 80°, principalmente en la zona de mayor concentración de Población.

Las formaciones geológicas del Municipio de Naucalpan antes mencionadas, que predominan en las zonas urbanas, se deben a los depósitos de asentamiento fluvial y debido a la histórica red hidrológica que existía en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

Las formaciones geológicas del Municipio de Naucalpan antes mencionadas, que predominan en las zonas urbanas, se deben a los depósitos de asentamiento fluvial y debido a la histórica red hidrológica que existía en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

Se caracterizan por tener horizontes o capas diferenciales, figura 151. Resultado de las adiciones, pérdidas transferencias y transformaciones de energía y materia a través del tiempo, y cuyo espesor puede ir desde la superficie hasta varios metros de profundidad. Para el propósito productivo y para los ciclos biogeoquímicos que la caracterizan, el horizonte superior, donde se encuentra la materia orgánica, es el más importante para la nutrición vegetal, sin embargo, es el que más se pierde en la erosión (Ramos, 2013; Sposito, 1989).



Figura 151. Horizontes o capas diferenciales. Elaboración propia

Los suelos, están formados por uno, dos o más horizontes según sea su desarrollo. Cada horizonte se caracteriza por tener diferentes propiedades como color, textura, estructura, espesor y composición (tipo de materiales y elementos químicos presentes), además de su consistencia y reacción. Todas estas propiedades son utilizadas para definir los tipos de horizontes, de los cuales se han identificado a la fecha seis, simbolizados con las letras mayúsculas O, A, E B, C y R (Arias 2001; Buol et al. 2004; Jaramillo 2002, Ramos 2013).

En las zonas de estudio, la deforestación en combinación con otros factores como el uso urbano de estos suelos en zonas fuertemente inclinadas, y las lluvias atípicas han ocasionado fuertes procesos erosivos que han dado pie a deslaves y procesos gravitacionales.

6.2 Factores Inductores de la Vulnerabilidad

Se confrontan los registros de ocho variables analizadas, y representadas en mapas, estos registros son: geomorfología, elevaciones, pendientes, precipitaciones (estacionales y extremas), geología, densidad de población, catastro de la vivienda, valor unitario del suelo y construcción, vías de comunicación. Esto con el propósito de establecer una mejor correlación entre las variables analizadas para cada zona.

En las imágenes se muestran las características de la vivienda, así como la participación relativa de características, lo que permite tener un panorama más cercano de la situación que vive la población.

Por otra parte, el valor del suelo no es homogéneo en todo el territorio, está supeditado a la normatividad legal vigente y dominado por la misma demanda. Figura 152 - 154.



Figura 152 - 154. Características de la vivienda en el Municipio de Naucalpan. Elaboración propia.

6.3 Factores Inductores del Riesgo de Desastre por Inestabilidad de Laderas

El conocimiento histórico sobre el riesgo es un elemento fundamental para su comprensión. Si bien el riesgo se produce a partir de la interacción de amenazas y vulnerabilidades en momentos específicos, la producción de cada uno de estos elementos tiene lugar en distintas escalas temporales. De forma particularmente relevante para el caso de México, en el análisis de riesgo como campo de conocimiento se han generado diversos estudios clásicos sobre la construcción

socio-histórica de los desastres (García, V. , 1992; García, V. , 1996) ,esto ha conllevado a la realización de múltiples estudios específicos con; una visión retrospectiva de la construcción de riesgo (Padilla R. , 2015; Ley, J. y G. Calderón., 2008).

Mediante los mapas: geomorfológico, geológico, precipitaciones, riesgo sísmico, catastro, densidad de población y ubicación de laderas, se pretende ilustrar el grado de susceptibilidad y la percepción de riesgo, y como estos tienen un impacto sobre el valor del suelo, existiendo cuatro posibilidades:

- 1) Que una vivienda se halle en un área de alta susceptibilidad y que sus habitantes tengan la percepción de que se encuentran en un lugar con alto riesgo;
- 2) Que una vivienda se halle en un área de alta susceptibilidad pero que sus habitantes no perciban ese riesgo y lo consideren bajo;
- 3) Que una vivienda esté situada en un lugar de baja susceptibilidad y que sus habitantes lo perciban así; y finalmente,
- 4) que una vivienda se ubique en un lugar de baja susceptibilidad pero que sus habitantes perciban que están en un alto riesgo.

El escenario óptimo es uno en el que no existen viviendas en lugares de alta susceptibilidad y la población habite en lugares de baja susceptibilidad, y que además lo perciba de esta forma. Sin embargo, este escenario está fuera de la realidad.

Quienes sí se consideran en riesgo, y que viven en áreas de alta susceptibilidad, en principio, tendrían que estar mejor preparados para una emergencia, aunque idealmente, no tendrían por qué estar habitando dichas áreas. En cambio, quienes viven en áreas de baja susceptibilidad, la percepción de riesgo -alta o baja- es posiblemente indistinta en términos de protección civil, dadas las pocas probabilidades de sufrir una emergencia por deslizamientos en su vivienda.

Si en efecto, tanto la susceptibilidad como la percepción de riesgo tienen un impacto sobre los precios del suelo, significarían que aquellos lugares de baja susceptibilidad, pero de alta percepción de riesgo estarán subvaluados, y que, en cambio, las viviendas ubicadas en lugares de alta susceptibilidad, pero de baja percepción estarán sobrevaluadas. La tabla 12, muestra la asociación entre ambas variables. Aun cuando en lugares de alta y baja susceptibilidad la percepción preponderante es alta y baja, respectivamente, hay una muy alta proporción de casos en todas las categorías de ambas variables que no corresponden entre sí. Estas inconsistencias, además de tener un efecto en términos de protección civil, podrían tener un efecto sobre el costo del suelo.

La gráfica 4, muestra el costo del suelo en función de la susceptibilidad a deslizamientos. En las áreas de susceptibilidad “alta” hasta la “media-baja” los costos promedio oscilan alrededor de \$ 600 m², en las áreas de susceptibilidad baja, el costo promedio asciende por arriba de los \$ 900 m². Aunque se esperaría

un descenso paulatino entre categorías, el comportamiento observado es en general, el que se presenta.

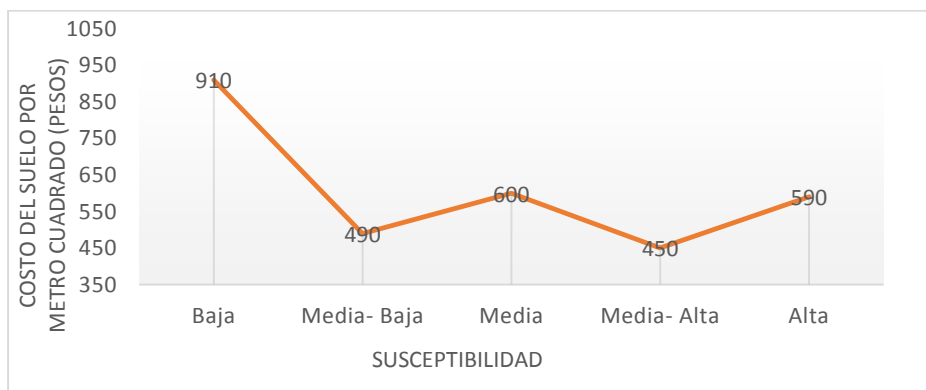
Tabla 12. Relación entre percepción de riesgo y susceptibilidad.

Percepción	Susceptibilidad					Total
	Baja	Media-baja.	Media	Media- Alta	Alta	
Baja	29	19	28	15	9	100
Media- Baja	22	22	22	22	12	100
Media- Alta	14	22	20	24	20	100
Alta	8	14	15	30	33	100
Total	73	77	85	91	74	

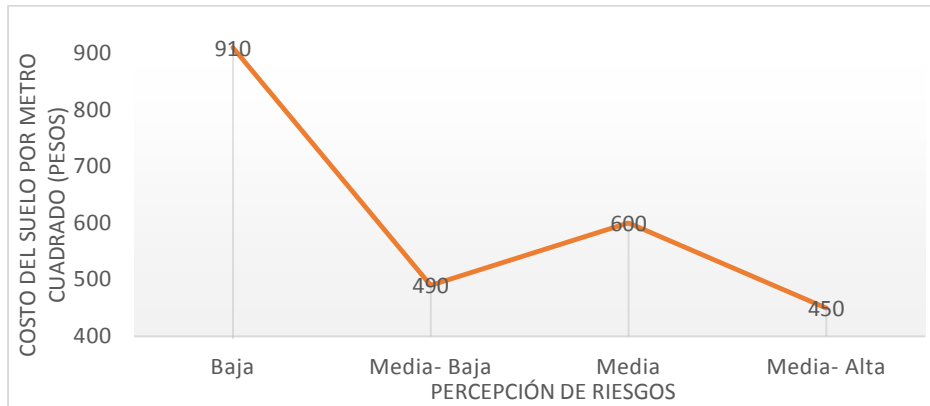
En la gráfica 5, se presenta un análisis similar, pero en este caso el costo está en función de la percepción de riesgo. En este caso se presenta un patrón muy parecido al anterior, y queda claro que a mayor percepción de riesgo el costo del suelo tiende a disminuir.

Ahora bien, dado que el comportamiento del costo del suelo es similar en relación a la susceptibilidad y la percepción del riesgo, pero sabiendo que estas dos últimas variables no están del todo relacionadas entre sí, la pregunta que surge es en qué medida afecta cada una el costo del suelo, cuando se toman de manera simultánea, mientras que la susceptibilidad disminuye el costo por metro cuadrado en \$ 400 m², la percepción de riesgo alta lo disminuye a \$ 350 m².

La susceptibilidad a deslizamientos y la percepción del riesgo tienen un efecto negativo en los costos del suelo, aun cuando se controla para la distancia. Independientemente del grado de susceptibilidad, la percepción puede ser alta o baja, lo cual podría incidir en la capacidad de respuesta una emergencia. El hecho de que la percepción tenga un efecto en el costo, significa que en las áreas susceptibles a deslizamientos y/o donde la percepción de riesgo es alta, el costo será menor, lo cual implica que serán posiblemente habitadas por familias de menor ingreso, que en principio son las más vulnerables y menos resilientes. Esto apoya la necesidad de tener planes de uso de suelo urbano que identifiquen los distintos tipos de áreas y que funcionen en beneficio de los habitantes de localidades con alta susceptibilidad a distintos tipos de amenazas.



Gráfica 4. Costo del suelo y percepción del riesgo. Elaboración propia.



Gráfica 5. Costo del suelo y susceptibilidad a deslizamientos. Elaboración propia.

6.4 Pruebas de Laboratorio

La estimación de la susceptibilidad por Procesos gravitacionales responde sobre dónde pueden ocurrir en el futuro en un determinado territorio de acuerdo con la presencia de una serie de factores condicionantes como el tipo de roca, la inclinación de una ladera o el uso de suelo. De manera general los cálculos de susceptibilidad de deslizamiento se clasifican en métodos basados en la experiencia del investigador, estadísticos teniendo como fuente datos variables o factores de procesos gravitacionales pasados, y determinísticos basados en las propiedades de resistencia de los materiales que conforman una ladera.

Para conocer algunas características del suelo (propiedades índices y mecánicas) se realizaron algunos ensayos de muestras en laboratorio, estas fueron obtenidas del sitio más crítico del Municipio de Naucalpan en donde históricamente se han presentado procesos gravitacionales, este suelo fue sometido a pruebas de laboratorio obteniéndose los siguientes datos:

Estudio de Mecánica de Suelos

El estudio de mecánica de suelos, sirve para determinar el conjunto de características que permitirán obtener una concepción razonable del comportamiento mecánico del suelo en estudio.

Las pruebas realizadas en este estudio de mecánica de suelos, fueron determinadas por, las facilidades con que cuenta el laboratorio de mecánica de suelos de la Facultad de Estudios Superiores, Acatlán UNAM. El procedimiento de prueba utilizado en los diferentes ensayos de laboratorio fue en base a los procedimientos de prueba indicados por el manual de prácticas de laboratorio de mecánica de suelos de la FES, Acatlán.

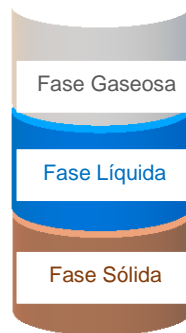


Figura 156. Fases del suelo.

Es posible determinar estas relaciones en el laboratorio mediante métodos relativamente sencillos y son de gran importancia dentro de la mecánica de suelos, ya que son necesarias para la correcta aplicación de las distintas teorías y brindan significado y sentido físico a las distintas propiedades mecánicas del suelo.

Peso Volumétrico

El peso volumétrico en estado natural del suelo o peso específico de la masa de suelo, es la relación entre el peso del mismo y el volumen que ocupa.

$$\square \gamma = \frac{W_m}{V_m}$$

Dónde: W_m : es la masa del suelo.

V_m : es el volumen total de la muestra de suelos.

El procedimiento de laboratorio que utilizamos para la determinación del peso específico, fue mediante el labrado de muestras de suelo, en forma de cuerpos bien definidos, en este caso cilindros como los tubos muestreadores, para la determinación del volumen, midiendo físicamente todas sus dimensiones y pesándolas posteriormente. Figura 157 y 158.



Figura 157. Labrado de muestras.



Figura 158. Medición de muestras labradas.

Determinación de la humedad natural

El contenido de agua de un suelo o contenido de humedad es la relación entre el agua contenida en el mismo y el peso de su fase sólida, y se expresa en forma de porcentaje. Este puede variar dependiendo de las condiciones del clima, vegetación, profundidad del suelo, etc. del sitio donde se localice el suelo. (Juárez, Rico, 2004 p.54) La cantidad de agua se obtiene mediante la diferencia de peso entre el suelo en estado natural y el suelo secado en horno. La relación que expresa la humedad de un suelo es la siguiente.

$$\omega(\%) = \frac{W_w}{W_s} (100)$$

Dónde: W_w : es el peso del agua.

W_s : es peso del suelo seco.

Relación de vacíos

Otra de las relaciones que calculamos fue la relación de vacíos, oquedad o índice de poros, esta se define como la relación que existe entre el volumen de vacíos y el de sólidos del suelo (Juárez Badillo; Rico Rodríguez., 2005).

$$e = \frac{V_v}{V_s}$$

dónde: e : es la relación de vacíos

V_v : es el volumen de vacíos

V_s : es el volumen de sólidos

Y que: $V_v = V_m - V_s$

dónde: V_m : es el volumen de la muestra

V_s : Volumen de sólidos

A partir de estas fórmulas se obtienen los siguientes resultados para diferentes tipos de muestras ensayadas, ver tablas 13 – 15.

Tablas 13 - 15. Relaciones gravimétricas del suelo para diferentes tipos de muestras.

Muestra I				
Mediciones		Relaciones Gravimétricas	Fórmula	Valor
D superior (cm)	3.70	Contenido de agua, w (%)	$w = \frac{W_w}{W_s} (100)$	15.230
D medio (cm)	3.70			
D inferior (cm)	3.60	Relación de Vacíos, e	$e = \frac{V_v}{V_s}$	0.763
D promedio (cm)	3.67			
Área (cm ²)	10.58	Peso Específico de la muestra, γ (gr/cm ³)	$\gamma = \frac{W_m}{V_m}$	1.779
Altura (cm)	8.40			
Volumen, V_m (cm ³)	88.86	Peso Específico Seco, γ_d (gr/cm ³)	$\gamma_d = \frac{W_s}{V_m}$	1.544
Peso, W_m (gr)	158.05			
V. de vacíos, V_v (cm ³)	38.45	Porosidad, n (%)	$n = \frac{V_v}{V_m}$	0.433
V sólido, V_s (cm ³)	50.41			
V aire, V_v (cm ³)	17.56	Grado de Saturación, G_w (%)	$G_w = \frac{V_w}{V_v} (100)$	54.333
V agua, V_w (cm ³)	20.89			
W agua, W_w (gr)	20.89	Densidad de Sólidos, S_s	$S_s = \frac{W_s}{V_s(\gamma_o)}$	2.721
W sólido, W_s (gr)	137.16			

Muestra II				
Mediciones		Relaciones Gravimétricas	Fórmula	Valor
D superior (cm)	3.70	Contenido de agua, w (%)	$w = \frac{W_w}{W_s} (100)$	16.623
D medio (cm)	3.60			
D inferior (cm)	3.60	Relación de Vacíos, e	$e = \frac{V_v}{V_s}$	0.669
D promedio (cm)	3.61			
Área (cm ²)	10.24	Peso Específico de la muestra, γ (gr/cm ³)	$\gamma = \frac{W_m}{V_m}$	1.872
Altura (cm)	8.64			
Volumen, V_m (cm ³)	88.43	Peso Específico Seco, γ_d (gr/cm ³)	$\gamma_d = \frac{W_s}{V_m}$	1.605
Peso, W_m (gr)	165.50			
V. de vacíos, V_v (cm ³)	35.44	Porosidad, n (%)	$n = \frac{V_v}{V_m}$	0.401
V sólido, V_s (cm ³)	52.99			
V aire, V_v (cm ³)	11.85	Grado de Saturación, G_w (%)	$G_w = \frac{V_w}{V_v} (100)$	66.563
V agua, V_w (cm ³)	23.59			
W agua, W_w (gr)	23.59	Densidad de Sólidos, S_s	$S_s = \frac{W_s}{V_s(\gamma_o)}$	2.678
W sólido, W_s (gr)	141.91			

Muestra III				
Mediciones		Relaciones Gravimétricas	Fórmula	Valor
D superior (cm)	4.00	Contenido de agua, w (%)	$w = \frac{W_w}{W_s} (100)$	15.234
D medio (cm)	4.16			
D inferior (cm)	4.06	Relación de Vacíos, e	$e = \frac{V_v}{V_s}$	1.088
D promedio (cm)	4.07			
Área (cm ²)	13.01	Peso Específico de la muestra, γ (gr/cm ³)	$\gamma = \frac{W_m}{V_m}$	1.501
Altura (cm)	9.30			
Volumen, V_m (cm ³)	120.99	Peso Específico Seco, γ_d (gr/cm ³)	$\gamma_d = \frac{W_s}{V_m}$	1.303
Peso, W_m (gr)	181.62			
V. de vacíos, V_v (cm ³)	63.04	Porosidad, n (%)	$n = \frac{V_v}{V_m}$	0.521
V sólido, V_s (cm ³)	57.94			
V aire, V_v (cm ³)	39.03	Grado de Saturación, G_w (%)	$G_w = \frac{V_w}{V_v} (100)$	38.084
V agua, V_w (cm ³)	24.01			
W agua, W_w (gr)	24.01	Densidad de Sólidos, S_s	$S_s = \frac{W_s}{V_s(\gamma_o)}$	2.720
W sólido, W_s (gr)	157.61			

6.4.2 Resistencia al Esfuerzo Cortante y Capacidad de Carga

Uno de los puntos fundamentales de la mecánica de suelos es la determinación de la resistencia al esfuerzo cortante de los suelos. Es imprescindible contar con este concepto al tratar de aplicar la mecánica de suelos al análisis de estabilidad de taludes.

En teoría la resistencia al esfuerzo cortante en los suelos está dada por, el ángulo de fricción interna ϕ en los materiales 100% granulares y por la cohesión c , en los suelos puramente cohesivos (arcillas homogéneas), la cual depende de la humedad del suelo, sin embargo, en la mayoría de los suelos la resistencia al esfuerzo cortante está dada por la combinación de ambos parámetros.

Las pruebas de tipo triaxial, son actualmente las más utilizadas, ya que permiten controlar y medir las presiones actuantes en tres direcciones, el espécimen es colocado en una cámara hermética y confinado mediante una membrana plástica, las presiones laterales se ejercen mediante un líquido a presión que llena la cámara y la presión axial mediante un vástago metálico que comprime la muestra a velocidad constante. Las pruebas tratan de representar los distintos factores circunstanciales que influyen en la resistencia al corte del suelo. Figuras 159 – 161.




Figura 159 - 161. Prueba triaxial. Elaboración propia.

Datos experimentales y resultados. Ver tablas 16 y 17.

Tabla 16. Datos experimentales y resultados en muestra 2.

Datos		Muestra #2										
Ds	3.70 cm	Tiempo		Deformación, mm		Carga		D		E		
Dc	3.60 cm	segundos	minutos	Def. anillo	Def	Kg	D unitaria	Def. unit. e	1-E	Acorr	Esfuerzo	
Di	3.60 cm	0	0	0	0	0.00	0	0	1	10.368	0.000	
Dm	3.63 cm	48	0.8	0.33	0.7	10.87	0.008	8.20E-05	0.9999	10.369	1.049	
Hm	8.54 cm	96	1.6	0.35	1.4	11.53	0.016	1.64E-04	0.9998	10.370	1.112	
Am	10.37 cm ²	144	2.4	0.53	2.1	17.46	0.025	2.46E-04	0.9998	10.373	1.684	
V	88.54 cm ³	192	3.2	0.64	2.82	21.09	0.033	3.30E-04	0.9997	10.376	2.032	
W	165.50 g	240	4	0.64	3.49	21.09	0.041	4.09E-04	0.9996	10.381	2.031	
Ym	1.87 g/cm ³	288	4.8	0.62	4.18	20.43	0.049	4.89E-04	0.9995	10.386	1.967	
Velocidad	0.80 mm/mir	336	5.6	0.6	4.9	19.77	0.057	5.74E-04	0.9994	10.392	1.902	
σ_3	1.50 kg/cm ²	336	5.6	0.57	4.62	18.78	0.054	5.41E-04	0.9995	10.397	1.806	
Constante	32.95 kg/cm ²										Maximo	2.032
Contenido de humedad		Falla				Formulario						
Número de cápsula	29G					Es= Carga/Área Corregida Def. unitaria=Def/Ho A corregida=A/(1-Def. unitaria)						
Peso de la cápsula	87.84 gr											
P. Cápsula + S. húmedo	490.72 gr											
P. Cápsula + S. seco	433.3 gr											
Wagua	57.42 gr											
contenido de humedad	16.62 %											

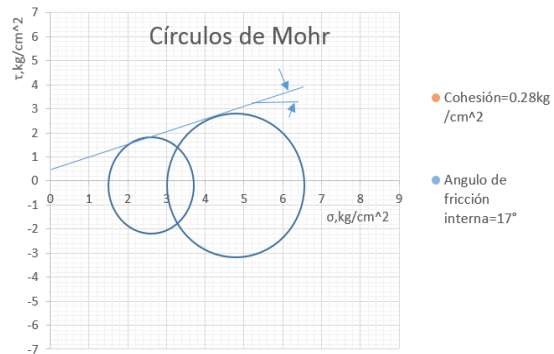
Tabla 17. Datos experimentales y resultados en muestra 3.

Datos			Muestra#3									
Ds	4.00	cm	Tiempo		Deformación,mm			Carga				
Dc	4.16	cm	segundos	minutos	Def.anillo	Micromet	Kg	D unitaria	Def.unit.e	1-E	Acorr	Esfuerzo
Di	4.06	cm	0	0	0	0	0.00	0.00000	0	1	13.031	0.000
Dm	4.07	cm	48	0.8	0.5	0.71	16.48	0.00763	7.63E-05	0.99992	13.032	1.264
Hm	9.30	cm	96	1.6	0.93	2.11	30.64	0.02269	2.27E-04	0.99977	13.035	2.351
Am	13.03	cm ²	144	2.4	1.33	3.34	43.82	0.03591	3.59E-04	0.99964	13.040	3.361
V	121.19	cm ³	192	3.2	1.35	3.74	44.48	0.04022	4.02E-04	0.99960	13.045	3.410
W	181.62	g	240	4	0.55	4.31	18.12	0.04634	4.63E-04	0.99954	13.051	1.389
Ym	1.50	g/cm ³	288	4.8	0.42	5.23	13.84	0.05624	5.62E-04	0.99944	13.058	1.060
Velocidad	0.80	mm/mir	336	5.6	0.33	5.6	10.87	0.06022	6.02E-04	0.99940	13.066	0.832
Presión de	3.00	kg/cm ²									Maximo	3.410
Constante	32.95	kg/cm ²	Falla				Formulario					
Contenido de Humedad							Es= Carga/Área Corregida Def.unitaria=Def/Ho A corregida=A/(1-Def.unitaria)					
Número de cápsula												
Peso de la cápsula												
P.Cápsula + S.húmedo												
P.Cápsula + S.seco												
Wagua												
Contenido de humedad												

Con la información recabada de la prueba triaxial se obtiene la gráfica de deformación unitaria, gráfica 6 y el círculo de Mohr, gráfica 7, del cual se obtiene la cohesión del suelo y el ángulo de fricción interna



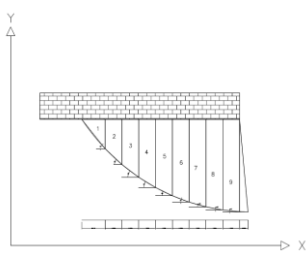

Gráfica 6. Gráfica Esfuerzo-Deformación unitaria.



Gráfica 7. Círculos de Mohr.

Ya con estos resultados obtenidos en las pruebas de laboratorio los aplicamos en métodos para conocer la estabilidad o inestabilidad de taludes empleando el factor de seguridad (FS). A través del Método Convencional de Dovelas (método detallado) y el Método del Abanico de Hoek y Bray (Método simplificado) Tablas 18 - 21.

Tabla 18. Cálculo de estabilidad de talud por el Método Convencional de Dovelas.


CALCULO DE ESTABILIDAD DE TALUD															
DOVELA	AREA (m2)	L	PESO VOLUMETRICO (kg/m3)	PESO DOVELA (kg)	α	sen α	cos α	FUERZA TANGENCIAL (kg)	C (kg/m2)	C*L (kg)	FUERZA NORMAL (kg)	SOBRECARGA (kg)	Φ	tan Φ	N*Tan Φ
1	18.414	5.5440	1501	27639.41	50	0.76604444	0.64278761	28817.5302	2800	15523.2	24180.779	9979.2	17	0.30573068	7392.80603
2	33.755	4.0000	1501	50666.26	42	0.66913061	0.74314483	38720.0823	2800	11200	43003.008	7200	17	0.30573068	13147.3389
3	46.724	4.0000	1501	70132.72	36	0.58778525	0.80901699	45455.0347	2800	11200	62563.4879	7200	17	0.30573068	19127.5778
4	57.178	4.0000	1501	85824.18	30	0.5	0.8660254	46512.089	2800	11200	80561.3013	7200	17	0.30573068	24630.0615
5	65.570	4.0000	1501	98420.57	25	0.42261826	0.90630779	44637.1817	2800	11200	95724.7451	7200	17	0.30573068	29265.9915
6	72.187	4.0000	1501	108352.69	20	0.34202014	0.93969262	39521.3466	2800	11200	108584.007	7200	17	0.30573068	33197.4625
7	77.218	4.0000	1501	115904.22	15	0.25881905	0.96592583	31861.7162	2800	11200	118909.543	7200	17	0.30573068	36354.2958
8	80.788	4.0000	1501	121262.79	10	0.17364818	0.98480775	22307.329	2800	11200	126511.15	7200	17	0.30573068	38678.34
9	82.979	4.0000	1501	124551.48	5	0.08715574	0.9961947	11482.898	2800	11200	131250.125	7200	17	0.30573068	40127.1901
10	20.934	2.0000	1501	31421.93	2	0.0348995	0.99939083	1222.24787	2800	5600	35000.5996	3600	17	0.30573068	10700.7572
									310537.456	110723.2	826288.746	71179.2			

$$FS = \frac{\sum(C * L + N \tan \phi)}{\sum T} = 1.170052163 \quad \text{EL TALUD ES ESTABLE}$$

Tabla 19. Cálculo de estabilidad de talud por el método del abanico de Hoek y Bray.

TALUD EN CONDICION SECA							
ALTURA (m)	PESO VOL. (t/m)	COHESIÓN (t/m2)	ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA	TAN φ	$\frac{C}{\gamma H \tan \phi}$	$\frac{\tan \phi}{F.S.}$	F.S.
21	1.501	2.8	17	0.3057	0.2905	0.5	0.6115
TALUD EN CONDICIÓN PARCIALMENTE SATURADO							
ALTURA (m)	PESO VOL. (t/m)	COHESIÓN (t/m2)	ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA	TAN φ	$\frac{C}{\gamma H \tan \phi}$	$\frac{\tan \phi}{F.S.}$	F.S.
21	1.501	2.8	17	0.3057	0.2905	0.55	0.5559
TALUD EN CONDICIÓN SATURADO							
ALTURA (m)	PESO VOL. (t/m)	COHESIÓN (t/m2)	ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA	TAN φ	$\frac{C}{\gamma H \tan \phi}$	$\frac{\tan \phi}{F.S.}$	F.S.
21	1.501	2.8	17	0.3057	0.2905	0.6	0.5096

Tabla 20. Cálculo de estabilidad de talud por el método convencional de dovelas.



CALCULO DE ESTABILIDAD DE TALUD															
DOVELA	AREA (m2)	L	PESO VOLUMETRICO (kg/m3)	PESO DOVELA (kg)	α	sen α	cos α	FUERZA TANGENCIAL (kg)	C (kg/m2)	C*L (kg)	FUERZA NORMAL (kg)	SOBRECARGA (kg)	Φ	tan Φ	N*Tan Φ
1	3.792	2.5440	1872	7098.62	50	0.76604444	0.64278761	8945.73218	2700	6868.8	7506.36058	4579.2	19	0.34432761	2584.64722
2	16.498	3.5000	1872	30884.26	45	0.70710678	0.70710678	26293.2396	2700	9450	26293.2396	6300	19	0.34432761	9053.48843
3	27.625	3.5000	1872	51714.00	40	0.64278761	0.76604444	37290.6804	2700	9450	44441.3023	6300	19	0.34432761	15302.3676
4	36.943	3.5000	1872	69157.30	35	0.57357644	0.81915204	43280.5269	2700	9450	61810.9983	6300	19	0.34432761	21283.2335
5	44.775	3.5000	1872	83818.80	30	0.5	0.8660254	45059.4	2700	9450	78045.1702	6300	19	0.34432761	26873.1072
6	51.333	3.5000	1872	96095.38	26	0.43837115	0.89879405	44887.1784	2700	9450	92032.3543	6300	19	0.34432761	31689.2809
7	56.764	3.5000	1872	106262.21	22	0.37460659	0.92718385	42166.5453	2700	9450	104365.862	6300	19	0.34432761	35936.0481
8	61.175	3.5000	1872	114519.60	18	0.30901699	0.95105652	37335.3097	2700	9450	114906.268	6300	19	0.34432761	39565.401
9	64.641	3.5000	1872	121007.95	14	0.2419219	0.97029573	30798.5811	2700	9450	123526.362	6300	19	0.34432761	42533.5373
10	67.216	3.5000	1872	125828.35	10	0.17364818	0.98480775	22943.8475	2700	9450	130121.025	6300	19	0.34432761	44804.2621
11	68.939	3.5000	1872	129053.81	6	0.10452846	0.9945219	14148.3255	2700	9450	134612.326	6300	19	0.34432761	46350.7408
12	22.928	2.3063	1872	42921.22	3	0.05233596	0.99862953	2463.58723	2700	6227.01	47008.0447	4151.34	19	0.34432761	16186.1678
									355612.954		107595.81	964669.313	71730.54		

$$FS = \frac{\sum(C * L + N \tan \phi)}{\sum T} = 1.236620003$$

EL TALUD ES ESTABLE

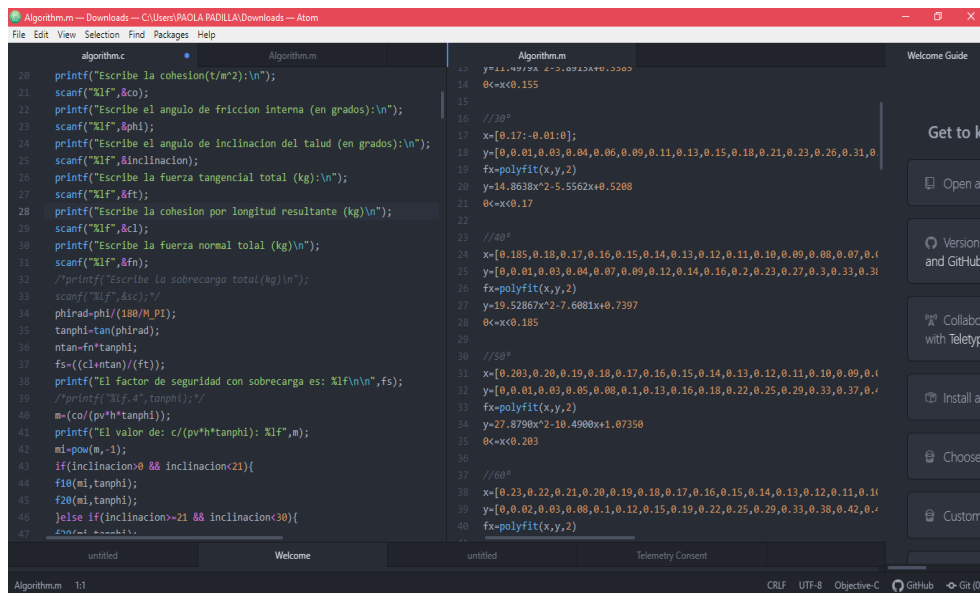
Tabla 21. Cálculo de estabilidad de talud por el método del abanico de hoek y Bray.

TALUD EN CONDICION SECA							
ALTURA (m)	PESO VOL. (t/m)	COHESIÓN (t/m2)	ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA	TAN φ	$\frac{C}{\gamma H \tan \phi}$	$\frac{\tan \phi}{F.S.}$	F.S.
20	1.872	2.7	19	0.3443	0.2094	0.65	0.5297
TALUD EN CONDICION PARCIALMETE SATURADO							
ALTURA (m)	PESO VOL. (t/m)	COHESIÓN (t/m2)	ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA	TAN φ	$\frac{C}{\gamma H \tan \phi}$	$\frac{\tan \phi}{F.S.}$	F.S.
20	1.872	2.7	19	0.3443	0.2094	0.68	0.5064
TALUD EN CONDICION SATURADA							
ALTURA (m)	PESO VOL. (t/m)	COHESIÓN (t/m2)	ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA	TAN φ	$\frac{C}{\gamma H \tan \phi}$	$\frac{\tan \phi}{F.S.}$	F.S.
20	1.872	2.7	19	0.3443	0.2094	0.8	0.4304

Según datos obtenidos es preocupante las condiciones de estabilidad del talud bajo condiciones de humedad, por lo que se requiere atender a la población que ahí habita y que las autoridades presten atención ante este tipo de amenaza.

Obtención de software

El programa que se generó fue con base al cálculo del factor de seguridad por dos métodos: el Método Convencional de Dovelas, y por el Método del Abanico de Hoek & Bray, los cuales permitieron generar un algoritmo para calcular dicho factor de seguridad usando las condiciones del talud, como lo son las propiedades mecánicas del suelo, las relaciones gravimétricas y volumétricas del suelo, además otras consideraciones como: ángulo del talud y condiciones de saturación del suelo (suelo seco, parcialmente saturado y totalmente saturado). Se usaron métodos numéricos que se integraron al lenguaje de programación C, que permite calcular el comportamiento de estabilidad del talud y en donde se establecieron rangos según su ángulo del talud que es lo que principalmente interviene en su estabilidad. Figura 162.



```
Algorithm.m - Downloads - C:\Users\PAOLA PADILLA\Downloads - Atom
File Edit View Selection Find Packages Help

algorithm.c Algorithm
20 printf("Escribe la cohesión (t/m²):\n");
21 scanf("%lf",&c);
22 printf("Escribe el ángulo de fricción interna (en grados):\n");
23 scanf("%lf",&phi);
24 printf("Escribe el ángulo de inclinación del talud (en grados):\n");
25 scanf("%lf",&inclinacion);
26 printf("Escribe la fuerza tangencial total (kg):\n");
27 scanf("%lf",&ft);
28 printf("Escribe la cohesión por longitud resultante (kg):\n");
29 scanf("%lf",&c1);
30 printf("Escribe la fuerza normal total (kg):\n");
31 scanf("%lf",&fn);
32 /*printf("Escribe la sobrecarga total (kg):\n");
33 scanf("%lf",&c2);*/
34 phiRad=phi/(180/M_PI);
35 tanphi=tan(phiRad);
36 ntan=fn*tanphi;
37 fs=((clntan)/(ft));
38 printf("El Factor de seguridad con sobrecarga es: %f\n",fs);
39 /*printf("%f",tanphi);*/
40 m=(c/(pv*htanphi));
41 printf("El valor de: c/(pv*htanphi): %f",m);
42 m1=pow(m,-1);
43 if(inclinacion>0 && inclinacion<21){
44 f10(m,tanphi);
45 f20(m,tanphi);
46 }else if(inclinacion>21 && inclinacion<30){
47 f30(m,tanphi);
48 }else if(inclinacion>30 && inclinacion<40){
49 f40(m,tanphi);
50 }else if(inclinacion>40 && inclinacion<50){
51 f50(m,tanphi);
52 }else if(inclinacion>50 && inclinacion<60){
53 f60(m,tanphi);
54 }else if(inclinacion>60 && inclinacion<70){
55 f70(m,tanphi);
56 }else if(inclinacion>70 && inclinacion<80){
57 f80(m,tanphi);
58 }else if(inclinacion>80 && inclinacion<90){
59 f90(m,tanphi);
60 }else{
61 printf("El ángulo de inclinación del talud no es válido.\n");
62 }

Algorithm.m
14 y=14.8638x²-5.5562x+0.5268
15 0<x<0.155
16 //30°
17 x=[0.17;-0.01:0];
18 y=[0,0,0.01,0.03,0.04,0.06,0.09,0.11,0.13,0.15,0.18,0.21,0.23,0.26,0.31,0.36,0.41,0.46,0.51,0.56,0.61,0.66,0.71,0.76,0.81,0.86,0.91,0.96,1.01,1.06,1.11,1.16,1.21,1.26,1.31,1.36,1.41,1.46,1.51,1.56,1.61,1.66,1.71,1.76,1.81,1.86,1.91,1.96,2.01,2.06,2.11,2.16,2.21,2.26,2.31,2.36,2.41,2.46,2.51,2.56,2.61,2.66,2.71,2.76,2.81,2.86,2.91,2.96,3.01,3.06,3.11,3.16,3.21,3.26,3.31,3.36,3.41,3.46,3.51,3.56,3.61,3.66,3.71,3.76,3.81,3.86,3.91,3.96,4.01,4.06,4.11,4.16,4.21,4.26,4.31,4.36,4.41,4.46,4.51,4.56,4.61,4.66,4.71,4.76,4.81,4.86,4.91,4.96,5.01,5.06,5.11,5.16,5.21,5.26,5.31,5.36,5.41,5.46,5.51,5.56,5.61,5.66,5.71,5.76,5.81,5.86,5.91,5.96,6.01,6.06,6.11,6.16,6.21,6.26,6.31,6.36,6.41,6.46,6.51,6.56,6.61,6.66,6.71,6.76,6.81,6.86,6.91,6.96,7.01,7.06,7.11,7.16,7.21,7.26,7.31,7.36,7.41,7.46,7.51,7.56,7.61,7.66,7.71,7.76,7.81,7.86,7.91,7.96,8.01,8.06,8.11,8.16,8.21,8.26,8.31,8.36,8.41,8.46,8.51,8.56,8.61,8.66,8.71,8.76,8.81,8.86,8.91,8.96,9.01,9.06,9.11,9.16,9.21,9.26,9.31,9.36,9.41,9.46,9.51,9.56,9.61,9.66,9.71,9.76,9.81,9.86,9.91,9.96,10.01,10.06,10.11,10.16,10.21,10.26,10.31,10.36,10.41,10.46,10.51,10.56,10.61,10.66,10.71,10.76,10.81,10.86,10.91,10.96,11.01,11.06,11.11,11.16,11.21,11.26,11.31,11.36,11.41,11.46,11.51,11.56,11.61,11.66,11.71,11.76,11.81,11.86,11.91,11.96,12.01,12.06,12.11,12.16,12.21,12.26,12.31,12.36,12.41,12.46,12.51,12.56,12.61,12.66,12.71,12.76,12.81,12.86,12.91,12.96,13.01,13.06,13.11,13.16,13.21,13.26,13.31,13.36,13.41,13.46,13.51,13.56,13.61,13.66,13.71,13.76,13.81,13.86,13.91,13.96,14.01,14.06,14.11,14.16,14.21,14.26,14.31,14.36,14.41,14.46,14.51,14.56,14.61,14.66,14.71,14.76,14.81,14.86,14.91,14.96,15.01,15.06,15.11,15.16,15.21,15.26,15.31,15.36,15.41,15.46,15.51,15.56,15.61,15.66,15.71,15.76,15.81,15.86,15.91,15.96,16.01,16.06,16.11,16.16,16.21,16.26,16.31,16.36,16.41,16.46,16.51,16.56,16.61,16.66,16.71,16.76,16.81,16.86,16.91,16.96,17.01,17.06,17.11,17.16,17.21,17.26,17.31,17.36,17.41,17.46,17.51,17.56,17.61,17.66,17.71,17.76,17.81,17.86,17.91,17.96,18.01,18.06,18.11,18.16,18.21,18.26,18.31,18.36,18.41,18.46,18.51,18.56,18.61,18.66,18.71,18.76,18.81,18.86,18.91,18.96,19.01,19.06,19.11,19.16,19.21,19.26,19.31,19.36,19.41,19.46,19.51,19.56,19.61,19.66,19.71,19.76,19.81,19.86,19.91,19.96,20.01,20.06,20.11,20.16,20.21,20.26,20.31,20.36,20.41,20.46,20.51,20.56,20.61,20.66,20.71,20.76,20.81,20.86,20.91,20.96,21.01,21.06,21.11,21.16,21.21,21.26,21.31,21.36,21.41,21.46,21.51,21.56,21.61,21.66,21.71,21.76,21.81,21.86,21.91,21.96,22.01,22.06,22.11,22.16,22.21,22.26,22.31,22.36,22.41,22.46,22.51,22.56,22.61,22.66,22.71,22.76,22.81,22.86,22.91,22.96,23.01,23.06,23.11,23.16,23.21,23.26,23.31,23.36,23.41,23.46,23.51,23.56,23.61,23.66,23.71,23.76,23.81,23.86,23.91,23.96,24.01,24.06,24.11,24.16,24.21,24.26,24.31,24.36,24.41,24.46,24.51,24.56,24.61,24.66,24.71,24.76,24.81,24.86,24.91,24.96,25.01,25.06,25.11,25.16,25.21,25.26,25.31,25.36,25.41,25.46,25.51,25.56,25.61,25.66,25.71,25.76,25.81,25.86,25.91,25.96,26.01,26.06,26.11,26.16,26.21,26.26,26.31,26.36,26.41,26.46,26.51,26.56,26.61,26.66,26.71,26.76,26.81,26.86,26.91,26.96,27.01,27.06,27.11,27.16,27.21,27.26,27.31,27.36,27.41,27.46,27.51,27.56,27.61,27.66,27.71,27.76,27.81,27.86,27.91,27.96,28.01,28.06,28.11,28.16,28.21,28.26,28.31,28.36,28.41,28.46,28.51,28.56,28.61,28.66,28.71,28.76,28.81,28.86,28.91,28.96,29.01,29.06,29.11,29.16,29.21,29.26,29.31,29.36,29.41,29.46,29.51,29.56,29.61,29.66,29.71,29.76,29.81,29.86,29.91,29.96,30.01,30.06,30.11,30.16,30.21,30.26,30.31,30.36,30.41,30.46,30.51,30.56,30.61,30.66,30.71,30.76,30.81,30.86,30.91,30.96,31.01,31.06,31.11,31.16,31.21,31.26,31.31,31.36,31.41,31.46,31.51,31.56,31.61,31.66,31.71,31.76,31.81,31.86,31.91,31.96,32.01,32.06,32.11,32.16,32.21,32.26,32.31,32.36,32.41,32.46,32.51,32.56,32.61,32.66,32.71,32.76,32.81,32.86,32.91,32.96,33.01,33.06,33.11,33.16,33.21,33.26,33.31,33.36,33.41,33.46,33.51,33.56,33.61,33.66,33.71,33.76,33.81,33.86,33.91,33.96,34.01,34.06,34.11,34.16,34.21,34.26,34.31,34.36,34.41,34.46,34.51,34.56,34.61,34.66,34.71,34.76,34.81,34.86,34.91,34.96,35.01,35.06,35.11,35.16,35.21,35.26,35.31,35.36,35.41,35.46,35.51,35.56,35.61,35.66,35.71,35.76,35.81,35.86,35.91,35.96,36.01,36.06,36.11,36.16,36.21,36.26,36.31,36.36,36.41,36.46,36.51,36.56,36.61,36.66,36.71,36.76,36.81,36.86,36.91,36.96,37.01,37.06,37.11,37.16,37.21,37.26,37.31,37.36,37.41,37.46,37.51,37.56,37.61,37.66,37.71,37.76,37.81,37.86,37.91,37.96,38.01,38.06,38.11,38.16,38.21,38.26,38.31,38.36,38.41,38.46,38.51,38.56,38.61,38.66,38.71,38.76,38.81,38.86,38.91,38.96,39.01,39.06,39.11,39.16,39.21,39.26,39.31,39.36,39.41,39.46,39.51,39.56,39.61,39.66,39.71,39.76,39.81,39.86,39.91,39.96,40.01,40.06,40.11,40.16,40.21,40.26,40.31,40.36,40.41,40.46,40.51,40.56,40.61,40.66,40.71,40.76,40.81,40.86,40.91,40.96,41.01,41.06,41.11,41.16,41.21,41.26,41.31,41.36,41.41,41.46,41.51,41.56,41.61,41.66,41.71,41.76,41.81,41.86,41.91,41.96,42.01,42.06,42.11,42.16,42.21,42.26,42.31,42.36,42.41,42.46,42.51,42.56,42.61,42.66,42.71,42.76,42.81,42.86,42.91,42.96,43.01,43.06,43.11,43.16,43.21,43.26,43.31,43.36,43.41,43.46,43.51,43.56,43.61,43.66,43.71,43.76,43.81,43.86,43.91,43.96,44.01,44.06,44.11,44.16,44.21,44.26,44.31,44.36,44.41,44.46,44.51,44.56,44.61,44.66,44.71,44.76,44.81,44.86,44.91,44.96,45.01,45.06,45.11,45.16,45.21,45.26,45.31,45.36,45.41,45.46,45.51,45.56,45.61,45.66,45.71,45.76,45.81,45.86,45.91,45.96,46.01,46.06,46.11,46.16,46.21,46.26,46.31,46.36,46.41,46.46,46.51,46.56,46.61,46.66,46.71,46.76,46.81,46.86,46.91,46.96,47.01,47.06,47.11,47.16,47.21,47.26,47.31,47.36,47.41,47.46,47.51,47.56,47.61,47.66,47.71,47.76,47.81,47.86,47.91,47.96,48.01,48.06,48.11,48.16,48.21,48.26,48.31,48.36,48.41,48.46,48.51,48.56,48.61,48.66,48.71,48.76,48.81,48.86,48.91,48.96,49.01,49.06,49.11,49.16,49.21,49.26,49.31,49.36,49.41,49.46,49.51,49.56,49.61,49.66,49.71,49.76,49.81,49.86,49.91,49.96,50.01,50.06,50.11,50.16,50.21,50.26,50.31,50.36,50.41,50.46,50.51,50.56,50.61,50.66,50.71,50.76,50.81,50.86,50.91,50.96,51.01,51.06,51.11,51.16,51.21,51.26,51.31,51.36,51.41,51.46,51.51,51.56,51.61,51.66,51.71,51.76,51.81,51.86,51.91,51.96,52.01,52.06,52.11,52.16,52.21,52.26,52.31,52.36,52.41,52.46,52.51,52.56,52.61,52.66,52.71,52.76,52.81,52.86,52.91,52.96,53.01,53.06,53.11,53.16,53.21,53.26,53.31,53.36,53.41,53.46,53.51,53.56,53.61,53.66,53.71,53.76,53.81,53.86,53.91,53.96,54.01,54.06,54.11,54.16,54.21,54.26,54.31,54.36,54.41,54.46,54.51,54.56,54.61,54.66,54.71,54.76,54.81,54.86,54.91,54.96,55.01,55.06,55.11,55.16,55.21,55.26,55.31,55.36,55.41,55.46,55.51,55.56,55.61,55.66,55.71,55.76,55.81,55.86,55.91,55.96,56.01,56.06,56.11,56.16,56.21,56.26,56.31,56.36,56.41,56.46,56.51,56.56,56.61,56.66,56.71,56.76,56.81,56.86,56.91,56.96,57.01,57.06,57.11,57.16,57.21,57.26,57.31,57.36,57.41,57.46,57.51,57.56,57.61,57.66,57.71,57.76,57.81,57.86,57.91,57.96,58.01,58.06,58.11,58.16,58.21,58.26,58.31,58.36,58.41,58.46,58.51,58.56,58.61,58.66,58.71,58.76,58.81,58.86,58.91,58.96,59.01,59.06,59.11,59.16,59.21,59.26,59.31,59.36,59.41,59.46,59.51,59.56,59.61,59.66,59.71,59.76,59.81,59.86,59.91,59.96,60.01,60.06,60.11,60.16,60.21,60.26,60.31,60.36,60.41,60.46,60.51,60.56,60.61,60.66,60.71,60.76,60.81,60.86,60.91,60.96,61.01,61.06,61.11,61.16,61.21,61.26,61.31,61.36,61.41,61.46,61.51,61.56,61.61,61.66,61.71,61.76,61.81,61.86,61.91,61.96,62.01,62.06,62.11,62.16,62.21,62.26,62.31,62.36,62.41,62.46,62.51,62.56,62.61,62.66,62.71,62.76,62.81,62.86,62.91,62.96,63.01,63.06,63.11,63.16,63.21,63.26,63.31,63.36,63.41,63.46,63.51,63.56,63.61,63.66,63.71,63.76,63.81,63.86,63.91,63.96,64.01,64.06,64.11,64.16,64.21,64.26,64.31,64.36,64.41,64.46,64.51,64.56,64.61,64.66,64.71,64.76,64.81,64.86,64.91,64.96,65.01,65.06,65.11,65.16,65.21,65.26,65.31,65.36,65.41,65.46,65.51,65.56,65.61,65.66,65.71,65.76,65.81,65.86,65.91,65.96,66.01,66.06,66.11,66.16,66.21,66.26,66.31,66.36,66.41,66.46,66.51,66.56,66.61,66.66,66.71,66.76,66.81,66.86,66.91,66.96,67.01,67.06,67.11,67.16,67.21,67.26,67.31,67.36,67.41,67.46,67.51,67.56,67.61,67.66,67.71,67.76,67.81,67.86,67.91,67.96,68.01,68.06,68.11,68.16,68.21,68.26,68.31,68.36,68.41,68.46,68.51,68.56,68.61,68.66,68.71,68.76,68.81,68.86,68.91,68.96,69.01,69.06,69.11,69.16,69.21,69.26,69.31,69.36,69.41,69.46,69.51,69.56,69.61,69.66,69.71,69.76,69.81,69.86,69.91,69.96,70.01,70.06,70.11,70.16,70.21,70.26,70.31,70.36,70.41,70.46,70.51,70.56,70.61,70.66,70.71,70.76,70.81,70.86,70.91,70.96,71.01,71.06,71.11,71.16,71.21,71.26,71.31,71.36,71.41,71.46,71.51,71.56,71.61,71.66,71.71,71.76,71.81,71.86,71.91,71.96,72.01,72.06,72.11,72.16,72.21,72.26,72.31,72.36,72.41,72.46,72.51,72.56,72.61,72.66,72.71,72.76,72.81,72.86,72.91,72.96,73.01,73.06,73.11,73.16,73.21,73.26,73.31,73.36,73.41,73.46,73.51,73.56,73.61,73.66,73.71,73.76,73.81,73.86,73.91,73.96,74.01,74.06,74.11,74.16,74.21,74.26,74.31,74.36,74.41,74.46,74.51,74.56,74.61,74.66,74.71,74.76,74.81,74.86,74.91,74.96,75.01,75.06,75.11,75.16,75.21,75.26,75.31,75.36,75.41,75.46,75.51,75.56,75.61,75.66,75.71,75.76,75.81,75.86,75.91,75.96,76.01,76.06,76.11,76.16,76.21,76.26,76.31,76.36,76.41,76.46,76.51,76.56,76.61,76.66,76.71,76.76,76.81,76.86,76.91,76.96,77.01,77.06,77.11,77.16,77.21,77.26,77.31,77.36,77.41,77.46,77.51,77.56,77.61,77.66,77.71,77.76,77.81,77.86,77.91,77.96,78.01,78.06,78.11,78.16,78.21,78.26,78.31,78.36,78.41,78.46,78.51,78.56,78.61,78.66,78.71,78.76,78.81,78.86,78.91,78.96,79.01,79.06,79.11,79.16,79.21,79.26,79.31,79.36,79.41,79.46,79.51,79.56,79.61,79.66,79.71,79.76,79.81,79.86,79.91,79.96,80.01,80.06,80.11,80.16,80.21,80.26,80.31,80.36,80.41,80.46,80.51,80.56,80.61,80.66,80.71,80.76,80.81,80.86,80.91,80.96,81.01,81.06,81.11,81.16,81.21,81.26,81.31,81.36,81.41,81.46,81.51,81.56,81.61,81.66,81.71,81.76,81.81,81.86,81.91,81.96,82.01,82.06,82.11,82.16,82.21,82.26,82.31,82.36,82.41,82.46,82.51,82.56,82.61,82.66,82.71,82.76,82.81,82.86,82.91,82.96,83.01,83.06,83.11,83.16,83.21,83.26,83.31,83.36,83.41,83.46,83.51,83.56,83.61,83.66,83.71,83.76,83.81,83.86,83.91,83.96,84.01,84.06,84.11,84.16,84.21,84.26,84.31,84.36,84.41,84.46,84.51,84.56,84.61,84.66,84.71,84.76,84.81,84.86,84.91,84.96,85.01,85.06,85.11,85.16,85.21,85.26,85.31,85.36,85.41,85.46,85.51,85.56,85.61,85.66,85.71,85.76,85.81,85.86,85.91,85.96,86.01,86.06,86.11,86.16,86.21,86.26,86.31,86.36,86.41,86.46,86.51,86.56,86.61,86.66,86.71,86.76,86.81,86.86,86.91,86.96,87.01,87.06,87.11,87.16,87.21,87.26,87.31,87.36,87.41,87.46,87.51,87.56,87.61,87.66,87.71,87.76,87.81,87.86,87.91,87.96,88.01,88.06,88.11,88.16,88.21,88.26,88.31,88.36,88.41,88.46,88.51,88.56,88.61,88.66,88.71,88.76,88.81,88.86,88.91,88.96,89.01,89.06,89.11,89.16,89.21,89.26,89.31,89.36,89.41,89.46,89.51,89.56,89.61,89.66,89.71,89.76,89.81,89.86,89.91,89.96,90.01,90.06,90.11,90.16,90.21,90.26,90.31,90.36,90.41,90.46,90.51,90.56,90.61,90.66,90.71,90.76,90.81,90.86,90.91,90.96,91.01,91.06,91.11,91.16,91.21,91.26,91.31,91.36,91.41,91.46,91.51,91.56,91.61,91.66,91.71,91.76,91.81,91.86,91.91,91.96,92.01,92.06,92.11,92.16,92.21,92.26,92.31,92.36,92.41,92.46,92.51,92.56,92.61,92.66,92.71,92.76,92.81,92.86,92.91,92.96,93.01,93.06,93.11,93.16,93.21,93.26,93.31,93.36,93.41,93.46,93.51,93.56,93.61,93.66,93.71,93.76,93.81,93.86,93.91,93.96,94.01,94.06,94.11,94.16,94.21,94.26,94.31,94.36,94.41,94.46,94.51,94.56,94.61,94.66,94.71,94.76,94.81,94.86,94.91,94.96,95.01,95.06,95.11,95.16,95.21,95.26,95.31,95.36,95.41,95
```

simulación permite a través de distintas cámaras observar desde distintos puntos como se comporta la ladera, dando una mejor perspectiva. Gracias a la programación implementada en C# (C-Sharp) mediante distintas funciones de programación ejecutadas por las condiciones que intervienen en la funcionalidad del programa, de tal manera que los scripts, generan las principales acciones que intervienen en su comportamiento, así como la adaptación del código y algoritmo en C ahora en C# para la implementación de propiedades físicas, como las gravitacionales y de movimiento. Figura 163.

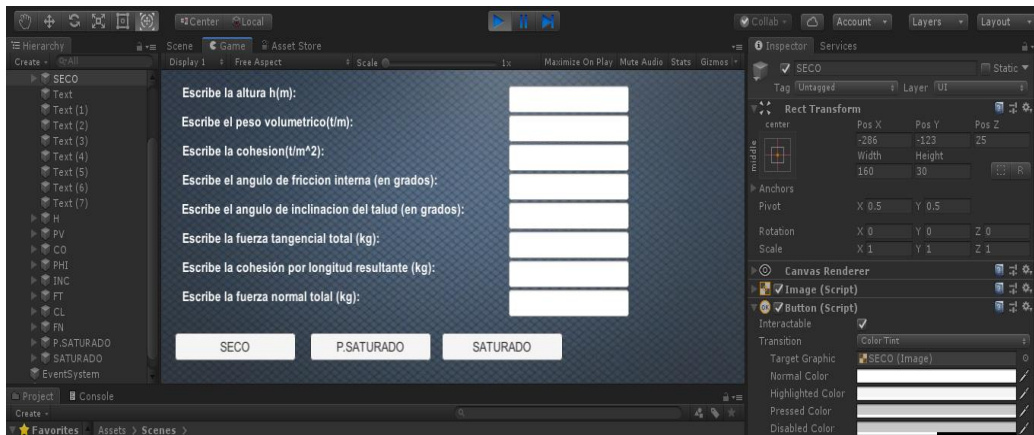


Figura 163. Software en Unity para evaluar estabilidad de laderas.

El modelo 3D está basado en las fotografías tomadas por el Drone (Restitución Fotogramétrica de Vuelos), mediante el cual se realiza una adaptación digital de una simulación real de cómo se comportaría el talud en caso de que éste fuese inestable, algo que en contraste con otros programas no es posible, por lo cual es una forma conveniente de evaluar la estabilidad de laderas. Figura 164.

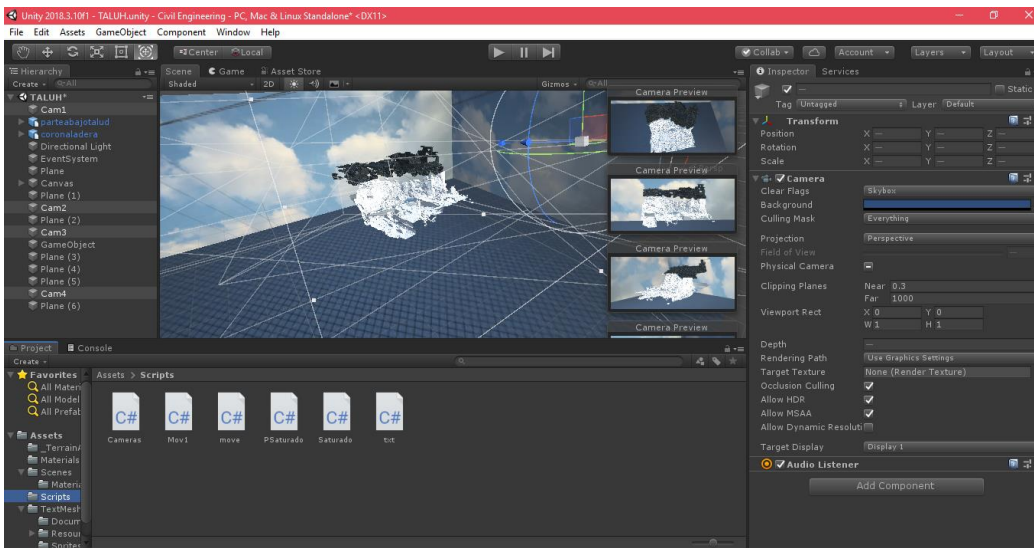


Figura 164. Simulación de comportamiento de Ladera.

Este modelo de simulación permitirá tener un panorama de la seguridad del espacio urbano y tomar medidas pertinentes dependiendo del grado de riesgo al que está expuesto, en donde se requerirá la participación ciudadana y de las autoridades en cuanto al reordenamiento del espacio urbano, uso de suelo, medidas de mitigación y de esta manera salvaguardar la integridad de la sociedad y su infraestructura (carreteras, vivienda, servicios públicos, etc.) además de tener una adecuada y eficiente gestión urbana.

6.5 Estimación de la Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo de Deslizamiento de Laderas

Para la medición de amenaza en cuanto a deslizamiento de laderas el CENAPRED hace una propuesta para la medición calificando los diferentes factores que pueden influir en la estabilidad de una ladera, el cual ha comprobado ser una metodología práctica con la cual se pueden estimar el grado de amenaza que tendrá una ladera ante factores topográficos, geotécnicos, geomorfológicos y ambientales, con respecto a las condiciones que se tienen en el Municipio de Naucalpan, tabla 22. Cabe aclarar que esta tabla de fue modificada ajustándola a las condiciones del área de estudio.

Tabla 22. Evaluación de grado de amenaza de laderas.

Evaluación de grado de amenaza de laderas.				
Factores Topográficos				
Factor	Intervalos o Categorías	Atributo relativo	Observaciones	Calificaciones
Inclinación de los taludes	Más de 45°	2	Estimar el valor medio. Usar clinómetro	2
	35° a 45°	1.8		
	25° a 35°	1.4		
	15° a 25°	1		
	Menos de 15°	0.5		
Altura	Menos de 50m	0.6	Desnivel entre la corona y el valle o fondo de la cañada. Usar nivelaciones, planos o cartas topográficas. GPS, niveles dudosos.	0.6
	50 a 100m	1.2		
	100 a 200m	1.6		
	Más de 200m	2		
Antecedentes de deslizamientos	No se sabe	0.3	Reseñas verosímiles de lugareños	0.4
	Algunos someros	0.4		
	Sí, incluso con fechas	0.6		

Factores geotécnicos				
Tipo de suelos o rocas	Brecha volcánica	0.4	Nota Revisar mapa geológico de Naucalpan	0.8
	Ígnea extrusiva intermedio	0.4		
	Ígnea intrusiva intermedio	0.6		
	Formación Tarango	0.8		
	Suelos aluviales	1		
	Arena tobacea	1		

Factores geomorfológicos y ambientales				
Vegetación y uso de la tierra	Zona urbana	2	Considérese no solo la ladera, sino también la plataforma en la cima.	2
	Cultivos anuales	1.5		
	Vegetación intensa	0		
	Vegetación moderada	0.8		
	Área deforestada	2		
Sismo				
Respuesta sísmica	Baja	0.2	Considerar el mapa correspondiente de Isoamplitudes de Naucalpan	0.6
	Media	0.6		
	Alta	1.0		
Precipitación				
	Baja 13.2mm-17.9mm	0.4	Considerar el mapa de precipitaciones obtenido en Naucalpan.	0.8
	Media 18.0mm-22.2mm	0.8		
	Alta >22.2mm	2		
			Suma	7.2

Calificaciones			
Grado	Descripción	Suma de las calificaciones	
1	Amenaza muy alta	Más de 10	7.2
2	Amenaza alta	8.5 a 10	
3	Amenaza moderada	7 a 8.5	
4	Amenaza baja	5 a 7	
5	Amenaza muy baja	Menos de 5	

6.6 Interpretación de los Grados de Amenaza

La tabla 23, muestra la clasificación de la susceptibilidad o grado de amenaza debido a los deslizamientos con base en la observación de la morfología del terreno (Crozier, M.J, 1986)

Para efectos prácticos en la determinación además de considerarse más adaptable a la metodología que se está desarrollando para la determinación de la variable amenaza se utilizó lo propuesto en la tabla 24, obtenida de (Sarkar, S., Kanungo, D.P., 2004).

Tabla 23. Clasificación de la susceptibilidad a los deslizamientos con base en la observación de la morfología del terreno (Crozier, M.J, 1986).

Susceptibilidad	Criterio
VI Muy alta	Taludes con deslizamientos activos. Los movimientos pueden ser continuos o estacionarios.
IV Medianamente alta	Taludes con actividad de deslizamientos poco frecuente. La activación de deslizamientos ocurre en los eventos con intervalos de recurrencia mayores a cinco años.
III Mediana	Taludes con antigua evidencia de actividad de deslizamientos, pero que no han presentado movimientos en los últimos cien años.
II Baja	Taludes que no muestran evidencia de actividad previa de deslizamientos, pero que se consideran probables que se desarrollen en el futuro. Sin embargo, los análisis de esfuerzos como la analogía con otros taludes o el análisis de los factores, muestran una posibilidad baja de que lleguen a presentarse deslizamientos.
I Muy baja	Taludes que no muestran evidencia de actividad previa de deslizamientos y que, por análisis de esfuerzos, analogías con otros taludes, o por análisis de los factores de estabilidad, se considera muy improbable que se desarrollen deslizamientos en el futuro previsible.

Tabla 24. Criterios para determinar el grado de susceptibilidad a los deslizamientos (Sarkar, S., Kanungo, D.P., 2004, págs. 617-625).

Susceptibilidad	Criterio
Muy alta	Laderas con zonas de falla, masas de suelo altamente meteorizadas y saturadas y discontinuidades desfavorables donde han ocurrido deslizamientos o existe una alta posibilidad de que ocurran.
Alta	Laderas que tienen zonas de falla, meteorización alta a moderada y discontinuidades desfavorables donde han ocurrido deslizamientos o existe la posibilidad de que ocurran.
Moderada	Laderas con algunas zonas de falla, erosión intensa o materiales parcialmente saturados, donde no han ocurrido deslizamientos, pero no existe completa seguridad de que no ocurran.
Baja	Laderas que tienen algunas fisuras, materiales parcialmente erosionados, no saturados, con discontinuidades favorables, donde no existen indicios que permitan predecir deslizamientos.
Muy baja	Laderas no meteorizadas con discontinuidades favorables que no presentan ningún síntoma de que puedan ocurrir deslizamientos.

6.7 Valor Cuantitativo de la Probabilidad de Ocurrencia (Amenaza o Peligro)

La probabilidad de ocurrencia de un fenómeno de deslizamiento en un rango de frecuencia en el que este ocurrirá con el cual tenemos la siguiente tabla propuesta por (O., Hungr, 1997). Tabla 25.

Tabla 25. Escala de probabilidades para la magnitud o intensidad de deslizamiento.

Término	Rango de frecuencia (1/año)	Significado
Muy alta probabilidad	> 1/20	El deslizamiento puede ser inminente. Los eventos de deslizamiento ocurrirían con un periodo de retorno de 20 años o menos y dejarían signos claros de perturbación relativamente frescos.
Alta	1/100 – 1/20	Debe esperarse que ocurra un deslizamiento dentro del tiempo de vida de una persona o de una estructura típica. Son identificables las perturbaciones, pero no parecen recientes.
Media	1/500 – 1/100	La ocurrencia de un deslizamiento en el término de un tiempo de vida no es probable, pero es posible.
Baja	1/2500 – 1/500	Una probabilidad anual de 1/2500 es de significado incierto.
Muy Baja	< 1/2500	Este límite es comparable con la probabilidad asociada al sismo creíble, máximo que se usa para el diseño de presas en Canadá.

El valor cuantitativo de la amenaza puede variar según los criterios del observador por lo que no se tiene un valor absoluto.

6.8 Medición Cuantitativa de la Vulnerabilidad

La vulnerabilidad es considerada como el grado de pérdida o destrucción de un elemento señalado o de un grupo de elementos en riesgo, como resultado de la ocurrencia de un fenómeno natural de magnitud determinada (Varnes D.J. , 1984). La vulnerabilidad incluye el grado de daño a la población, vidas humanas, propiedades, actividades económicas, servicios públicos, condiciones ambientales etc. La cual se puede dividir en vulnerabilidad física y vulnerabilidad social.

Para determinar el valor de la vulnerabilidad deben de considerarse el tipo, proximidad y distribución de los elementos afectados o población, el grado de protección ofrecida a las personas por la naturaleza del elemento, escala o volumen probable de la falla, grado de prevención o alarma, velocidad del movimiento y su respuesta, así como la posibilidad de efectos secundarios.

El valor de la vulnerabilidad puede definirse como el nivel potencial de daño o grado de pérdida de un determinado elemento, expresado en una escala de 0 a 1 y depende principalmente de la exposición del elemento a la amenaza.

(Imiriland, 2007) recomienda índices para evaluar diferentes tipos de vulnerabilidades, según las pérdidas y daños esperados.

En este caso los únicos análisis de riesgo que llevaré a cabo será el de riesgo físico y riesgo social por lo que se considerará la siguiente tabla 26, en la cual se establecen los respectivos rangos respecto a pérdidas físicas y humanas que se tendrán y el valor que tomarán dentro de la ecuación respectivamente.

Tabla 26. Tabla de evaluación de vulnerabilidad física propuesta por Imiriland,2007.

Descripción de Vulnerabilidad	Rango de Pérdidas	Índice
Estructuras intactas	0	0
Daños locales	1 - 25%	0.25
Daños serios pero posibles de reparar	26 - 50%	0.5
Destruído en su mayoría y difícil de reparar	51 - 75%	0.75
Destrucción total	76 - 100%	1

Descripción de la vulnerabilidad	Índice
No hay personas afectadas	0
Se requiere evacuar personas, pero no hay personas heridas	0.25
Personas heridas, pero las personas continúan en sus actividades	0.5
Persona seriamente heridas, hasta con el 50% de discapacidad	0.75
Personas muertas. 51 a 100 % de discapacidad	1

6.9 Medición de Riesgo

Para la estimación del riesgo asociado a vulnerabilidad física se obtiene el valor del riesgo. Donde la Vulnerabilidad física es provocado por efecto de taludes y laderas inestables con lo cual se tiene:

La ecuación general del Riesgo es la siguiente:

$$R = \sum \sum P \times E \times V \times \Delta P \times \Delta E \times \Delta V$$

Dónde:

R = Riesgo o pérdida esperada (Pesos/año, víctimas/año)

P = Probabilidad de ocurrencia.

E = Exposición

V = Vulnerabilidad (tanto por uno de pérdida)

En base a las ubicaciones de los sitios y características conocidas se realizó la medición del riesgo económico, riesgo de vivienda y riesgo de personas, considerando la información de las tablas 23-26, más la información del área de estudio, se obtiene la estimación del riesgo.

Área de exposición San Lorenzo Totolinga. Figura 165.



Figura 165. San Lorenzo Totolinga, elementos expuestos.

Para el caso de San Lorenzo Totolinga, ver tablas 27 – 29.

Tablas 27 – 29. Evaluación de riesgo económico, vivienda y personas.

Evaluación de Riesgo Económico Caso de Estudio: San Lorenzo Totolinga								
Dirección de Movimiento	Elemento expuesto	Amenaza	Vulnerabilidad	Valor aproximado del elemento expuesto, E	V*E	Riesgo específico (Rs)	Valor del Riesgo Específico (Rs)	Valor total del riesgo
Movimiento 1	I	0.01	1	\$ 6,350,400.00	\$ 6,350,400.00	0.01	\$ 63,504.00	\$ 120,988.80
	IV	0.01	0.8	\$ 7,185,600.00	\$ 5,748,480.00	0.008	\$ 57,484.80	
Movimiento 2	II	0.01	0.9	\$ 5,572,800.00	\$ 5,015,520.00	0.009	\$ 50,155.20	\$ 79,051.20
	V	0.01	1	\$ 1,036,800.00	\$ 1,036,800.00	0.01	\$ 10,368.00	
Movimiento 3	VI	0.01	1	\$ 1,852,800.00	\$ 1,852,800.00	0.01	\$ 18,528.00	\$ 168,254.40
	II	0.01	0.9	\$ 5,572,800.00	\$ 5,015,520.00	0.009	\$ 50,155.20	
	III	0.01	0.9	\$ 5,116,800.00	\$ 4,605,120.00	0.009	\$ 46,051.20	
	VII	0.01	1	\$ 1,776,000.00	\$ 1,776,000.00	0.01	\$ 17,760.00	
	VIII	0.01	1	\$ 3,576,000.00	\$ 3,576,000.00	0.01	\$ 35,760.00	
Suma de riesgo total								\$ 368,294.40

Evaluación de Riesgo de Vivienda Caso de Estudio: San Lorenzo Totolinga								
Dirección de Movimiento	Elemento expuesto	Amenaza	Vulnerabilidad	No. Viviendas de afectadas	V*E	Riesgo específico	Valor del Riesgo	Valor total del riesgo
Movimiento 1	I	0.01	1	18	18	0.0100	0.177	0.3
	IV	0.01	0.8	20	16	0.0080	0.160	
Movimiento 2	II	0.01	1	16	16	0.0100	0.156	0.2
	V	0.01	1	3	3	0.0100	0.029	
Movimiento 3	VI	0.01	1	5	5	0.0100	0.052	0.5
	II	0.01	1	16	16	0.0100	0.156	
	III	0.01	0.8	14	11	0.0080	0.114	
	VII	0.01	1	5	5	0.0100	0.050	
	VIII	0.01	1	10	10	0.0100	0.100	
Suma de riesgo total								1

Evaluación de Riesgo Social Caso de Estudio: San Lorenzo Totolinga								
Dirección de Movimiento	Elemento expuesto	Amenaza	Vulnerabilidad	No. Personas de afectadas	V*E	Riesgo específico	Valor del Riesgo	Valor total del riesgo
Movimiento 1	I	0.01	1	99	99	0.0100	1	2
	IV	0.01	0.8	112	90	0.0080	1	
Movimiento 2	II	0.01	1	87	87	0.0100	1	1
	V	0.01	1	16	16	0.0100	0	
Movimiento 3	VI	0.01	1	29	29	0.0100	0	3
	II	0.01	1	87	87	0.0100	1	
	III	0.01	0.8	80	64	0.0080	1	
	VII	0.01	1	28	28	0.0100	0	
	VIII	0.01	1	56	56	0.0100	1	
Suma de riesgo total								6

Área de exposición en la colonia Mártires de río blanco. Figura 166.



Figura 166. Mártires de Río Blanco. elementos expuestos.

Para el caso de Mártires de Río Blanco, ver tablas 30 – 32.

Tablas 30 – 32. Evaluación de riesgo económico, vivienda y personas.

Evaluación de Riesgo Económico Caso de Estudio: Martires de Rio Blanco								
Dirección de Movimiento	Elemento expuesto	Amenaza	Vulnerabilidad	Valor aproximado del elemento expuesto, E	V*E	Riesgo específico(Rs)	Valor del Riesgo Especifico (Rs)	Valor total del riesgo
Movimiento 1	I	0.01	1	\$ 5,030,400.00	\$ 5,030,400.00	0.01	\$ 50,304.00	\$ 68,208.00
	II	0.01	1	\$ 1,790,400.00	\$ 1,790,400.00	0.01	\$ 17,904.00	
Movimiento 2	II	0.01	1	\$ 1,790,400.00	\$ 1,790,400.00	0.01	\$ 17,904.00	\$ 115,377.60
	III	0.01	0.7	\$ 6,091,200.00	\$ 4,263,840.00	0.007	\$ 42,638.40	
Movimiento 3	IV	0.01	0.7	\$ 7,833,600.00	\$ 5,483,520.00	0.007	\$ 54,835.20	
	IV	0.01	0.8	\$ 7,833,600.00	\$ 6,266,880.00	0.008	\$ 62,668.80	
Movimiento 3	V	0.01	1	\$ 3,672,000.00	\$ 3,672,000.00	0.01	\$ 36,720.00	\$ 193,665.60
	VI	0.01	1	\$ 3,513,600.00	\$ 3,513,600.00	0.01	\$ 35,136.00	
	VII	0.01	0.9	\$ 6,571,200.00	\$ 5,914,080.00	0.009	\$ 59,140.80	
Suma de riesgo total								\$ 377,251.20

Evaluación de Riesgo en Vivienda Caso de Estudio: Martires de Rio Blanco								
Dirección de Movimiento	Elemento expuesto	Amenaza	Vulnerabilidad	No. Viviendas afectadas	V*E	Riesgo específico(Valor del Riesgo	Valor total del riesgo
Movimiento 1	I	0.01	1	14	14	0.0100	0.140	0
	II	0.01	1	5	5	0.0100	0.050	
Movimiento 2	II	0.01	1	5	5	0.0100	0.050	0
	III	0.01	0.8	17	14	0.0080	0.136	
Movimiento 3	IV	0.01	0.8	22	17	0.0080	0.175	1
	IV	0.01	0.8	22	17	0.0080	0.175	
	V	0.01	1	10	10	0.0100	0.103	
	VI	0.01	1	10	10	0.0100	0.098	
	VII	0.01	1	18	18	0.0100	0.183	
Suma total de riesgo								1

Evaluación de Riesgo Social Caso de Estudio: Martires de Rio Blanco								
Dirección de Movimiento	Elemento expuesto	Amenaza	Vulnerabilidad	No. Personas Expuestas	V*E	Riesgo específico	Valor del Riesgo	Valor total del riesgo
Movimiento 1	I	0.01	1	79	79	0.0100	1	1
	II	0.01	1	28	28	0.0100	0	
Movimiento 2	II	0.01	0.8	28	22	0.0080	0	2
	III	0.01	0.7	95	67	0.0070	1	
	IV	0.01	0.7	122	86	0.0070	1	
Movimiento 3	IV	0.01	0.8	122	98	0.0080	1	3
	V	0.01	1	57	57	0.0100	1	
	VI	0.01	1	55	55	0.0100	1	
	VII	0.01	1	103	103	0.0100	1	
Suma total de riesgo							6	6

En la estimación del riesgo se tomó en cuenta diversos criterios de susceptibilidad, probabilidad de magnitud e intensidad del deslizamiento, así como diversos índices de vulnerabilidad y se consideró que la población se encontraba en sus viviendas.

Es evidente que en los casos presentados en esta investigación se tienen pérdidas económicas, de vivienda y vidas humanas, por lo que es indispensable elaborar un mapa de susceptibilidad, que nos permita prever, algún proceso de laderas en futuras áreas urbanizables. Figura 167

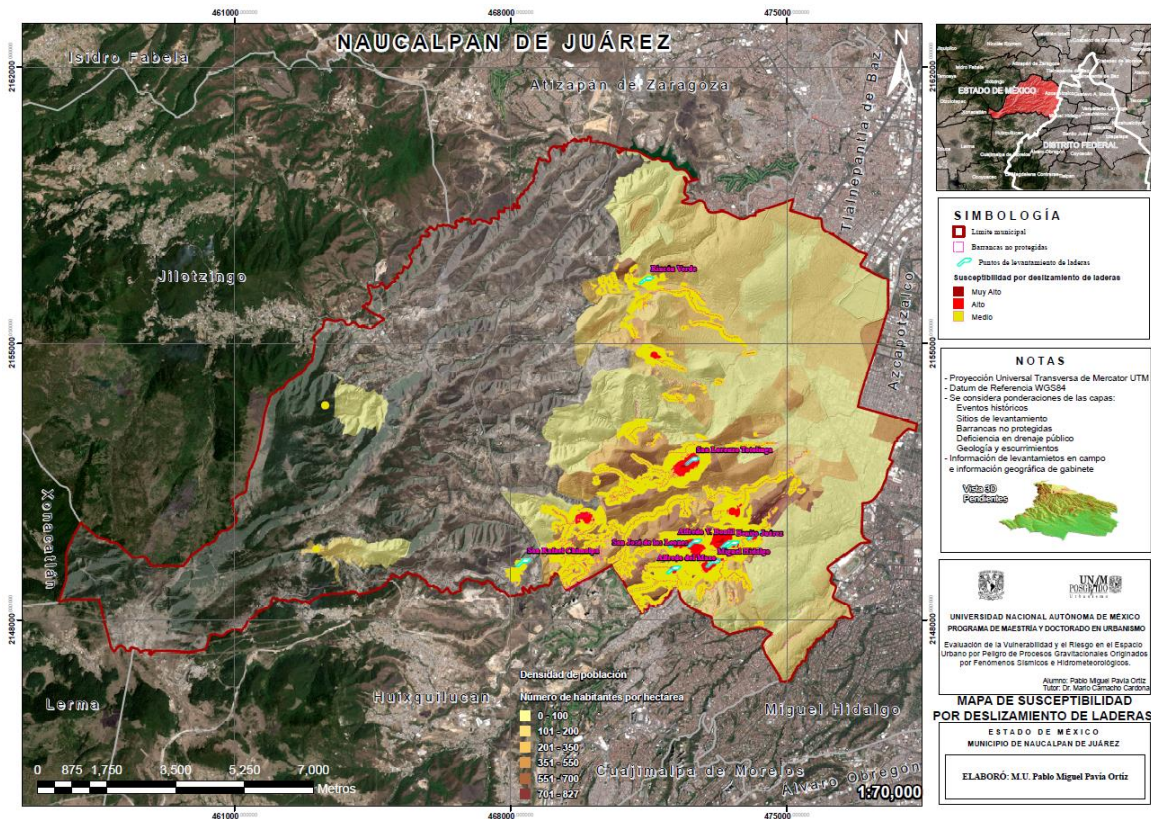


Figura 167. Mapa de Susceptibilidad, condición actual y futuras áreas urbanizables.

Derivado de la estimación del riesgo, se sugiere algunas recomendaciones emanadas de este proyecto, en primer lugar, aplicación del marco legal y en segundo lugar la elaboración de mapas de susceptibilidad, vulnerabilidad y aptitud de uso de suelo

Recomendaciones:

1. Aplicación del Marco Legal.

Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano

Artículo 4. La planeación, regulación y gestión de los asentamientos humanos, Centros de Población y la ordenación territorial, deben conducirse en apego a los siguientes principios de política pública:

I. Derecho a la ciudad. Garantizar a todos los habitantes de un Asentamiento Humano o Centros de Población el acceso a la vivienda, infraestructura, equipamiento y servicios básicos, a partir de los derechos reconocidos por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y los tratados internacionales suscritos por México en la materia;

II. Equidad e inclusión. Garantizar el ejercicio pleno de derechos en condiciones de igualdad, promoviendo la cohesión social a través de medidas que impidan la discriminación, segregación o marginación de individuos o grupos. Promover el respeto de los derechos de los grupos vulnerables, la perspectiva de género y que todos los habitantes puedan decidir entre una oferta diversa de suelo, viviendas, servicios, equipamientos, infraestructura y actividades económicas de acuerdo a sus preferencias, necesidades y capacidades;

III. Derecho a la propiedad urbana. Garantizar los derechos de propiedad inmobiliaria con la intención de que los propietarios tengan protegidos sus derechos, pero también asuman responsabilidades específicas con el estado y con la sociedad, respetando los derechos y límites previstos en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y esta Ley. El interés público prevalecerá en la ocupación y aprovechamiento del territorio;

IV. Coherencia y racionalidad. Adoptar perspectivas que promuevan el ordenamiento territorial y el Desarrollo Urbano de manera equilibrada, armónica, racional y congruente, acorde a los planes y políticas nacionales; así como procurar la eficiencia y transparencia en el uso de los recursos públicos;

Artículo 10. Corresponde a las entidades federativas:

XI. Intervenir en la prevención, control y solución de los asentamientos humanos irregulares, en los términos de la legislación aplicable y de conformidad con los programas de Desarrollo Urbano, de conurbaciones y zonas metropolitanas incluyendo el enfoque de género y el marco de los derechos humanos;

XX. Imponer sanciones administrativas a los infractores de las disposiciones jurídicas y de los programas estatales de Desarrollo Urbano y Desarrollo Metropolitano, conforme a lo que prevea la Ley General de Responsabilidades Administrativas, así como dar vista a las autoridades competentes, para la aplicación de las sanciones que en materia penal se deriven de las faltas y violaciones a tales disposiciones;

XXIV. Prevenir y evitar la ocupación por asentamientos humanos en zonas de alto riesgo, de conformidad con los atlas de riesgo y en los términos de la legislación aplicable;

Artículo 11. Corresponde a los municipios:

I. Formular, aprobar, administrar y ejecutar los planes o programas municipales de Desarrollo Urbano, de Centros de Población y los demás que de éstos deriven, adoptando normas o criterios de congruencia, coordinación y ajuste con otros niveles superiores de planeación, las normas oficiales mexicanas, así como evaluar y vigilar su cumplimiento;

II. Regular, controlar y vigilar las Reservas, Usos del Suelo y Destinos de áreas y predios, así como las zonas de alto riesgo en los Centros de Población que se encuentren dentro del municipio;

XV. Intervenir en la regularización de la tenencia de la tierra urbana, en los términos de la legislación aplicable y de conformidad con los planes o programas de Desarrollo Urbano y las Reservas, Usos del Suelo y Destinos de áreas y predios;

XVI. Intervenir en la prevención, control y solución de los asentamientos humanos irregulares, en los términos de la legislación aplicable y de conformidad con los planes o programas de Desarrollo Urbano y de zonas metropolitanas y conurbaciones, en el marco de los derechos humanos;

XVII. Participar en la creación y administración del suelo y Reservas territoriales para el Desarrollo Urbano, de conformidad con las disposiciones jurídicas aplicables; así como generar los instrumentos que permitan la disponibilidad de tierra para personas en situación de pobreza o vulnerabilidad;

XIX. Imponer sanciones administrativas a los infractores de las disposiciones jurídicas, planes o programas de Desarrollo Urbano y Reservas, Usos del Suelo y Destinos de áreas y predios en términos de la Ley General de Responsabilidades Administrativas, así como dar vista a las autoridades competentes, para la aplicación de las sanciones que en materia penal se deriven de las faltas y violaciones de las disposiciones jurídicas de tales planes o programas de Desarrollo Urbano y, en su caso, de ordenación ecológica y medio ambiente.

XXIV. Promover y ejecutar acciones para prevenir y, mitigar el riesgo de los asentamientos humanos y aumentar la Resiliencia de los mismos ante fenómenos naturales y antropogénicos

Artículo 29. Las entidades federativas, al formular sus programas estatales de ordenamiento territorial y desarrollo urbano correspondientes, deberán considerar los elementos siguientes:

I. Los lineamientos generales de articulación y congruencia con la estrategia nacional de ordenamiento territorial;

II. El análisis y congruencia territorial con el programa nacional de ordenamiento territorial y desarrollo urbano, los programas de ordenamiento ecológico, de prevención de riesgos y de otros programas sectoriales que incidan en su ámbito territorial estatal

Artículo 45. Los planes y programas de Desarrollo Urbano deberán considerar los ordenamientos ecológicos y los criterios generales de regulación ecológica de los Asentamientos Humanos establecidos en el artículo 23 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y en las normas oficiales mexicanas en materia ecológica.

Artículo 46. Las autorizaciones de construcción, edificación, realización de obras de infraestructura que otorgue la Secretaría o las entidades federativas y los municipios deberán realizar un análisis de riesgo y en su caso definir las medidas de mitigación para su reducción en el marco de la Ley General de Protección Civil.

Artículo 63. Para constituir, ampliar y delimitar la zona de urbanización ejidal y su reserva de Crecimiento; así como para regularizar la tenencia de predios en los que se hayan constituido asentamientos humanos irregulares, la asamblea ejidal o de comuneros respectiva deberá ajustarse a esta Ley, a las disposiciones jurídicas locales de Desarrollo Urbano,

Ley general de equilibrio ecológico y protección al ambiente

Capítulo III

Medidas de Seguridad

Artículo 173.- Para la imposición de las sanciones por infracciones a esta Ley, se tomará en cuenta:

I. La gravedad de la infracción, considerando principalmente los siguientes criterios: los daños que se hubieran producido o puedan producirse en la salud pública; la generación de desequilibrios ecológicos; la afectación de recursos naturales o de la biodiversidad y, en su caso, los niveles en que se hubieran rebasado los límites establecidos en la norma oficial mexicana aplicable;

Artículo 10.- Para efectos de esta Ley, se entiende por:

XVI. Programas de Vivienda: al conjunto de instrumentos normativos, programáticos, presupuestales y administrativos, que contiene diagnósticos, objetivos, metas, estrategias, prioridades y líneas de acción; la asignación de recursos, de responsabilidades, de tiempos de ejecución, de control, seguimiento de acciones y evaluación de resultados en materia de vivienda.

XXII. Vivienda digna y decorosa: la que cumpla con las disposiciones jurídicas aplicables en materia de asentamientos humanos, construcción, accesibilidad física, seguridad adecuada, habitabilidad, salubridad; cuente con los servicios básicos de agua, drenaje, electrificación y comunicación; y contemple elementos de seguridad en materia de legalidad en cuanto a su propiedad o legítima posesión, de conservación del medio ambiente, de la prevención y protección física de sus ocupantes ante riesgos naturales.

Ley que crea el organismo público descentralizado de carácter estatal denominado instituto mexiquense de la vivienda social

Art. 3.- El Instituto, para el cumplimiento de su objeto, tendrá las siguientes atribuciones:

XIV. Regularizar los asentamientos humanos;

XXIV. Celebrar convenios, pactando las condiciones para regularizar el suelo y la tenencia de la tierra, para el cumplimiento de sus fines;

XXVI. Evitar el establecimiento de asentamientos humanos irregulares, aplicando las medidas de prevención y difusión que se requieran auxiliando y coordinándose con las Dependencias, Entidades y Organismos que deban intervenir en su realización;

XXVII. Denunciar ante las autoridades competentes, todos aquellos actos de que tenga conocimiento en ejercicio de sus funciones y que constituyan o puedan constituir delitos, en materia de asentamientos humanos y de tenencia de la tierra;

Reglamento interior del Instituto Mexiquense de la Vivienda Social.

Artículo 14.- Corresponde a la Dirección de Administración del Suelo:

I. Elaborar estudios y proyectos para la regulación del suelo y regularización de la tenencia de la tierra.

II. Realizar levantamientos topográficos y la digitalización correspondiente para la autorización de planos de subdivisión, fusión, lotificación, régimen de propiedad en condominio, relotificación, conjuntos urbanos; elaboración de Certificación de Vías

Públicas Existentes e Incorporación al Casco Urbano, respecto de los inmuebles del dominio del Instituto.

V. Elaborar estudios para promover la constitución de reservas territoriales, en coordinación con la Dirección de Promoción y Fomento a la Vivienda; la adquisición de predios susceptibles de ser incorporados a los programas de regulación del suelo y regularización de la tenencia de la tierra, así como la evaluación de predios alternativos y de aquellos que vayan a adquirir organizaciones sociales, proponiendo su adquisición a la Dirección de Administración y Finanzas.

VII. Aplicar las medidas de prevención que se requieran para evitar el establecimiento de asentamientos humanos irregulares, participando con las diferentes dependencias federales, estatales y municipales, en coordinación con las delegaciones regionales del Instituto.

X. Realizar estudios de atención a grupos sociales vulnerables para proponer estrategias que definan los criterios y políticas de los programas de suelo del Instituto.

XXI. Regular el suelo, regularizar los asentamientos humanos y la tenencia de la tierra mediante los programas establecidos por el Gobierno del Estado de México.

XXIX. Proponer a los grupos sociales que lo demanden, el aprovechamiento del Programa de Mejoramiento Habitacional, a través de los recursos provenientes de los fondos económicos establecidos para ello.

XXX. Proponer los proyectos de programas sociales de vivienda y regularización para atender las demandas de los grupos y núcleos sociales más débiles económicamente, que sufren de marginación social o que se encuentran en extrema pobreza.

Libro quinto del código administrativo

SECCIÓN OCTAVA DEL DESARROLLO URBANO EN EJIDOS Y COMUNIDADES.

Artículo 5.53. Tratándose de la constitución, ampliación y delimitación de la zona de urbanización ejidal y su reserva de crecimiento, así como de la regularización de la tenencia de predios que cuenten con asentamientos humanos irregulares, la asamblea ejidal o de comuneros deberá ajustarse a lo establecido en este Libro, su reglamento y los planes municipales de desarrollo urbano, así como en lo previsto por las normas oficiales mexicanas aplicables en la materia. En estos casos se requerirá la intervención de los municipios respectivos.

Artículo 5.62.- Las medidas de seguridad que podrán adoptar las autoridades de desarrollo urbano son:

- I. Suspensión provisional, parcial o total, del uso y aprovechamiento del suelo de la construcción, instalación, explotación y obras;
- II. Desocupación parcial o total de predios o inmuebles;
- III. Evacuación o desalojo de personas y bienes;

Artículo 5.63.- Las infracciones a las disposiciones de este Libro, de su reglamentación y de los planes de desarrollo urbano, se sancionarán por la Secretaría o por el municipio respectivo, con:

- II. Demolición parcial o total de construcciones;
- IV. Multa, atendiendo a la gravedad de la infracción

Libro sexto de la protección civil

Artículo 6.2.- Las disposiciones de este Libro tienen como finalidad la prevención, auxilio y recuperación de la población en caso de riesgo o desastre.

Artículo 6.34.- Son medidas de seguridad:

- I. La evacuación;
- II. La suspensión de actividades;
- III. La clausura temporal, parcial o total;
- IV. La desocupación de predios, casas, edificios o establecimientos;
- V. El aseguramiento y destrucción de objetos, productos o sustancias;
- VI. El aislamiento de áreas afectadas.

Artículo 6.36.- Las infracciones a las disposiciones de este Libro y su reglamentación serán sancionadas por la Secretaría General de Gobierno a través de la Coordinación General de Protección Civil y los municipios, en su caso, con:

- I. Amonestación con apercibimiento;
- II. Multa;
- III. Clausura temporal o definitiva, parcial o total;
- V. Demolición de una obra o instalación.

Libro décimo octavo de las construcciones

Artículo 18.69.- Las medidas de seguridad son determinaciones de carácter preventivo que tienen por objeto evitar la consolidación o permanencia de construcciones que pongan en riesgo a las personas o los bienes, por deficiencias en su edificación, ser de mala calidad en los materiales empleados, encontrarse en estado ruinoso o presentar cualquier otra circunstancia análoga.

Artículo 18.70.- Las medidas de seguridad que podrán adoptar las autoridades municipales son:

- I. Suspensión provisional, parcial o total de las construcciones;
- II. Desocupación parcial o total de inmuebles;
- III. Demolición parcial o total;
- IV. Retiro de materiales, instalaciones y equipos;
- V. Evacuación o desalojo de personas y bienes; y
- VI. Cualquiera otra acción o medida que tienda a garantizar la seguridad de las personas y los bienes.

Ley de Bienes del Estado de México y sus Municipios.

Art. 7.- Corresponde al Ejecutivo del Estado por conducto de la Secretaría de Desarrollo Urbano y a los ayuntamientos:

- I. Proponer políticas para el aprovechamiento de la reserva territorial que forma parte del patrimonio inmobiliario del Estado o municipios, en congruencia con los planes de desarrollo urbano; y
- II. Dictaminar, en el ámbito de su competencia, las propuestas que les formulen las dependencias, organismos auxiliares y entidades públicas, en cuanto a la asignación de usos, destinos y reservas para el equipamiento urbano.

Código Penal del Estado de México.

CAPÍTULO V. DELITOS EN CONTRA DEL DESARROLLO URBANO

Artículo 189. Se impondrán de cuatro a diez años de prisión y de trescientos a mil días multa a quien fraccione o divida un inmueble en lotes y los comercialice, transfiera o prometa transferir la propiedad, la posesión o cualquier otro derecho, careciendo del previo permiso, licencia o autorización de la autoridad administrativa correspondiente.

Se impondrá la misma pena prevista en el párrafo anterior al tercero que enajene, prometa hacerlo o comercialice lotes que hayan sido fraccionados o divididos sin contar con el permiso previo, licencia o autorización de autoridad administrativa correspondiente.

Se impondrá de dos a ocho años de prisión a quien contando con la autorización de la autoridad administrativa competente para fraccionar o dividir en lotes un inmueble, dolosamente:

- I. No cumpla con el número de lotes autorizados o con las medidas y superficies de los lotes autorizados y transfiera la propiedad o la posesión;

II. No cuente con permiso para vender lotes y enajene uno o más de éstos; y

III. No haya ejecutado o concluido las obras de urbanización o equipamiento urbano motivo de la autorización, en los plazos de ejecución, ni cuente con instrumento vigente que garantice su ejecución y transfiera la propiedad o la posesión.

Se sancionará de dos a ocho años de prisión al tercero que dolosamente enajene o comercialice lotes que tengan alguna de las irregularidades previstas en el párrafo anterior.

Se aplicará de ocho a veinte años de prisión y destitución e inhabilitación para desempeñar cualquier empleo, cargo o comisión públicos, hasta por el mismo tiempo de la pena de prisión, al servidor público que participe o coopere en alguna forma en las siguientes conductas:

I. Realice indebidamente el trámite o expida licencias de uso de suelo sin haberse cumplido los requisitos que exige la ley de la materia;

II. Realice indebidamente el trámite o expida autorizaciones de división, licencias o permisos de uso de suelo sin tener la facultad legal para hacerlo;

III. Modifique o permita se modifiquen los términos de una autorización, licencia o permiso sin cumplir con los requisitos que exige la ley en la materia; y

IV. Falte a la verdad en la supervisión de las obras de urbanización, infraestructura y equipamiento urbano autorizados.

Bando Municipal de Naucalpan de Juárez

Artículo 99. En materia de ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y desarrollo urbano, el Ayuntamiento por sí o a través de la Secretaría de Planeación Urbana y Obras Públicas, contará con las facultades y atribuciones previstas en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, las leyes que de ella emanen y demás disposiciones del ámbito local y municipal de la materia, así como lo preceptuado en este Bando, los Reglamentos aplicables o los acuerdos de Cabildo.

Artículo 102. En el territorio municipal quedan excluidas del desarrollo urbano, las áreas consideradas en el Plan de Desarrollo Urbano como no urbanizables, así como aquéllas áreas urbanizables no programadas, hasta que sea aprobado el plan parcial correspondiente, en términos de las disposiciones jurídicas aplicables, quedando estrictamente prohibida la formación de nuevos asentamientos humanos en esas áreas.

Artículo 103. Queda estrictamente prohibida la ocupación o invasión con construcciones de cualquier tipo, sin autorización previa y expresa de la autoridad competente, de derechos de vía de ductos petroquímicos, vías férreas, ríos, arroyos, canales, acueductos, presas, redes primarias de agua potable, drenaje y

alcantarillado, líneas eléctricas, carreteras, avenidas, calles, camellones, guarniciones, banquetas y en general cualquier elemento que forme parte de la vía pública, así como de zonas arqueológicas, monumentos históricos, zonas de preservación ecológica de los centros de población o bienes inmuebles del dominio público.

2. Elaboración de mapas de susceptibilidad, vulnerabilidad y aptitud de uso de suelo.

1. Generación de mapas de susceptibilidad, vulnerabilidad y aptitud de uso de suelo, con la intención de obtener un óptimo modelo territorial de desarrollo urbanístico para el municipio de Naucalpan, con una proyección a futuro, aplicando:

- La aptitud del territorio.
- Las directrices originadas de la Estrategia Territorial.
- Obtener la Aptitud del Territorio para los usos residencial y actividades económicas.
- Analizar la trayectoria urbanística del territorio y su comparación frente a la Estrategia Territorial y la Aptitud Territorial.
 - Desarrollo urbano (revisar mínimo 30 años atrás)
 - Planeación Vigente.
- Realizar el pronóstico de población para el año 2030.
- Comparación del modelo propuesto con el escenario tendencial (desarrollo de planeación vigente).

2. Aplicar una metodología considerando:

- Modelo de localización de nuevos usos residenciales y de actividades económicas, para su obtención se parte de la Estrategia territorial y de la Aptitud del Territorio para esos usos.
- A partir del Estrategia Territorial y de Aptitud, determinar una serie de *Restricciones* y de *Criterios de Localización* para los usos analizados (residencial y actividades económicas).
- Las *Restricciones* actúan como condicionantes que distinguen el territorio entre zonas donde el uso es posible y zonas donde el uso no lo es.
- Los *Criterios de Localización* clasifican el territorio según una graduación de preferencia de la implantación del uso.
- Combinando las restricciones y los criterios de localización se determina la denominada *Idoneidad de Implantación*.
- Por otro lado, a partir de la *Estrategia Territorial* y del *Pronóstico de Población* realizada previamente se determina el Máximo Crecimiento de Suelo de cada uso, conforme a las determinaciones de la Estrategia Territorial.
- Se determina el denominado *Suelo Vacante* en el momento de partida de estudio (Año Presente:2019), es decir:

- a.- El suelo que esta urbanizado en ese momento, pero no edificado.
- b.- El suelo correspondiente a las urbanizaciones ejecutadas y edificadas, pero aún no ocupadas.
- c.- El suelo desarrollado al menos 10 años atrás para su análisis independientemente de su grado de ocupación.

- Las *Necesidades de Crecimientos Nuevos* se obtiene de restar el suelo Vacante al Máximo Crecimiento
- Conocida la Idoneidad de Implantación, se obtiene la *Localización de Usos* tomando las zonas donde dicha idoneidad es mayor hasta completar la superficie de las Necesidades de Suelo.
- Una Vez obtenida las Localizaciones la consideración de otras conclusiones obtenidas a lo largo del estudio permite obtener finalmente el Modelo propuesto.

3. Proponer un Modelo Territorial considerando los siguientes aspectos

- Cuantificación de los crecimientos máximos
- Idoneidad para uso residencial
- Idoneidad para uso de actividades económicas
- Asignación de usos
- Descripción de la propuesta de modelo territorial
- Modelo propuesto Vs Modelo tendencial (Planeación)

6.10 Consolidación de Laderas Inestables.

La solución más evidente de consolidar una ladera consiste en realizar un talud más tendido (ángulo de reposo), esto no siempre es posible, ya que pueden existir problemas de incompatibilidad de espacio con asentamientos o infraestructuras existentes. Además, esta solución acarrea un gran movimiento de tierras resultando antieconómico.

Aparte de este, existen diversos métodos muchos de ellos protegidos por patentes comerciales empleados para conseguir una mejor respuesta del terreno a la acción de fuerzas desestabilizadoras.

Los métodos clásicos de estabilización de laderas son:

- a) *Armado del terreno*: Está técnica consiste en proporcionar la resistencia al terreno empleado elementos ajenos al mismo. Dos claros ejemplos son el micropilotaje, que consiste en hincar pilotes de concreto para recompactar y fijar el terreno, o la fijación de pantallas ancladas al terreno mediante bulones (grandes tornillos) metálicos, sujetos al mismo mediante inyecciones de cemento.

- b) *Muros y revestimientos*: Un muro puede ser la solución ideal para taludes que necesitan una pendiente suave, ya que evita el desmonte de gran cantidad de terreno. Por su parte, un revestimiento superficial con gunita (lanzadora) de concreto lanzado la cual creará una pantalla impermeable al agua y ayudará a evitar desprendimientos. Ambas técnicas pueden combinarse con un sistema de anclaje al terreno, aumentando en mucho su efectividad.
- c) *Sistemas de drenaje*: El agua es un gran enemigo para todo suelo sometido a tensión al ente, ya que debilita su estructura y favorece su colapso. Por ello, un adecuado sistema de drenaje que aisle al terreno del agua infiltrada contribuirá a mejorar la estabilidad del talud.

Terzagui (1950) postula que la estabilidad de una ladera depende de las fuerzas actuantes y de las fuerzas resistentes.

Desde el punto de vista fenomenológico los métodos de estabilización están encaminados a prevenir o reducir las causas que originan la falla de una ladera. Eso se logra de dos maneras:

Aumentando las fuerzas resistentes

- Métodos Estructurales
- Métodos no Estructurales

Disminuir las fuerzas actuantes:

- Métodos no estructurales.

Para aumentar las fuerzas resistentes mediante métodos estructurales contamos con diversos elementos tales como:

- Muros de contención
 - Muros Especiales
 - Muros de Mampostería
- Pilotes
- Anclas
- Inclusiones o inyecciones
- La combinación de ellos.

De igual manera podemos aumentar las fuerzas resistentes mediante métodos no estructurales, algunos de ellos son:

- Drenaje externo.
- Drenaje interno.
- Reforestación.
- Cambio de pendientes.
- Construcción de bermas y terrazas.

Otra metodología utilizada para la prevención de la inestabilidad de una ladera son los métodos de protección y los métodos indirectos tales como:

- Muros de gaviones
- Zanjas y depresiones
- Concreto lanzado
- Franjas de seguridad
- Barreras de protección

Una vez conocidos los diversos métodos de estabilización de laderas, lo más importante, es verificar su viabilidad (factible, sostenible, rentable económicamente), y garantizar la seguridad de estabilidad del talud

En este proyecto de investigación, no se abordó el tema de consolidación de laderas, quedando pendiente para una futura investigación, ya que es un tema muy interesante en que se requiere inversiones económicas por parte de las autoridades competentes.

CONCLUSIONES

Es evidente las condiciones de vulnerabilidad y riesgo en el municipio de Naucalpan además de las carencias sociales y pobreza en que viven muchos de los habitantes del municipio; situación que los expone a las amenazas de fenómenos naturales y antropogénicos

El municipio, ubicado geográficamente en el Cinturón Volcánico Mexicanos, está expuesto a constante actividad sísmica, y de acuerdo al estudio de vibración ambiental representado en el mapa sísmico de isoamplitudes, se aprecia que, en la zona urbana del municipio tenemos un riesgo que va de medio a alto. Más sin embargo la afectación por procesos de laderas en la población provocados por sismos no se tiene evidencia, esto no descarta el tomar las medidas de seguridad correspondientes y no podemos decir “*esto nunca va a pasar*”.

Tomando en cuenta el análisis del territorio en cuanto a su geomorfología, la población urbana se encuentra concentrada en un piedemonte, que contrarresta de cierta manera la amplificación de onda del efecto sísmico, independientemente de que gran parte de las construcciones carecen de técnicas constructivas y seguridad estructural.

Considerando el análisis geomorfométrico, se elaboraron modelos cartográficos como: Geológico, Geomorfológico, de Elevaciones, de Pendientes, de Ecurrimientos, Hidrológico, Precipitaciones, y otros; los cuales permitieron tener una radiografía de las condiciones de vulnerabilidad y riesgo al que está expuesto el espacio urbano ante procesos gravitacionales, además de los recorridos realizados dentro del municipio y de los antecedentes históricos de procesos de laderas.

La totalidad de los eventos de procesos gravitacionales en el municipio de Naucalpan, fueron provocados por la concentración agua en el terreno derivados de las lluvias estacionales y precipitaciones extremas y no así por actividad sísmica

Como parte fundamental para la evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo, se tuvo que recurrir a obtener muestras de suelos y realizar estudios de laboratorio para conocer las relaciones gravimétricas y volumétricas del suelo, así como resistencia al esfuerzo cortante y capacidad de carga (propiedades mecánicas) del suelo, y aplicar métodos para conocer la estabilidad de un talud en una ladera y de esta manera poder integrar todos los elementos involucrados para generar un modelo de simulación que nos permitió presentar los diversos escenarios de riesgo.

Este estudio permitirá tener un escenario de las condiciones reales del municipio para prevenir y mitigar la vulnerabilidad y riesgo aplicando los métodos estructurales y no estructurales necesarios para la estabilización de laderas haciendo del espacio urbano un lugar seguro.

Es de suma importancia tomar en cuenta recomendaciones desde el punto de vista jurídico en apego a la ley, el considerar los siguientes instrumentos:

- Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano.
- Ley general de equilibrio ecológico y protección al ambiente.
- Ley de Vivienda del Estado de México.
- Ley que crea el organismo público descentralizado de carácter estatal denominado instituto mexiquense de la vivienda social.
- Reglamento interior del Instituto Mexiquense de la Vivienda Social.
- Libro quinto del código administrativo.
- Libro sexto de la protección civil.
- Libro décimo octavo de las construcciones.
- Ley de Bienes del Estado de México y sus Municipios.
- Código Penal del Estado de México.
- Bando Municipal de Naucalpan de Juárez.

Que de ser aplicados de manera estricta generaría suelo seguro. Además, de fomentar la participación ciudadana y de la autoridad competente aplicando la normatividad de ordenamiento territorial, usos de suelo y de desarrollo urbano.

También es indispensable que instituciones públicas, universidades y entidades privadas formulen nuevas metodologías que y tengan la habilidad de introducir variables que representen la realidad dinámica de las ciudades.

Por otro lado, las instituciones públicas deberán de disponer de una mejor red de información en estaciones meteorológicas, estaciones sismológicas, registros de ocurrencia de eventos para que Universidades y ONG ambientales puedan realizar estudios más detallados que estén encaminados a prevenir las pérdidas económicas y humanas que son provocados por dichos eventos.

REFERENCIAS

Albarracín, Jorge. (2002). La Teoría del Riesgo y el Manejo del Concepto Riesgo en las Sociedades Agropecuarias Andinas. Bolivia. Edit. Universidad Mayor de San Andrés.

Alberti Arroyo José Roberto, Canales Bernal Rodolfo Ernesto, Sandoval Brenda Hazel Elizabeth. (2006). Técnicas de Mitigación para el Control de Deslizamientos en Taludes y su Aplicación a un Caso Específico. Universidad de el Salvador. El Salvador.

Andrade, María Isabel y Laporta Paola. (2009). La Teoría Social del Riesgo. Una Primera Aproximación a la Vulnerabilidad Social de los Productos Agropecuarios del Sudoeste Bonaerense ante Eventos Climáticos Adversos. Argentina. Edit. Universidad Nacional de la Plata.

Arias J, A. C. (2001) Suelos Tropicales. EUNED. Costa Rica 166 pp.

Armenteras, D. (2001). *Gis at the Alexander Von Humboldt institute*. ESRI. USA: Press.

Atkinson M. y Boore D. M (2003). Empirical ground motion relations for subduction zone earthquakes and their application to Cascadia and other Regions, Bulletin of the Seismological Society of America 93:4, 1703–1729.

A.W. Cobum, R.J.S. Spence, A. Pomonis. (1991). Vulnerabilidad y evaluación de riesgo. U.K.

Barrenechea, Julieta; Elvira Gentile, Silvia González y Claudia Natenson. Una Propuesta Metodológica para el Estudio de la Vulnerabilidad Social en el Marco de la Teoría Social del Riesgo, Programa de Investigaciones en Recursos Naturales y Ambiente (PIRNA), Facultad de Filosofía y Letras-UBA.

Bazán E. y Meli R. (2004). Diseño sísmico de edificios, Editorial Limusa, México, D.F.

Belén, Benito. (2005). Registro Sísmico y Peligro de Deslizamiento de Laderas en el Salvador. España. Edit. Universidad politécnica de Madrid.

Borsdorf, Axel (2003). “Cómo modelar el desarrollo y la dinámica de la ciudad latinoamericana”. Eure, Mayo, año/volumen 29, N° 86, pp. 37-49.

Boul, S. W; Hole, F. D; Mc Cracken, R. J. (2004). Génesis y Clasificación de Suelos. 2ª Edición Editorial Trillas 4ª Reimpresión, pp 417.

Bozorgnia Y. y Bertero V. (2004). Earthquake engineering from engineering seismology to performance-based engineering, International Code Council.

Burrough, P. A. y R. A. Mc Donnel. (1998). *Principles of geographical information systems*. Oxford: University Press, U.K.

Burton, I., Kates, R. and White, G. *The environment as hazard*. New York: Oxford University Press, 1978. 240 p.

Camacho, M. (2007). *Diccionario de arquitectura y urbanismo*. México. 2ª Edición. Edit. Trillas.

Capel, H. (2002). *La morfología de las ciudades*. Tomo I: Sociedad, cultura y paisaje urbano. Ediciones del Serbal, S.A.

Castro Francia y Jiménez Yenny. (2005). *Organización y participación social para la gestión del riesgo y administración de desastre*. Venezuela.

Cardona, O. D. (1993). *Evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo: elementos para el ordenamiento y la planeación del desarrollo*. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina.

Cardona, Omar Darío. (2001). *Estimación Holística del Riesgo Sísmico Utilizando Sistemas Dinámicos Complejos*. Barcelona.

Chávez Aguirre, José María. (2008). *Atlas Multidisciplinario y de Riesgo Geotécnico de la Zona Conurbada al Norponiente del Valle de México*. México: Academia de Ingeniería.

CENAPRED, (2014). *Cartilla de Diagnóstico Preliminar de Inestabilidad de Laderas*. México: Secretaria de Gobernación.

CENAPRED, (1995). *Cuadernos de investigación- Erosión de laderas*, México: Secretaria de Gobernación.

CENAPRED, (2014). *Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México*. México: Secretaria de Gobernación.

CENAPRED, (2010). *El clima en la Inestabilidad de Laderas. –La Época de Lluvias-*. México: Secretaria de Gobernación.

CENAPRED, (1998). *Erosión Fascículo 8*. México: Secretaria de Gobernación.

CENAPRED, (2014). *Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos. Evaluación de la Vulnerabilidad Física y Social*. México: Secretaria de Gobernación.

CENAPRED, (2006), Guía Básica Para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos –Conceptos Básicos Sobre Peligros, Riesgos y Su Representación Geográfica. México, Secretaria de Gobernación.

CENAPRED, (1996). Inestabilidad de laderas, México: Secretaria de Gobernación.

CENAPRED, (2014). Monitoreo de Laderas con Fines de Evaluación y Alertamiento. México: Secretaria de Gobernación.

CENAPRED, (2014). Sismos. México: Secretaria de Gobernación.
Centro Universitario para la Prevención de Desastres Naturales, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. (2011). Atlas de Peligros Naturales. México. Edit. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

CONEVAL, (2016). Informe Anual Sobre la Situación de Pobreza y Rezago Social. México.

Coordinación Nacional de Protección Civil. (2014). Metodología para la Evaluación de la Seguridad Estructural de Edificios. México.

Coordinación Nacional de Protección Civil. (2016). Causas que Propician Deslizamientos y Medidas de Prevención. México.

Copons Llorens, Ramón. (2009). Movimientos de Ladera. Universidad Politécnica de Cataluña. España. Artículo.

Corominas, J. (1989). Clasificación y reconocimiento de los movimientos de ladera. En: J. Corominas (Ed.). Estabilidad de Taludes y Laderas Naturales. Monografía nº3. Sociedad Española de Geomorfología. Zaragoza. pp.1-30

Corominas, Jordi. (1997). Tipos de Rotura en Laderas y Taludes, Universidad Politécnica de Cataluña. España.

Cortés Ortiz, María Alejandra. (2008). Poblaciones Vulnerables Frente a Amenazas. Caso Estudio, Delegación La Magdalena Contreras, Distrito Federal, México. México: Edit. FLACSO.

Cortés Ortiz, María Alejandra. (2008). Poblaciones Vulnerables Frente a Amenazas. Caso Estudio, Delegación La Magdalena Contreras, Distrito Federal, México. México: Edit. FLACSO.

Crozier, M.J. (1986). Landslides: Causes, Consequences and Environment. London: Croom Helm.

Cuanalo C. Oscar A., Quezada P. Paúl; Aguilar M. Araceli; Olivan R, Alejandra M; Barona D. Edgar. (2006). Sismos y Lluvias, Factores detonantes de Deslizamientos de Laderas en las Regiones Montañosas de Puebla, México.

De Ceserna,Z.,M. De la Fuente, M. Palacios, L. Triay, L. Mitre y R. Mota (1988), Estructura geologica, gravimetria, sismicidad y relaciones neotectónicas regionales de la cuenca de México. Boletín 104 del Instituto de Geología, UNAM, V10, num.15, pp.26-36.

Díaz de Terán Mira, José Ramón. Geología. Procesos de Laderas, Universidad de Cantabria. España.

Dirección General de Desarrollo Urbano (DGDU), Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Naucalpan de Juárez 2006-2009, Municipio de Naucalpan, 2007

Dombrowsky, W. R. Again and again: is a disaster we call a “disaster” In: QUARANTELLI, E.L. What is a disaster? Perspectives on the question. Routledge: London and New York, 1998.p.19-30.

D Stefano, Diana L. (2009). Disasters Railway Workers, and the Law in Avalanche Country, USA: Edit. Oxford University Press on Behalf of Forest History Society And American Society for Environmental History.

Duncan C Wyllie & Christopher W. Mah. (2005). Rock slope Engineering, USA: Taylor & Francis.

Dynes, R (1994). Conceptualización del desastre en formas productivas para la investigación en ciencias sociales, en Lavell, A (Ed.). Al Norte de Río Grande. Ciencias Sociales, Desastres: Una perspectiva Norteamericana. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina.

Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres. (2005). Aumento de la Resiliencia de las Naciones y las Comunidades ante los Desastres.

Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres. (2012). Como Desarrollar Ciudades más Resilientes: Un Manual para Líderes de Gobiernos Locales.

FAO. (2009). Análisis de Sistemas de Gestión del Riesgo de Desastres. Roma.

Irigaray, C. Fernandez, T. and Chacón, J. (1996): “Comparative analysis of methods for landslide susceptibility mapping”. Landslides, Chacón, Irigaray & Fernández.

Ferrer M., y Ayala F. 1997. Relaciones entre desencadenamiento de movimientos y condiciones meteorológicas para algunos deslizamientos en España. IV Simposio Nacional sobre Taludes y Laderas Inestables. Granada. Volumen I.

Ferrer, M., y González de Vallejo, L. (1999). Manual de campo para la descripción y caracterización de macizos rocosos en afloramientos. Publicaciones del ITGE, Ministerio de Medio Ambiente.

Ferrer Gijón Mercedes y García López-Davalillo Juan Carlos. (2005). Análisis de la Vulnerabilidad por Movimientos de Ladera: Desarrollo de las Metodologías para la Evaluación y Cartografía de la Vulnerabilidad.

Flores Olvera, Patricia. (2014). Evaluación de Riesgo por Deslizamiento de Tierras en el Municipio de Temoaya, Estado de México. México.

Gaceta del Gobierno del Estado de México, CAEM No. 48, (2011). Libro décimo octavo de las construcciones. México.

Gaceta del Gobierno del Estado de México, CAEM Tomo CCI No.4, (2016). Reglamento Protección Civil, México.

García D. (2007). Estimación de parámetros del movimiento fuerte del suelo para terremotos interplaca e intraslab en México central. Memoria para optar al grado de Doctor, Facultad de Ciencias Físicas, Universidad Complutense de Madrid.

García Rodríguez, María José. (2008). Metodologías para la Evaluación de Peligrosidad a los Deslizamientos Inducidos por Terremotos. España. Edit. Universidad de Alcalá.

García, V. (1992) Estudios Históricos sobre desastres Naturales en México. Balance y Perspectivas. México: CIESAS.

García, V. (1996) Historia y desastres en América Latina. México: CIESAS, Red de estudios sociales en prevención de desastres en América Latina.

Geipel, R. (1992). Naturrisiken. Katastrophenbewältigung im sozialen Umfeld, Darmstadt.

Gómez José Javier. (2001). Vulnerabilidad y Medio Ambiente. Edit. Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

Guía Técnica 23. La administración y Reglamentación del Desarrollo Urbano Municipal.

Gutiérrez, González, Zamorano et al. (2005). La cuenca de México y sus cambios demográfico-espaciales, Instituto de Geografía de la UNAM, 17-25, 27-40

H. Ayuntamiento Constitucional de Naucalpan de Juárez, México. Gaceta Municipal, (2009). Reglamento Municipal de Protección Civil de Naucalpan de Juárez, México.

Hoffman, S. M., & Oliver-Smith, A. (2001). Catastrophe and Culture. The Anthropology of Disaster. Santa Fe: School of American Research Press.

Hutchinson, J.N. 1968: Mass Movement. In The Encyclopedia of Geomorphology (Fairbridge, R.W., Ed.; Reinhold Book Corp., New York, pp. 688-696.

<http://clicom-mex.cicese.mx/>

<http://smn.cna.gob.mx/es/emas>

<http://www.geograf.unam.mx>

<http://www.inegi.org.mx>

<https://www.oh-iiunam.mx/mapalluvia2.html>

IGME 1999, Informe, TIGRA

Imiriland. (2007). Relevant criteria to assess vulnerability and Risk. Torino, Italia.

INEGI. (2010). Síntesis Metodológica y Conceptual de la Infraestructura y Características del Entorno Urbano del Censo de Población y Vivienda 2010.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (México). Anuario estadístico y geográfico de México 2015 / Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México: INEGI, 2015.

Iniestra Bárcenas, Jaime. (2006). Asentamientos Irregulares en Zonas de Alto Riesgo. Caso: Las Barrancas de la Delegación Magdalena Contreras de las Áreas Naturales Protegidas. México.

Instituto Mexicano del Transporte. (2002). Caracterización de Suelos y Control Espacial por medio de los Sistemas de Información Geográfica; Caso Valle de Querétaro. Secretaria de Comunicaciones y Transporte. México.

Instituto Mexicano del Transporte. (2016). Establecer la Vulnerabilidad y Evaluar el Riesgo por Deslizamientos, Inundaciones Pluviales y Socavación de Puentes en la Red Federal de Carreteras, México. Publicación Técnica No. 470.

Jaimes M. A. y Reinoso E. (2006). Comparación del comportamiento de edificios en el valle de México ante sismos de subducción y de falla normal, *Revista de Ingeniería Sísmica* 75, 1-22.

Jaramillo, Daniel F. (2002). *Introducción a la Ciencia del Suelo*. Universidad Nacional de Colombia. Medellín. 613 p.p.

Jiménez Leonor. (2015). *Inestabilidad de Laderas en el Estado de Veracruz: Necesidades de Investigación y Búsqueda de Soluciones*. México. Edit. Instituto de Ecología.

Juárez Badillo; Rico Rodríguez. *Mecánica de Suelos*. Tomo 1: Fundamentos de la Mecánica de Suelos. Editorial Limusa. México 2009.

Koolhaas, Rem (1995). "La ciudad genérica". En Koolhaas: "S,M,L,XL" (pp. 1-16). EE.UU: Editorial Monacelli Press.

Kropf, K. (1996). Urban tissue and the character of towns. *Urban Design International*, 1(3), 247- 263. doi: 10.1080/135753196351029.

Langridge R., Weldon II R., Moya J., Suárez G. (2000). Paleoseismology of the 1912 Acambay earthquake and the Acambay-Tixmadejé fault, Trans-Mexican Volcanic Belt. *Journal of Geophysical Research* 105: B2, 3019-3037.

Lavell, A. (1993). "Ciencias Sociales y Desastres Naturales en América Latina: Un Encuentro Inconcluso", en *Estudios Urbanos Regionales (EURE)*, Santiago de Chile y en Maskrey A. *Los Desastres no son Naturales*. Editorial Tercer Mundo, Bogotá, Colombia.

Lewis J. (1999). *Development in disaster-prone places. Studie of Vulnerability*. Intermediate thecnology Publications. UK

Magaña, Víctor. (2013). *Guía Metodológica para la Evaluación de la Vulnerabilidad ante Cambio Climático*. México: Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

Manual de Diseño y Construcción de Túneles de carreteras, Capítulo 3. Estudios Geológicos y Exploración. Secretaria de Comunicaciones y Transporte. México.

Martínez Chávez, Roció Edrhey. (2017). *Análisis de Peligro y Riesgos Naturales en el Municipio de Atizapán de Zaragoza, Estado de México, Participación de la Ingeniería Civil en su Detección y remediación*. México.

Martínez D. (2012). *Estudio del movimiento sísmico de Naucalpan*, Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil, FES Acatlán, UNAM.

Martínez Rubiano, Martha Teresa. (2009). Los Geógrafos y la Teoría de Riesgos y Desastres Ambientales. Colombia: Editorial. Universidad del Cauca.

Maskrey Andrew. (1993). Los Desastres no son Naturales. Edit. La Red.

Molano, Joaquín, Nohra León y Carlos Valderrama. (1993). Investigación Socio-Geográfica del Fenómeno Catastrófico en Colombia. Investigación Fondo-FEN Colombia: Bogotá. 438 p.

Mooser. (1975), Memoria de las obras del sistema profundo del Distrito Federal, tomo I, DDF, México.

Natenson, Claudia E. (1995). Catástrofes Naturales, Riesgo e Incertidumbre. Buenos Aires: Edit. FLACSO.

OEA. Manual Sobre el Manejo de Peligros Naturales en la Planificación para el Desarrollo Regional Integrado. Washington, D.C.: Organización de los Estados Americanos, 1993.

O., Hungr. (1997). Some methods of landslide hazard intensity mapping, Landslide risk assessment, pp. 215-226. Cruden & Fell (eds), Balkema.

Oliveira, V. (2016). Urban morphology: an introduction to the study of the physical form of cities. Portugal: Springer.

Ordaz M. y Singh S. (1992). Source spectra and spectral attenuation of seismic waves from Mexican earthquakes, and evidence of amplification in the hill zone of Mexico City, Bulletin of the Seismological Society of America 82, 24-43.

Ordaz M. y Reyes C. (1999). Earthquake hazard in Mexico City: Observations versus computations, Bulletin of the Seismic Society of America 89: 5, 1379-1383.

O. T. Jones. Continental Slopes and Shelves. Geographical

Padilla R. (2015) Sistematización de la recurrencia de amenazas naturales y desastres en el Estado de Colima, México. Estudios sobre las culturas contemporáneas.

Patrick Meyfroidt. (2013). Environmental Cognitions, Land Change and Social-Ecological Feedbacks: Local Case Studies of Forest Transition in Vietnam. USA: Edit. Springer.

Peraldo Huertas Giovanni and Mora Fernández Mauricio. (2007). Aspecto Geográficos Relacionados con el Aumento de la Vulnerabilidad ante Sismos e los Valles de los Ríos Buenavista y Chirripó Pacífico, Costa Rica. USA. Edit. American Institute of Geography and History.

Pérez de Agreda, Eduardo A. (2005). Estabilidad de Taludes, España: Universidad Politécnica de Cataluña.

Pitman E. Bruce and Long Le. (2005). A Two-Fluid Model for Avalanche And Debris Flows. USA. Edit. Royal Society.

PNUD. (2010). Evaluación del Riesgo de Desastres. New York. USA.

Pronunciamento de las Academias G-SCIENCE. (2012). Desarrollo de la Resiliencia Frente a Desastres Naturales y Tecnológicos.

Pohl, J. (2008). Die Entstehung der geographischen Hazardforschung, en: Glade, T. y Felgentreff C. (comp.): Naturrisiken und Sozialkatastrophen, Heidelberg, pp. 47-62

Rivera Darío, Arce Carlos, Castañeda Vargas Arturo. (2013). Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de las Construcciones del Municipio de Naucalpan. FES, Acatlan. UNAM.

Rivera Darío, Chávez José María, Arce Carlos. (2014). Mapa de Isoperiodos y Amplificación Relativa del Terreno en el Municipio de Naucalpan. FES, Acatlán. UNAM.

Rivera D., Arce C. y Martínez D. (2011). Leyes de atenuación para estimar la intensidad sísmica del municipio de Naucalpan, Memoria de XVIII Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica, Aguascalientes, Aguascalientes.

Rivera Darío, Sánchez Flores Rodrigo Martín. (2015). Evaluación del Peligro Sísmico en el Municipio de Naucalpan. FES, Acatlán. UNAM.

Rodríguez Hivadán. ¿Por Qué los Desastres no son “Naturales”?: Un Análisis Sobre los Aspectos Sociales de los Desastres. Puerto Rico. Edit. Centro de Investigación Social Aplicada.

Rosenblueth E., Ordaz M., Sánchez-Sesma F. y Singh (1989). The Mexico Earthquake of September 19, 1985 Design Spectra for México's Federal District. Earthquake Spectra 5:1, 273-291.

Ruxton, B. P. & Berry, L., (1957). Weathering of granite and associated erosional features in Hong Kong. Bulletin of the Geological Society of America, Vol. 68, pp. 1263-1291.

Sáez Giraldes, García Calderón, Roch Peña (2010). “La ciudad desde la casa: ciudades espontáneas en Lima”. Revista INVI, 70, pp. 77-116.

Sánchez R. (2015). Evaluación del peligro sísmico en el municipio de Naucalpan de Juárez, Estado de México, Tesis para obtener el grado de Maestro en Ingeniería (Estructuras), Programa de Maestría y Doctorado en Ingeniería, UNAM.

Sánchez, V. y Mendoza C., (2001). Vulnerabilidad Global.

Santana H. (2011). Agrietamiento en la zona de Naucalpan, Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil, FES Acatlán, UNAM.

Sarkar, S., Kanungo, D.P. (2004). "An integrated approach for landslide susceptibility mapping using remote sensing and GIS". : pp. 617-625. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing 70.

Schuster, R.L. y Fleming. R.W. (1986): Economic Losses and Fatalities due to Landslides. Bulletin on the Association of Engineering Geologists, Vol.23, No. 1, pp 11-28

SEGOB, (2014). Ley General de Protección Civil. Secretaria de Gobernación.

SEGOB, (2015). Catálogo Nacional de Incidentes de Emergencia. Secretaria de Gobernación.

SINAPRED. (2005). Reporte sobre las Amenazas, Vulnerabilidad y Riesgos ante Inundaciones, Deslizamientos, Actividad Volcánica y Sismos. Nicaragua. Edit. SINAPRED.

Singh S., Astiz L. y Havskov J. (1981). Seismic gaps and recurrence period of large earthquakes along the Mexican subduction zone: a re-examination, Bulletin of the Seismological Society of America 71, 827-843.

Skinner, B, J & Porter, S.C., 1992: The Dynamic Earth: an introduction to physical geology. II edition, John Wiley & Sons, Inc. New York. 570 p.p.

Software de Simulación. Agisoft.

Sposito, G., 1989. The chemistry of soils. Oxford University Press. New York.

Thomas, J. (2000): "Las amenazas naturales y el ordenamiento del territorio. Unas notas". Ponencia, en Memorias XVI Congreso Colombiano de Geografía. Cali (Valle) 17-20 de agosto de 2000.

UNDRO y UNESCO. 1979. Classification of concepts and terms En: UNDRO. Natural Disasters and Vulnerability Analysis.

UNISDR. (2009). Terminología Sobre Reducción del Riesgo de Desastres. Ginebra, Suiza.

UNITAR, (2013). Fortalecimiento de la Resiliencia ante los Desastres en América Latina.

UNITAR, (2015). Marco de Sendai para la Reducción de Riesgo de Desastres 2015-2030.

Varnes, D.J. 1978: Slope Movement Types and Proceses, in Scuster & Krizek 1978: Landslides: Analysis and Control Special report 176. Transpotation Research Board, Comision on Sociotechnical Systems, National Research Council. National Academy of Sciences, Washington D.C. 234 p.p.

Varnes D.J. (1984). Landslide hazard Zonation. A Review of Principles and practice. UNESCO Press, París 63 p.

Vega Gutiérrez, Johnny Alexander. (2013). Estimación del Riesgo por Deslizamiento de Laderas Generado por Eventos Sísmicos en la Ciudad de Medellín Usando Herramientas de la Geomática.

Vidart Daniel (1997) Filosofía Ambiental. El ambiente como sistema. Bogotá: Editorial Nueva América

Villarroya, Fermín, (2009), Tipos de Acuíferos y Parámetros Hidrogeológicos, España: Universidad Complutense.

Viltres Milán Yexenia, Pintón Castro Reyner, Guardado Lacaba Rafael, (2011). Evaluación de riesgos por deslizamiento en taludes y laderas del sector este del municipio MOA. Cuba: IX Congreso Cubano de Geología.

Wheeler, S. M. (2015). Built landscapes of metropolitan regions: An international typology. *Journal of the American Planning Association*, 81 (3), 167-190. doi: 10.1080/01944363.2015.1081567.

Youngs, R.R., Chiou, S.-J., Silva, W.J., & Humphrey, J.R. (1997). Strong ground motion attenuation relationships for subduction zone earthquakes, *Seismological Research Letters* 68:1, 58–73.

Zúñiga, R, G Suárez, M Ordaz y V García-Acosta (1997), "Peligro sísmico en Latinoamérica y el Caribe", Reporte Final IPGH.