

# ATLAS DE RIESGOS ANÁLISIS DE SUSCEPTIBILIDAD

Concerniente al  
Fenómeno Perturbador:  
Inestabilidad de Laderas

Municipio de San Nicolás  
de los Ranchos - 2018  
Estado de Puebla



AYUNTAMIENTO  
2018-2021



El estado de Puebla tiene una ubicación geográfica privilegiada en el centro de la República Mexicana, que le ha permitido a través de su historia, ser una excelente opción como punto de encuentro y de paso. Gracias a ello, nuestro territorio posee una gran diversidad cultural y un invaluable patrimonio histórico, pero sin duda, nuestra mayor riqueza es su gente.

Es así que el Gobierno del Estado que me honro encabezar, reafirma el compromiso de velar por la seguridad e integridad física de las familias poblanas, también en materia de Protección Civil.

En el Plan Estatal de Desarrollo 2017 – 2018 establecimos una hoja de ruta en este rubro, con el objetivo de prevenir y enfrentar riesgos naturales a fin de salvaguardar la vida, salud, integridad y patrimonio de la población, mediante el fortalecimiento de la operación coordinada de las dependencias, la población y los gobiernos municipales, para brindar una mejor atención.

Gracias al trabajo conjunto entre los tres órdenes de gobierno, hemos tenido la capacidad institucional para dar respuesta inmediata a la población y con ello, disminuir los efectos causados por fenómenos naturales tales como los que en 2017 tuvimos que hacer frente: los huracanes Franklin y Katia, y el sismo del 19 de septiembre.

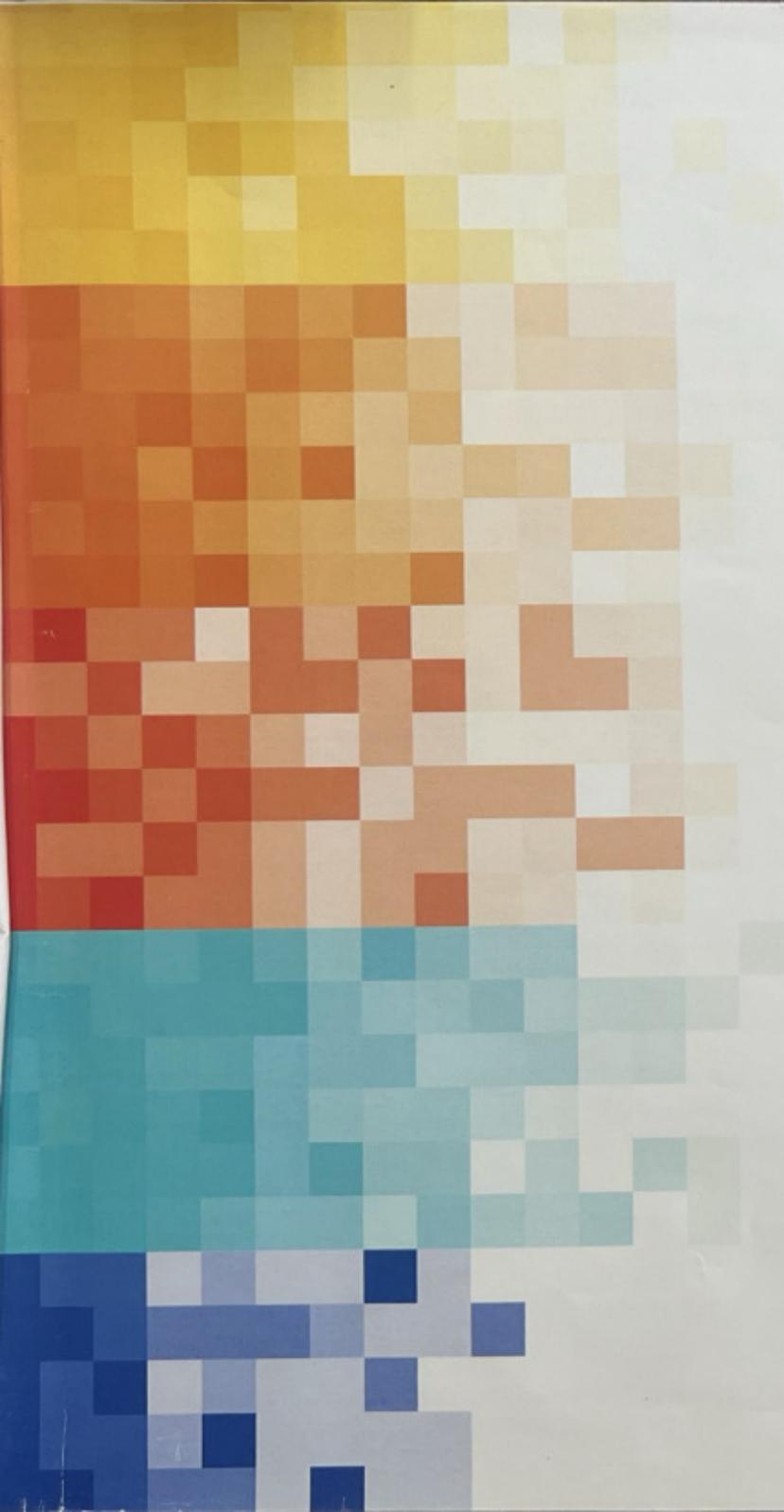
Sabemos que el trabajo de prevención es pieza angular para mitigar la posibilidad de daños a la población ante fenómenos naturales.

En tal virtud, en coordinación con los gobiernos municipales llevamos a cabo, bajo estrictos estándares metodológicos, la realización de *Atlas de Riesgos*, a fin de contar con información certera y confiable que permita contribuir al fortalecimiento de la cultura de Protección Civil.

En el presente trabajo, participaron expertos entusiastas que hicieron uso de las últimas tecnologías para recopilar, procesar y plasmar la información aquí contenida.

Es mi deseo que este documento se convierta en una herramienta que permita a los gobiernos estatal y municipales, en coordinación con la población, continuar desarrollando mecanismos de prevención y protección civil sobre situaciones de vulnerabilidad en todas las regiones de la entidad, y con ello, salvaguardar la integridad de las personas para seguir construyendo esta Puebla de progreso.

**JOSÉ ANTONIO GALI FAYAD**  
GOBERNADOR DEL ESTADO DE PUEBLA



C. JOSÉ ANTONIO GALI FAYAD  
GOBERNADOR DEL ESTADO DE PUEBLA

C. ENRIQUE RODRÍGUEZ  
SECRETARIO DE GOBIERNO

C. RAFAEL RUIZ  
SUBSECRETARIO

C. ANTONIO GONZÁLEZ  
DIRECTOR GENERAL DE GOBIERNO

C. RODOLFO MELÉNDEZ  
PRESIDENTE MUNICIPAL DE SAN NICOLÁS DE LOS RANCHOS

C. EUSONIO ZAPOTILLA OCHOA  
SINDICO MUNICIPAL

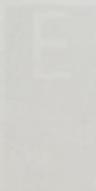
C. MARGARITO ATENIDO ANALCO  
DIRECCION DE PROTECCION CIVIL



El Gobierno del Estado de Puebla, encabezado por el Gobernador José Antonio Gali Fayad en colaboración con el Presidente Municipal de San Nicolás de los Ranchos C. Rodolfo Meléndez Meneses, sumaron esfuerzos y en trabajo conjunto llevaron a buen término la ejecución del Análisis de Susceptibilidad Concerniente al Fenómeno Perturbador por Inestabilidad de Laderas.

Con ello se crea una herramienta sólida de suma importancia que ayuda a conocer la susceptibilidad asociada a este fenómeno perturbador.

# PRESENTACIÓN



**C. JOSÉ ANTONIO GALI FAYAD**  
**GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE PUEBLA**

**C. ENRIQUE ROBLEDO RUBIO**  
**SECRETARIO DE ADMINISTRACIÓN Y FINANZAS**

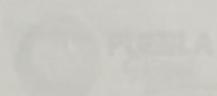
**C. RAFAEL RUÍZ CORDERO**  
**SUBSECRETARIO DE ADMINISTRACIÓN**

**C. ANTONIO GONZÁLEZ MACÍAS**  
**DIRECTOR GENERAL GOBIERNO ELECTRÓNICO**

**C. RODOLFO MELÉNDEZ MENESES**  
**PRESIDENTE MUNICIPAL DE SAN NICOLÁS DE LOS RANCHOS**

**C. EUSEBIO ZAPOTITLA OCHOA**  
**SINDICO MUNICIPAL**

**C. MARGARITO ATENCO ANALCO**  
**DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN CIVIL**



# Análisis de Susceptibilidad Concerniente al Fenómeno Perturbador por Inestabilidad de Laderas

## COORDINACIÓN TÉCNICA:

Jarquín Arenas Enrique  
LIC. D.C.G

## SUPERVISIÓN TÉCNICA:

Carcamo Puga Cristobal  
LIC. D.U.A  
López Teyssier Diego Ulises  
T.S.U.M  
Serrano Silva Erika  
ING. GEOFÍSICO  
Tapia González Erika Raquel  
LIC. U.D.A

## ESPECIALISTAS:

Arteaga Martínez Alexis Zeferino  
LIC. GEOGRAFÍA  
Arteaga Martínez Fausto Jair  
LIC. GEÓLOGO  
Baltazar Martínez Felipe  
ING. GEOFÍSICO  
Cano Rosas José Fortino  
LIC. U.D.A  
Cano Silva María Karina  
TÉC. INFORMÁTICA  
Cruz Fructuoso Karent  
LIC. U.D.A  
Escobar Castillo Judith  
ING. GEOCIENCIAS

Flores Pinto Fernando Fabian  
ING. GEOMÁTICO  
García Terrez Irais  
LIC. D.U.A  
Hernández Avendaño Dulce Azhar  
ING. GEOFÍSICO  
Hernández Vera Rosa María  
LIC. D.U.A  
López Vázquez Sheila Berenice  
ING. GEOFÍSICO  
López Lara Karla Aline  
ING. GEOFÍSICO  
Montes Rodríguez Omar Francisco  
TÉC. INFORMÁTICA  
Pacheco Jarquín Emmanuel  
TÉC. INFORMÁTICA  
Rodríguez Zepeda Denisse Amairani  
LIC. U.D.A  
Teoyotl Flores Juan Carlos  
ING. CIVIL  
Villalobos Graniel Alfonso Salomón  
ING. GEOFÍSICO  
Yañez Ramírez Gerardo  
ING. CIVIL

## DISEÑO:

Cervantes Dávila Virginia  
LIC. D.G  
Simón Montaña Silvia Samanta  
LIC. D.C.G

## COLABORADORES:

Benítez Nava Raúl  
AUX. U.D.A  
Córdova Ortega Jesús Alejandro  
AUX. I.G.F  
Coutiño Díaz Erik  
AUX. U.D.A  
Huerta Rosales Lizbeth  
AUX. I.G.F  
Martínez Rosas Israel  
AUX. I.G.F  
Mones Cepeda Angélica  
AUX. I.G.F  
Ochoa Fernández Brandom Jourdan  
AUX. U.D.A  
Rios Díaz Paola Yamina  
AUX. I.G.F  
Sánchez Álvarez Eduardo  
AUX. U.D.A  
Silva Otero Nadzira  
AUX. I.G.F  
Viveros Ocampo Daniel  
AUX. I.G.F



# PRESENTACIÓN



El Gobierno del Estado de Puebla, mediante el Plan Estatal de Desarrollo, ha impulsado las metas y objetivos a seguir de acuerdo con su naturaleza, género y prioridad, los cuales se encuentran alineados a los ejes rectores del Plan Nacional de Desarrollo.

Bajo esta senda de desarrollo, se llevó a cabo el proyecto de Análisis de Susceptibilidad Concerniente al Fenómeno Perturbador por Inestabilidad de Laderas para el Municipio de San Nicolás de los Ranchos a través de la detección de amenazas que afectan al municipio, priorizando en el análisis a nivel de susceptibilidad del fenómeno perturbador de mayor impacto.

La elaboración del Análisis de Susceptibilidad Concerniente al Fenómeno Perturbador por Inestabilidad de Laderas representa uno de los instrumentos primordiales con los que contará el Estado de Puebla, ya que es de vital importancia conocer e identificar las amenazas naturales ante las que está expuesta la población, permitiendo tener un panorama más amplio de cualquier posible contingencia, facilitando la toma de decisiones pertinentes para salvaguardar a la población.

Finalmente, es una realidad que el Estado en conjunto con el municipio posean ahora herramientas firmes que ayudarán a regular y mejorar acciones de planeación y ordenamiento territorial para el desarrollo sustentable de los asentamientos humanos. En él, se delimitarán zonas de amenaza y susceptibilidad en las que se tiene como objetivo disminuir la ocupación de estas áreas, agotando el grado de exposición en el que se encuentran algunas comunidades.

Aunado a esto y tomando en cuenta el uso de las tecnologías que se han implementado en la actualidad, se ha adaptado este tipo de información a los requerimientos actuales creando una Plataforma Digital, Geográfica, Financiera y Social con el objetivo de optimizar la administración de los procesos de Gobierno.



# ÍNDICE

<b>FASE I. MARCOTEÓRICO</b>	<b>9</b>	<b>1.5 CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS SOCIALES, ECONÓMICOS Y DEMOGRÁFICOS</b>	<b>42</b>
1.1 INTRODUCCIÓN	11	1.5.1 Dinámica demográfica	42
1.1.1 Antecedentes	13	1.5.1.1 Análisis poblacional	42
1.1.2 Objetivos	14	1.5.1.2 Proyección de la población al 2010-2030	43
1.2 MAPA BASE	15	1.5.1.3 Distribución de la población	44
1.2.1 Localización	15	1.5.1.4 Densidad de población	45
1.2.2 Determinación de la zona de estudio	16	1.5.2 Características sociales	46
1.2.3 Extensión y división territorial	17	1.5.2.1 Educación	46
1.3 DETERMINACIÓN DE NIVELES DE ANÁLISIS Y ESCALAS DE REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA	18	1.5.2.2 Asistencia escolar	47
1.3.1 Nivel de análisis	19	1.5.2.3 Lengua indígena	48
1.3.2 Escalas de representación cartográfica	19	1.5.2.4 Salud	49
1.4 CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL MEDIO NATURAL	20	1.5.2.5 Pobreza	50
1.4.1 Fisiografía	20	1.5.2.6 Hacinamiento	51
1.4.2 Geomorfología	25	1.5.2.7 Marginación	52
1.4.3 Geología	26	1.5.3 Características de la vivienda	53
1.4.3.1 Litología	26	1.5.3.1 Pisos de tierra	53
1.4.3.2 Fallas y fracturas	28	1.5.3.2 Tipología de la vivienda	54
1.4.4 Edafología	30	1.5.3.3 Servicios	55
1.4.5 Hidrografía	31	1.5.4 Empleo e ingresos	56
1.4.5.1 Aguas subterráneas	32	1.5.5 Equipamiento e infraestructura	57
1.4.6 Cuencas y subcuencas	34	1.5.5.1 Equipamiento	58
1.4.7 Clima	36	1.5.5.2 Infraestructura	59
1.4.8 Uso de suelo y vegetación	37		
1.4.9 Áreas naturales protegidas	41		

**FASE II. IDENTIFICACIÓN DE AMENAZAS Y PELIGROS, ANTE FENÓMENOS****PERTURBADORES DE ORIGEN NATURAL**

## 2.1 IDENTIFICACIÓN DE AMENAZAS

## 2.1.1 Fenómenos hidrometeorológicos

## 2.1.2 Fenómenos geológicos

## 2.2 NIVEL DE ANÁLISIS

## 2.2.1 Inestabilidad de laderas

## 2.2.1.1 Tipos de materiales

## 2.2.1.2 Mecanismos principales en los movimientos

## de ladera

## 2.2.1.3 Velocidad del movimiento en laderas

## y su impacto potencial

## 2.2.1.4 Influencia de la actividad humana

## en la inestabilidad de laderas

## 2.2.1.5. Casos de ocurrencia de deslizamiento en

## algunas regiones de México

## 2.3 METODOLOGÍA

## 2.4 MEMORIA DE CÁLCULO

## 2.4.1 Selección de factores condicionantes

## 2.4.2 Elaboración de matriz de jerarquización

## 2.4.3 Obtención de pesos relativos

## 2.4.4 Cálculo de atributo relativo y valor normalizado

## 2.4.5 Cálculo del índice de susceptibilidad

## 2.4.6 Elaboración del mapa de susceptibilidad

## 2.4.6.1 Generación del mapa de susceptibilidad

## 2.5 RESULTADO DEL ANÁLISIS

## 2.5.1 Factores condicionantes del municipio de San Nicolás de los Ranchos

61

63

65

73

82

84

85

86

90

91

92

94

96

97

97

99

99

101

101

102

103

104

## 2.5.1.1 Pendientes

## 2.5.1.2 Intensidad de cobertura de vegetación

## 2.5.1.3 Litología

## 2.5.1.4 Edafología

## 2.5.1.5 Geomorfología

## 2.5.1.6 Clasificación de uso de suelo y vegetación

## 2.5.1.7 Fallas y fracturas

## 2.5.2 Evaluación de la susceptibilidad para

## el municipio de San Nicolás de los Ranchos

## 2.5.2.1 Construcción de jerarquías

## 2.5.2.2 Relación de factores condicionantes

## 2.5.2.3 Determinación de factor para pesos relativos

## 2.6 MAPA RESULTANTE

## 2.6.1 Análisis del mapa de susceptibilidad

## 2.7 LEVANTAMIENTO EN CAMPO

105

107

108

110

112

113

115

116

116

117

119

124

126

126

128

**FASE III. ANEXOS****143**

## 3.1 METADATOS

145

## 3.2 EVIDENCIA FOTOGRÁFICA

146

## 3.3 BIBLIOGRAFÍA

159

## 3.4 GLOSARIO DE TÉRMINOS

165

## 3.5 LISTADO DE GRÁFICAS

169

## 3.6 LISTADO DE TABLAS

169

## 3.7 LISTADO DE FIGURAS

170

## 3.8 LISTADO DE MAPAS

171

## 3.9 ANEXO DE MAPAS

172

1.1 INTRODUCCIÓN



**1**  
**FASE**

**MARCO TEÓRICO**

## 1.1 INTRODUCCIÓN



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 tradiciones, y especialmente aquellos vinculados con el desarrollo y progreso de las sociedades marca una huella que manifiesta la visión y política transitadas a través de su uso. Con mucha frecuencia, la ausencia de un manejo integral del territorio induce la generación de factores inductores del riesgo de desastre. 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 peligro. En los últimos años la frecuencia de los desastres en México ha aumentado debido a las características que tiene el territorio mexicano y el desequilibrio de factores como el cambio climático; el paso del tiempo ha modificado el impacto de los diferentes fenómenos naturales dañando con más fuerza a la población, esto aunado a la insuficiencia de medidas preventivas y mitigación de desastres, falta de planeación respecto a los asentamientos humanos, lo cual representa gran riesgo para la sociedad y economía de la misma.

Las experiencias históricas y recientes confirman que la ubicación del país lo hace particularmente vulnerable a fenómenos geológicos sísmicos, volcánicos, inestabilidad de laderas, hundimientos etc., mientras que su localización en la Región Intertropical propicia que, en las Costas del Mar Caribe, del Océano Pacífico y del Golfo de México se presenten fenómenos de carácter Hidrometeorológico.

En el caso específico del Estado de Puebla se sabe que, debido a su localización dentro de la República Mexicana, muchos de sus municipios son amenazados año con año por diversos fenómenos naturales. Las amenazas principales para el estado en fenómenos de origen Geológico se centran en Deslizamiento de Laderas, Sismos y Erupciones Volcánicas, mientras que por parte de los fenómenos de origen Hidrometeorológico se tienen Inundaciones, Tormentas de Granizo y Temperaturas Extremas.

## 1.1 INTRODUCCIÓN

Derivado de esta situación se considera necesario contar con un Análisis de Susceptibilidad Concerniente al Fenómeno Perturbador por Inestabilidad de Laderas que permita conocer e identificar zonas con amenaza generadas por el impacto de los diversos fenómenos naturales dentro del municipio, de tal manera que se puedan tomar medidas preventivas para evitar en lo posible o disminuir pérdidas humanas y económicas que inhiban el desarrollo municipal. El análisis se realiza mediante herramientas tecnológicas modernas, sustentadas fundamentalmente en los conocimientos sobre el origen, manifestación e impacto de los fenómenos que permiten desarrollar modelos de simulación, en distintos escenarios y de periodos de retorno que podrían suceder en un entorno real.

Es importante señalar que un documento de esta naturaleza es solo el principio de una acción permanente de actualización y revisión, que se enriquecerá con los avances de investigación en la materia, pero también de manera fundamental, con la experiencia y colaboración de todos los sectores involucrados que tendrán la finalidad de salvaguardar la integridad física de la población y sus bienes. El resultado de la información contenida será de gran utilidad en la definición de políticas de desarrollo urbano, para prevenir y evitar asentamientos humanos en sitios catalogados como inadecuados y representen cierta amenaza.

Los criterios utilizados en el análisis de los fenómenos naturales perturbadores se basarán en metodologías ya establecidas por la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU) y el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), estas metodologías serán adecuadas para los requerimientos propios del municipio.

El apego a las directrices del presente documento, contribuye al diagnóstico, ponderación y detección precisa de susceptibilidad, con lo cual se pueden establecer programas de prevención y mitigación para el municipio.

## 1.1.1 Antecedentes

En las concepciones actuales de Protección Civil se reconoce que la manera más eficaz y económica de manejar los desastres es mediante la prevención y planificación de las respuestas ante una emergencia; siendo esto el significado y utilidad del Análisis de Fenómenos Geológicos Municipal, para coadyuvar a contar con un sentido de prevención, de estudios de investigación de amenazas y la representación de los posibles escenarios para que en medida de lo posible se puedan evitar o mitigar los efectos destructivos de la naturaleza.

La frecuencia e intensidad de los desastres provocados por fenómenos naturales impactan de manera directa sobre la población, economía y los ecosistemas. De tal modo se tiene que, en el estado de Puebla se pueden presentar situaciones de riesgo como en regiones de la Sierra Norte, Nororiental y la Mixteca Poblana. Dentro de los fenómenos perturbadores de origen Hidrometeorológico y Geológico que podrían ser detonantes claves para el deslizamiento de laderas se encuentran las lluvias y los sismos, fenómenos que han puesto en riesgo la integridad de la población, la infraestructura y la economía del Municipio.

El 28 de septiembre de 2017, se emitió la Declaratoria de Desastre Natural por la ocurrencia de sismo magnitud 7.1, con epicentro a 12 km. Al Sureste del municipio de Axochiapan del

Estado de Morelos ocurrido el 19 de septiembre de 2017, en 112 municipios del Estado de Puebla entre ellos el municipio de San Nicolás de los Ranchos.<sup>[1]</sup> Por el temblor acontecido el jueves 7 de septiembre de 2017, el museo Teotón, ubicado en San Pedro Yancuitlalpan, localidad perteneciente a San Nicolás de los Ranchos, sufrió severas fracturas en sus dos salas y tuvo que cerrar sus puertas a los visitantes. Las fuertes lluvias presentadas un par de meses atrás causaron los primeros estragos en las dos áreas que contempla el museo, por cuestiones de seguridad ya no está abierto al público, los daños a la infraestructura son severos.<sup>[2]</sup>

El 6 de septiembre de 2017, se dio a conocer que pequeños deslaves causados por las lluvias de los últimos días hacen lenta la circulación de vehículos en algunos tramos de la ruta de evacuación paso de Cortés del volcán Popocatepetl. Las afectaciones se encuentran entre Santa María Acuexcomac, junta auxiliar de San Pedro Cholula y el municipio de San Nicolás de los Ranchos, sobre todo cerca de puentes y en zonas a desnivel. Dos meses y medio después de su rehabilitación, la carretera Paso de Cortés, se encuentra, en su mayoría, en buenas condiciones, excepto por las áreas cubiertas de un poco de lodo, el resto de la cinta asfáltica, en sus dos sentidos, es transitable a una velocidad media.<sup>[3]</sup>

[1] Secretaría de Gobernación, (SEGOB). (2017). Declaratoria de Desastre Natural por la ocurrencia de sismo magnitud 7.1. Diario Oficial de la Federación. Recuperado en junio 2018, de [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5499060&fecha=28/09/2017](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5499060&fecha=28/09/2017)

[2] Mendoza, A. L. (2017). Por daños en infraestructura, cierra museo en San Nicolás de los Ranchos. *Ángulo 7*. Recuperado en julio 2018, de <http://www.angulo7.com.mx/2017/09/17/danos-infraestructura-cierra-museo-san-nicolas-los-ranchos/>

[3] Rojas, M. (2017). Deslaves aleentan circulación de autos en carretera Paso de Cortés, Municipios Puebla. Recuperado en julio 2018, de <http://municipiospuebla.mx/nota/2017-09-06/san-pedro-cholula/deslaves-aleentan-circulac%C3%83n-de-autos-en-carretera-paso-de-cort%C3%A9s/>

## 1.1.2 Objetivos

### Objetivo general

Coadyuvar a la generación e integración de información tabular y espacial del conjunto de capas que conforman los fenómenos de estudio para la implementación de la misma en la Plataforma Digital, Geográfica, Financiera y Social para el Desarrollo del Estado de Puebla, así mismo, para el desarrollo específico del municipio de San Nicolás de los Ranchos, contribuyendo de manera vital al servicio que emana de la Dirección de Protección Civil en su labor de inventariar las amenazas e identificar las zonas con mayor susceptibilidad para actuar eficazmente, previniendo y mitigando posibles afectaciones y pérdidas tanto materiales como humanas.

### Objetivos específicos

Elaborar un Análisis de Fenómenos Geológicos e Hidrometeorológicos municipal de San Nicolás de los Ranchos para tener un panorama general y actualizado de las amenazas que pueden llegar a afectar al municipio.

- Desarrollar un análisis a partir de los factores condicionantes concernientes al fenómeno perturbador por Inestabilidad de Laderas presente en el municipio de San Nicolás de los Ranchos, con la finalidad de tener un panorama general y actualizado de las zonas que presenten mayor afectación.
- Realizar la valoración de la capa final de susceptibilidad mediante trabajo de campo a nivel región.
- Localizar las zonas propensas a sufrir mayor impacto por dicho fenómeno perturbador e identificar las áreas de asentamientos humanos que requieren ser monitoreadas.

## 1.2 MAPA BASE

Un mapa base representa una imagen simplificada del área de interés, recopila los datos clave para ofrecer una referencia que pueda ser utilizable para la realización de otros mapas, estos proporcionan un contexto geográfico y detalles como referencia. El mapa base generado para el análisis del fenómeno perturbador por Inestabilidad de Laderas para el municipio de San Nicolás de los Ranchos se compone por los siguientes elementos: límite municipal, manzanas, localidades urbanas y rurales, vías de comunicación (vialidades primarias, secundarias y terciarias), relieve topográfico (curvas de nivel, modelo digital de elevación), y rasgos hidrográficos e infraestructura hidrológica (acueductos, cuerpos de agua, presas y canales).

### 1.2.1 Localización

Dentro de la República Mexicana, el municipio de San Nicolás de los Ranchos se localiza en la parte centro Oeste del estado de Puebla (consultar **Mapa Base Topográfico Estatal en Anexos**), y pertenece a la Región Angelópolis. <sup>[4]</sup> Se ubica en las coordenadas geográficas dentro de los paralelos  $19^{\circ}01'15''$  y  $19^{\circ}09'12''$  de latitud Norte y los meridianos  $-98^{\circ}27'09''$  y  $-98^{\circ}38'26''$  de longitud Oeste. <sup>[5]</sup> El municipio presenta una altitud promedio entre 2,300 y 5,400 m s.n.m. <sup>[6]</sup> (Figura 1).

[4] INAFED. Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México. Estado de Puebla

[5] Límites Municipales del IRCEP 2017

[6] INEGI. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Puebla, San Nicolás de los Ranchos 2009

Fuente: Elaboración propia con base a cartografía generada.

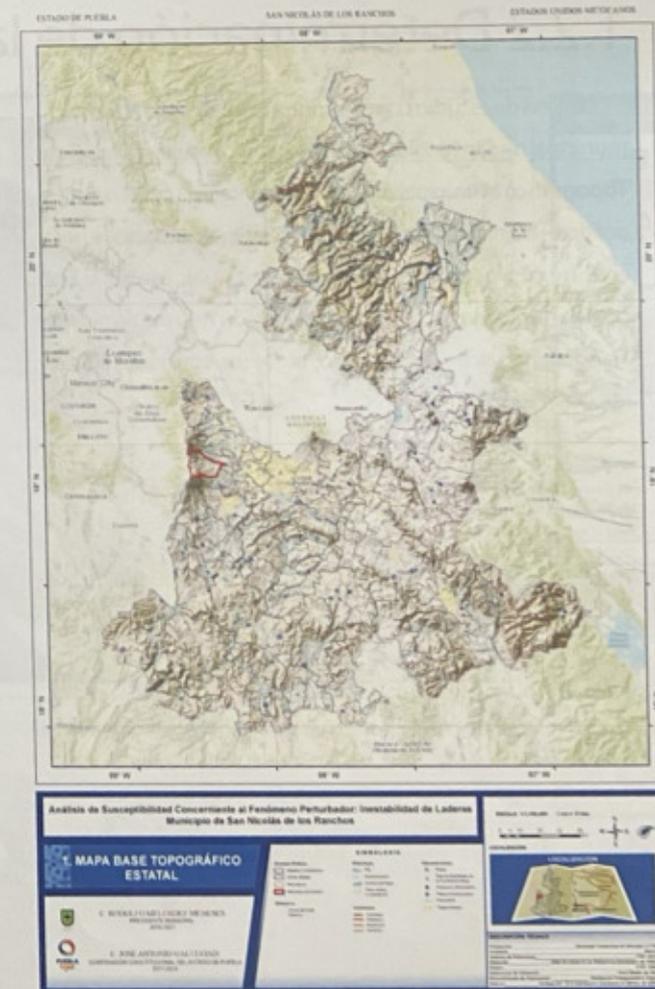


Figura 1. Mapa Base Topográfico Estatal

## 1.2.2 Determinación de la zona de estudio

La zona de estudio corresponde a la totalidad del territorio municipal de San Nicolás de los Ranchos (consultar **Mapa Base Topográfico Municipal en Anexos**), contenida por sus límites político-administrativos con las siguientes colindancias: hacia el Norte con los municipios de Calpan y Huejotzingo; al Este con el municipio de Nealtican; al Sur con los municipios de Tianguismanalco y Tochimilco; al Oeste con el estado de México (Figura 2).

[2] Diario Oficial, p. 31 (2013), Reglas de Operación del Programa de Prevención de Riesgos en los Asentamientos Humanos, para el ejercicio fiscal 2014, recuperado 29 de Enero del 2018, de [http://www.sedatu.gob.mx/va/web/datosstore/programas/2014/PIAH-PREVENCIÓN\\_DE\\_RIESGOS\\_EN\\_LOS\\_ASENTAMIENTOS%20HUMANOS\\_2014.pdf](http://www.sedatu.gob.mx/va/web/datosstore/programas/2014/PIAH-PREVENCIÓN_DE_RIESGOS_EN_LOS_ASENTAMIENTOS%20HUMANOS_2014.pdf)

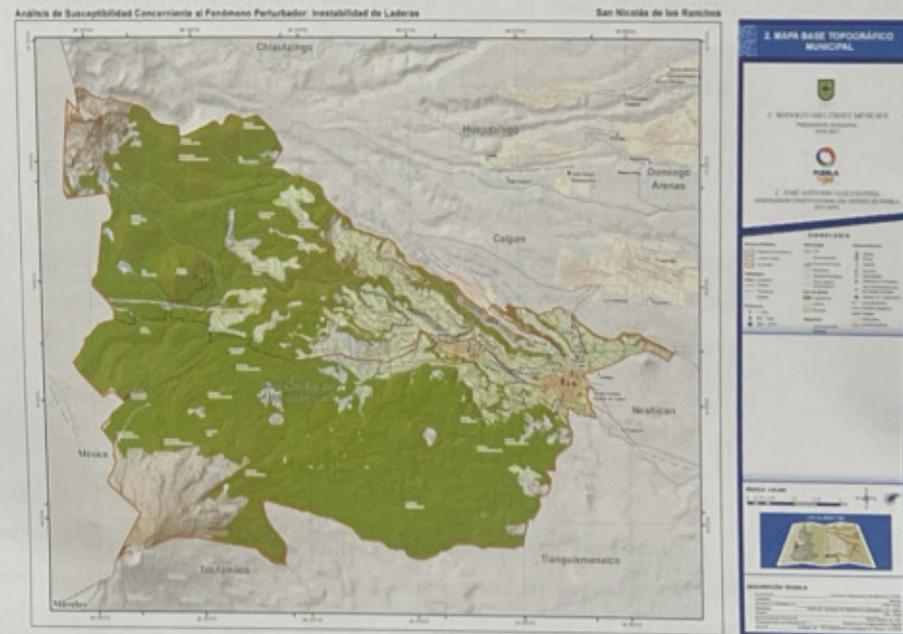


Figura 2. Mapa Base Topográfico Municipal

Fuente: Elaboración propia con base a cartografía generada.

# 1.3 DETERMINACIÓN DE NIVELES DE ANÁLISIS Y ESCALAS DE REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA

## 1.2.3 Extensión y división territorial

La extensión total que cubre el territorio de San Nicolás de los Ranchos es de 162.03 km<sup>2</sup> y ocupa el 0.47% de la superficie del estado, colocándolo en el 61° lugar con respecto a los demás municipios del estado de Puebla, <sup>[7]</sup> contando con una población de 11, 734 habitantes. <sup>[8]</sup>

El municipio de San Nicolás de los Ranchos cuenta con 10 localidades, de las cuales destacan por su población, actividad económica, urbanización o valor histórico: San Nicolás de los Ranchos (cabecera municipal) que alberga el 52.75 % (5, 685 habitantes) de la Población; San Pedro Yancuitalpan con 2, 694 habitantes y Santiago Xalitzintla con 2, 196 habitantes. <sup>[9][10]</sup>

La cabecera municipal se encuentra al Este de San Nicolás de los Ranchos (consultar **Mapa Base Topográfico de la Cabecera Municipal en Anexos**), colinda al Noreste con la localidad de San Nicolás de los Ranchos, al Norte con las localidades de Xaltetipa y San Pedro Yancuitalpan, al Este con el municipio de Nealtican y al Oeste con la localidad de Cimalontla.

La cabecera muestra una intersección con la carretera estatal No. 416 Cholula – Paso de Cortés Tramo (Cholula – Xalitzintla) de Este a Oeste, que dentro de la cabecera municipal conserva su nombre, sin embargo, de esta carretera estatal se desprende una vialidad municipal importante, Avenida Independencia; mientras que las vialidades municipales que dirigen al centro de la localidad son 5 de mayo, calle Progreso, Guadalupe Victoria, Venustiano Carranza, Olvido e Independencia. (Figura 3).

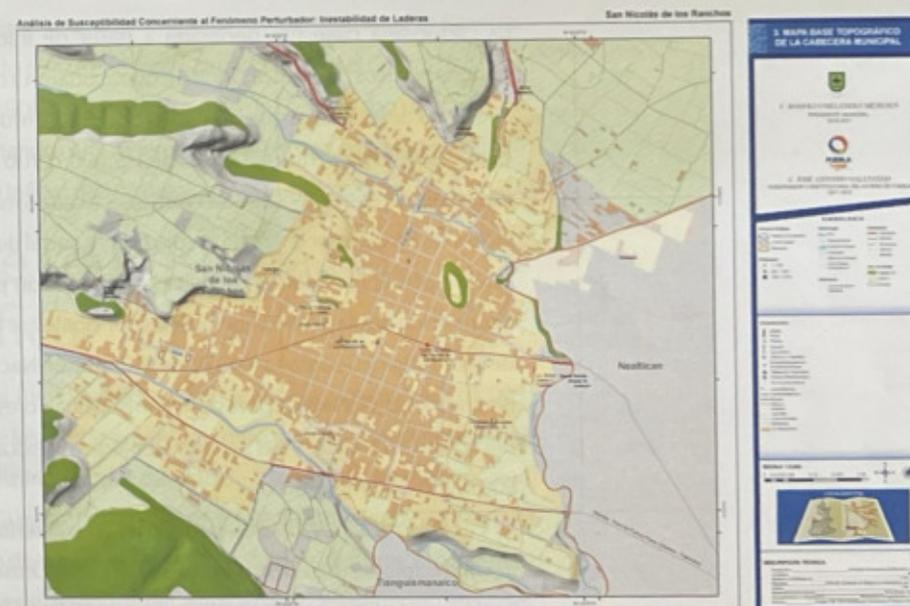


Figura 3 Mapa Base Topográfico de la Cabecera Municipal

Fuente: Elaboración propia con base a cartografía generada.

[7] Límites Municipales del IRCEP 2017

[8] INEGI. Encuesta Intercensal 2015

[9] INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010

[10] INAFED. Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México. Estado de Puebla

## 1.3 DETERMINACIÓN DE NIVELES DE ANÁLISIS Y ESCALAS DE REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA

La cartografía base fue generada a partir de información propia obtenida de vuelos fotogramétricos del año 2017 y 2018 que ayudaron a dar mayor detalle y calidad a los datos. A diferencia de las escalas que se pueden encontrar en fuentes de uso público, la cartografía base que se generó presenta una escala de 1:5,000, con lo que se obtuvo un DEM (Modelo Digital de Elevación) con equidistancias verticales a cada 5 metros.

Con el fin de caracterizar el medio físico y social del municipio, se utilizaron imágenes de satélite con la finalidad de detallar la información preexistente y de distintas fuentes de información pública, por mencionar las principales, se tiene información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y del Servicio Geológico Mexicano (SGM) en diversas escalas, 1:1,000,000, 1:250,000 y 1:50,000.

Cabe destacar que, para el apartado de la caracterización social, económica y demográfica del municipio, se utilizaron datos obtenidos del Censo de Población y Vivienda 2010 y de la Encuesta Intercensal 2015 del INEGI, así como información de instituciones como la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), del Consejo Nacional de Población (CONAPO) y del Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica del Estado de Puebla (CEIGEP), tomando como referencia los límites del Instituto Registral y Catastral del Estado de Puebla (IRCEP), 2017.

### 1.3.1 Nivel de análisis

El fenómeno perturbador de mayor impacto para el municipio de San Nicolás de los Ranchos es el de Inestabilidad de Laderas, puesto que se encuentra catalogado por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) en su Atlas Nacional de Riesgos con un grado de Susceptibilidad "Alto" y "Muy Alto". Tomando como referencia este criterio, se realizó el estudio de manera local para el municipio con la finalidad de detallar más la información.

### 1.3.2 Escalas de representación cartográfica

El mapa base topográfico municipal, fue adaptado para representarlo a una escala 1:65,000; para la representación cartográfica de los mapas temáticos como fisiografía, geomorfología, edafología, clima e hidrografía, se utilizaron escalas que van de 1:1,000,000 a 1:250,000 que son las escalas empleadas por el INEGI para el desarrollo de información geográfica del país, por otro lado, la información temática de los mapas de litología, fallas y fracturas, uso de suelo y vegetación, pendientes e índice de vegetación, fue detallada a partir de imágenes satelitales con el fin de mejorar la escala de representación hasta 1:10,000.

## 1.4 CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL MEDIO NATURAL

### Y ESCALAS DE REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA

#### 1.4.1 Fisiografía

El territorio nacional cuenta con un importante número de regiones fisiográficas que permiten tener una gran diversidad de sistemas medioambientales de cuya riqueza es beneficiario el ser humano. El estado de Puebla está compuesto por cuatro regiones fisiográficas, Sierra Madre Oriental, Llanura Costera del Golfo Norte, Eje Neovolcánico y Sierra Madre del Sur. El municipio de San Nicolás de los Ranchos se encuentra emplazado por completo en la provincia Eje Neovolcánico. La fisiografía del municipio se encuentra integrada en su totalidad por la subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac.

##### **Eje Neovolcánico**

Esta Provincia ha sido descrita recientemente como una faja volcánica en la que se encuentran diversos aparatos y rocas volcánicas asociados a grandes fallas y fracturas, más que como un eje continuo de dichos materiales. Esta faja volcánica tiene unos 900 km de longitud, y entre 10 y 300 km de ancho aproximadamente; se extiende burdamente en dirección Este – Oeste casi de costa a costa del país, a la altura de los paralelos 19° y 20° de latitud Norte. Abarca parte de los estados de Colima, Nayarit, Zacatecas, Aguascalientes, Michoacán de Ocampo, Guanajuato, Querétaro de Arteaga, México, Hidalgo, Tlaxcala, Puebla y Veracruz de Ignacio de la Llave. Colinda al Norte con las provincias: Llanura Costera del Pacífico, Sierra Madre Occidental, Mesa del Centro, Sierra Madre Oriental y Llanura Costera del Golfo Norte; al Sur con la Sierra Madre del Sur y la Llanura Costera del golfo Sur; al Oeste con el Océano Pacífico; y al Este con el Golfo de México. Esta región se caracteriza por una serie de sierras, lomeríos y cuencas formadas por la acumulación de lavas, brechas y cenizas volcánicas, a lo largo de innumerables y sucesivos episodios volcánicos, iniciados desde el terciario superior y continuados hasta el presente. Este volcanismo ha sido asociado a la

subducción de la Placa de Cocos en la placa de Norteamérica. Dicho fenómeno debió iniciarse durante el período Plioceno.

La provincia está constituida por grandes sierras volcánicas, coladas lávicas, conos cineríticos dispersos o en enjambre, amplios escudo volcanes de basalto, depósitos de arenas y cenizas, etc. La actividad volcánica ha dado origen a un gran número de cuencas endorreicas con el consecuente desarrollo de lagos y planicies rodeadas de sierras, lo que le da al paisaje una apariencia muy característica. Algunos lagos importantes son: Chapala, Pátzcuaro, Texcoco y Totolcingo. Planicies como las de Zumpango, Chalco, el Valle de México y diversos llanos del Bajío Guanajuatense, fueron formadas por lechos de lagos antiguos. Algunos de los principales aparatos volcánicos que se localizan en esta provincia son: San Juan, Sangagüey, Volcán de Tequila, Ceboruco, Volcán de Colima, Popocatepetl, Iztaccihuatl, Matlalcueye (Malinche, Atlitzin (Cerro La Negra), Cofre de Perote y Citlaltépetl (Pico de Orizaba).

Dentro de Puebla se encuentran áreas que forman parte de tres subprovincias del Eje Neovolcánico: Lagos y Volcanes de Anáhuac, Chiconquiaco y Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo: éstas en conjunto abarcan 38.26 % del territorio estatal,<sup>[11]</sup> (ver en **Anexos Mapa de Fisiografía – Provincias**).

#### **Subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac**

Es la más extensa de las 14 que integran al Eje Neovolcánico; en ella quedan comprendidas las ciudades de Puebla, Toluca, Pachuca, Tlaxcala, Cuernavaca y México. La subprovincia se extiende de Oeste a Este, desde unos 35 km al Este de Toluca, México, hasta Quimixtlán, Puebla. Consta de sierras volcánicas o grandes aparatos individuales que alternan con amplias llanuras formadas, en su mayoría, por vasos lacustres. De Oeste a Este se encuentran en sucesión las cuencas de Toluca,

[11] Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) (2002). Síntesis Geográfica del Estado de Puebla

## LA CARACTERIZACIÓN DE LOS SUBTIPOS DE SIERRAS

México, Puebla y Oriental. En el estado de Puebla esta subprovincia es la que abarca mayor superficie, el 35.93 % de su territorio pertenece a ella. Limita al Norte con las subprovincias Carso Huasteco, de la Sierra Madre Oriental y Chiconquiaco, del Eje Neovolcánico; al Este se prolonga hacia el estado de Veracruz de Ignacio de la Llave; al Sur colida con las subprovincias Sierras Orientales, Sur de Puebla, Sierras y Valles Guerrerenses y Llanuras Morelenses. Ocupa casi toda la parte central de la entidad. En esta zona se localizan las 3 mayores elevaciones del país: Citlaltépetl o Pico de Orizaba, que es compartido con el estado de Veracruz y cuya altitud es de 5,610 m, Popocatepetl, el cual tiene 5,500 m s.n.m. y pertenece a los estados de Puebla y México; en las cumbres de estas elevaciones existe tres de los pocos pequeños glaciares de la región intertropical del mundo; además, entre las dos últimas que conforman a la Sierra Nevada, se localiza el Paso de Cortés, puerto orográfico relevante por su importancia histórica y su accesibilidad. También se encuentran: el Atlitzin o cerro La Negra, con 4,580 m; y el volcán Matlalcueye (La Malinche), con 4,420 m s.n.m.; todos estos aparatos volcánicos mencionados forman parte del sistema de topoformas denominado sierra volcánica con estratovolcanes o estratovolcanes aislados. Asimismo, quedan incluidas las cuencas de Puebla y Atlixco - Izúcar, que están interrumpidas y separadas por lomeríos suaves; y la de Oriental, que es compartida con el estado de Veracruz de Ignacio de la Llave.

La cuenca de Puebla está ubicada al Oeste y Suroeste del volcán Matlalcueye, a una altitud de 2,200 m; es una llanura aluvial con lomeríos bajos, cuyo piso en la porción Oeste esta constituido de rocas basálticas. Hay también algunos lomeríos hacia el Oriente de la ciudad de Puebla. Al Norte, dentro del estado de Tlaxcala, la cuenca está limitada por una gran meseta con cañadas y al Oeste, por la Sierra Nevada.

## 1.4.2 Geomorfología

La cuenca de Atlixco- Izúcar, a una altitud entre 1,900 y 1,500 m, fisiográficamente clasificada como valle de laderas tendidas con lomeríos, colinda al Oeste con los sistemas de topoformas meseta basáltica con cañadas y sierra baja compleja, al Sur de ésta última tiene comunicación con la llanura de Cuautla a través de un angosto corredor que una a Izúcar de Matamoros con Axochiapan, Morelos.

La cuenca de Oriental está limitada al Oeste por el volcán Matlalcueye y al Sureste por el volcán Citlaltépetl o Pico de Orizaba, e integra una llanura aluvial. En el Norte cierra a la cuenca la gran caldera de Teziutlán (los Humeros), una de las mayores de Norteamérica, que tiene un diámetro de 21 km aproximadamente y es denominada depresión con lomeríos. En esta cuenca destacan, dentro de Puebla los aparatos gemelos llamados Las derrumbadas (unidad clasificada como sierra volcánica de laderas escarpadas), constituidos por rocas volcánicas ácidas, cuyo nombre hace alusión al estado de disgregación en que se encuentran sus rocas y que ocasiona derrumbes masivos, la laguna salina y alcalina de Totolcingo, rodeada por la llanura de vaso lacustre a la cual dio origen; el vaso de la laguna el Salado, que formó a la llanura de vaso lacustre inundable y salina que lo circunda; y un grupo de cráteres, que constituyen el sistema de topoformas lomerío de basalto con cráteres y reciben los nombres de xalapaxcos (cráter seco) y axalapaxcos (lago cráter), entre los cuales el de Alchichica es el más prominente, con un diámetro aproximado de 1 km.

Otros sistemas de topoformas en la región de la subprovincia son: sierra volcánica de laderas escarpadas con lomeríos, lomerío de tobas con mesetas, lomerío de tobas con cañadas, lomerío de basalto, lomerío de basalto con llanuras, meseta basáltica, meseta basáltica de malpaís, meseta basáltica de malpaís con lomeríos, meseta basáltica escalonada, llanura de piso rocoso con lomeríos, llanura de vaso lacustre salina y llanura intermontana con lomeríos.<sup>[12]</sup>

[12] Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) (2000). Síntesis Geográfica del Estado de Puebla



## 1.4.2 Geomorfología

La configuración topográfica del municipio está determinada por su ubicación con respecto a la Sierra Nevada; convencionalmente se considera que de la cota 2,500 hacia el Este forma parte del valle de Puebla: entre las cotas 2,500 y 3,000 de las faldas inferiores de la sierra y de la cota 3,000 hacia el poniente de la Sierra Nevada. Forma parte del sistema volcánico transversal, recorre de Norte a Sur el Oeste del valle de Puebla, y tiene una Extensión de más de 100 kilómetros en un gran alineamiento continuo. Al Este, presenta una topografía más o menos clara, con un suave ascenso en dirección Este-Oeste; posteriormente se vuelve más pronunciado e irregular. Levantándose algunos cerros como el Ocotepec Chico, Gordo, Tlamacas y Xaltepec. Al Oeste, el relieve, llega a su máxima altura; las faldas meridionales del volcán Iztaccíhuatl al norte; el volcán Popocatepetl al sur y al centro la zona más baja existente entre ambos volcanes el denominado paso de Cortés.

Aproximadamente una cuarta parte del volcán Popocatepetl, uno de los más jóvenes de la sierra, se encuentra dentro del municipio; tiene una estructura con laderas más abruptas y sin pie de monte, y presenta un cráter con abundantes depósitos de azufre.<sup>[13]</sup>

Los sistemas de topoformas con sus respectivas extensiones territoriales son: Sierra volcánica con estrato volcanes o estrato volcanes aislados 160.74 km<sup>2</sup> (99.20%), Meseta asociada con malpais 1.28 km<sup>2</sup> (0.79%).

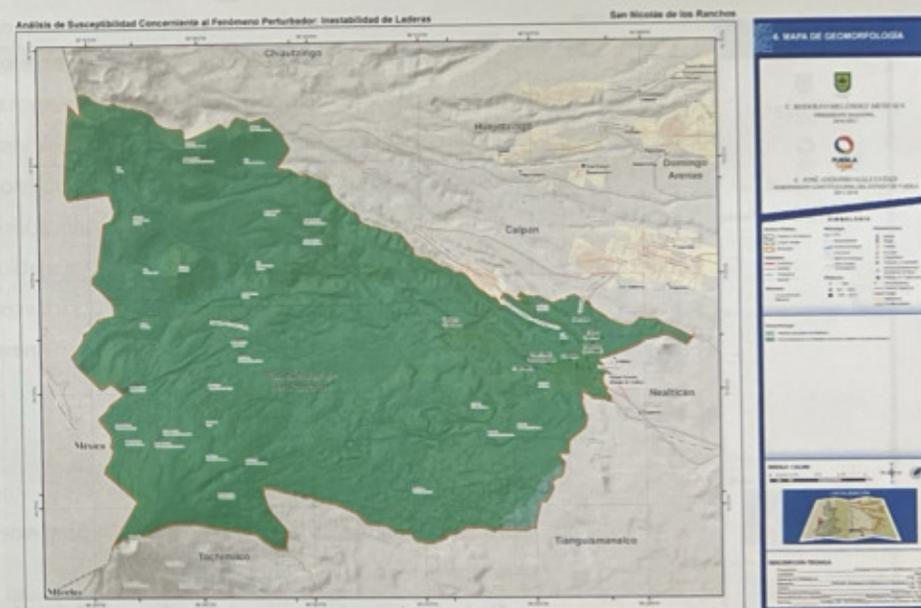


Figura 6. Mapa de Geomorfología

Fuente: Elaboración propia con base en datos vectoriales, escala 1:1,000,000  
Fisigrafía INEGI, 2010.

[13] Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED), (s.f.). Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México, San Nicolás de los Ranchos

## 1.4.3 Geología

Se define como la ciencia de la Tierra y tiene por objeto entender la evolución del planeta y sus habitantes, desde los tiempos más antiguos hasta la actualidad mediante el análisis de las rocas. Se apoya en principios de la física que tratan sobre las leyes de la energía y de la estructura atómica; en los principios de la química se refieren a la composición y las interacciones de los materiales.

Las rocas de la corteza terrestre, los restos petrificados y los rastros de los organismos (fósiles), son elementos que se han utilizado para hacer la historia biológica ya que representan documentos y testimonios que permiten a los geólogos, deducir las condiciones y los acontecimientos de los siglos pasados,<sup>[14]</sup> (Figura 7, para más detalle ver en Anexos Mapa de Geología).

### 1.4.3.1 Litología

**Aluvial.** Formado por el depósito de materiales sueltos, provenientes de rocas preexistentes, que han sido transportados por corrientes superficiales de agua. Localizado al Este del municipio, tiene una extensión de menos del 1 % (0.72 km<sup>2</sup>).

**Andesita.** La andesita es una roca de grano fino volcánica, que se le encuentra como flujo de lava y ocasionalmente como pequeñas inclusiones, generalmente, es de color marrón. Los minerales constituyentes son esencialmente plagioclasa, hornblenda y biotita con muy poco cuarzo. Tiene básicamente la misma composición de la Diorita, pero tiene un grano más fino y puede contener algunos cristales de Plagioclasa de varios milímetros de largo. Se encuentra en la mayoría del municipio, concentrándose al Noroeste, centro y al Suroeste en un área de 114.82 km<sup>2</sup>, equivalente al 70.86 %.

**Basalto.** Es una roca ígnea básica de grano fino, formada por la erupción volcánica que se cristaliza en forma muy rápida. El tamaño de los cristales de menor de 0.05 mm y para observarlo

[14] Servicio Geológico Mexicano (SGM), (s.f.). Geología. Recuperado en junio del 2018, de: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/157537/Que-es-la-Geologia.pdf>

se requiere microscopio. La composición mineral del basalto es aproximadamente mitad piroxeno y mitad plagioclasa, hasta con 5% de óxido de hierro.

El Basalto en las zonas volcánicas forma grandes depósitos. El color es negruzco o verde oscuro, pero en ocasiones puede ser rojizo o marrón, debido a la oxidación de los minerales que se convierten en óxido de hierro. El suelo formado por los Basaltos es muy rico en nutrientes como el potasio y el fósforo y por esta razón (Suarez, 1998). Localizado al Sureste de manera dispersa, ocupa menos del 1% (0.09 km<sup>2</sup>).

**Dacita.** Roca volcánica compuesta de cuarzo y plagioclasa sódica (INEGI, 2005). Se encuentra dispersa al Sureste, Este y Noroeste con una mayor concentración al Suroeste, con una extensión de 16.00 km<sup>2</sup> (9.87%).

**Lahar.** Es mezcla de detritos rocosos movilizadas por agua, que fluyen rápidamente y se originan en las pendientes de los volcanes, sus propiedades físicas están controladas por el tamaño de los detritos y el contenido de agua. [15] Se encuentra al Norte y de manera dispersa en centro en un área de 30.19 km<sup>2</sup> (18.63%).

**Toba Andesítica.** Roca piroclástica cuya composición mineralógica es similar a la roca andesítica (INEGI, 2005). Localizada al Este ocupa menos del 1% del territorio.

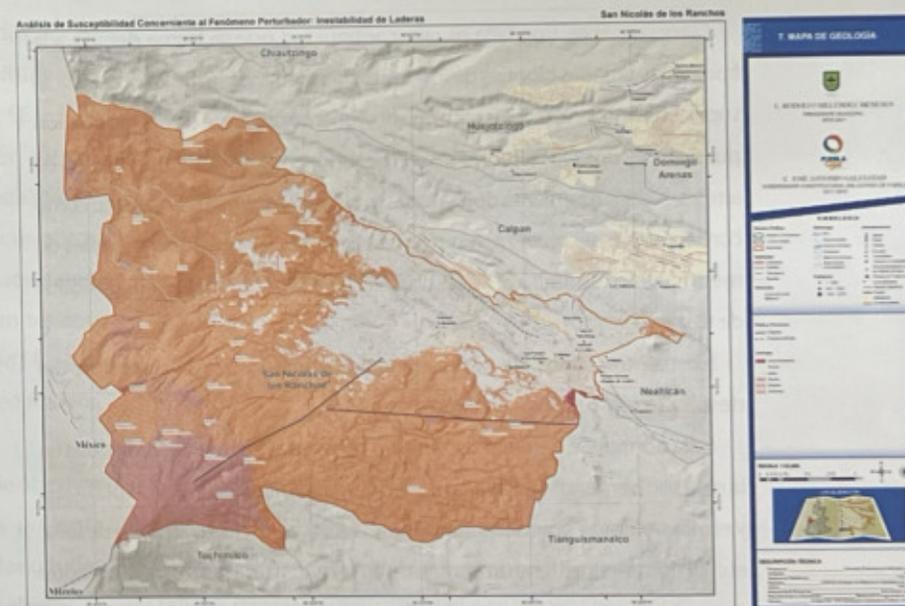


Figura 7. Mapa de Geología

Fuente: Elaboración propia a partir de imágenes satelitales tomando como base datos vectoriales de INEGI y SGM. Escala 1:50,000, 2010.

[15] Delgado, H., Navarro, M., & Abimelec, I. Volcán Concepción, (s.f.). Mapa de Amenaza Volcánica III. Universidad Autónoma de México. Recuperado de <http://www.geo.mtu.edu/volcanoes/delgadomaps/Mapa3.pdf>.

### 1.4.3.2 Fallas y fracturas

Esencialmente, una falla es una continuidad que se forma debido a la fractura de grandes bloques de rocas en la Tierra cuando las fuerzas tectónicas superan la resistencia de las rocas. El movimiento causante de esa dislocación puede tener diversas direcciones: vertical, horizontal o una combinación de ambas. El desplazamiento de las masas montañosas que se han elevado como consecuencia del movimiento provocado por fallas puede ser de miles de metros como resultado de los procesos devenidos durante largos periodos de tiempo.

Existen tres tipos de fallas principales, según sea la dirección del desplazamiento de las rocas que cortan:

**Falla normal.** Se generan por tensión horizontal. Las fuerzas inducidas en la roca son perpendiculares al acimut de la falla (línea de ruptura superficial), y el movimiento es predominantemente vertical respecto al plano de falla, el cual típicamente tiene un ángulo de  $60^\circ$  respecto a la horizontal. El bloque que se encuentra por encima del plano de la falla se denomina techo, y se desliza hacia abajo; mientras que el bloque que se encuentra por debajo del plano de la falla se denomina piso, y asciende.

**Falla inversa.** Se genera por compresión horizontal. El movimiento es preferentemente horizontal y el plano de falla tiene típicamente un ángulo de  $30^\circ$  respecto a la horizontal. El bloque de techo se encuentra sobre el bloque de piso. Cuando las fallas inversas presentan un buzamiento (inclinación) inferior a  $45^\circ$ , estas también toman el nombre de cabalgamiento.

**Falla de desgarre o de desplazamiento de rumbo.** Se desarrollan a lo largo de planos verticales y el movimiento de los bloques es horizontal, son típicas de límites transformantes de placas tectónicas. Se distinguen dos tipos de fallas de desgarre: laterales derechas y laterales izquierdas. Laterales derechas o dextrales, son aquellas en donde el movimiento relativo de los bloques es hacia la derecha; mientras que en las laterales izquierdas o sinestrales, el movimiento es opuesto a las anteriores. También se las conoce como fallas transversales.<sup>[16]</sup>

Sin embargo, las fracturas son discontinuidades aproximadamente planas que separan bloques de roca con desplazamiento perpendicular al plano de ruptura. Las fracturas pueden ser generadas por la concentración de esfuerzos en zonas de contraste composicional (contactos de capas, cambio de facies) por pérdida de volumen (compactación), por enfriamiento, durante deformación contraccional o extensional. Pueden ser más abundantes en lugares donde existan heterogeneidades en la roca como: presencia de fósiles nódulos minerales, en clastos, huecos kársticos, burbujas por gas, ondulaciones en la base de la capa entre otros puntos. Las fracturas se distinguen por los movimientos relativos que ocurren a lo largo de la superficie durante su formación.

De acuerdo con la fotointerpretación de las imágenes satelitales, se identificaron en el municipio de San Nicolás de los Ranchos 3 lineamientos correspondientes a dos fracturas y una fractura inferida.

[16] García, M., (2012), Biología y Geología.

## 1.4.5 Hidrografía

De estos rasgos geológicos las fracturas marcadas por el Servicio Geológico Mexicano comprenden longitudes de 7.38 y 10.32 km con orientaciones NE – SW y SE – NW respectivamente, estas se localizan en la porción austral municipal en cercanía con el municipio de Tianguismanalco. La fractura inferida se detectó con base en las características físicas que se aprecian mediante las imágenes satelitales, dicha fractura se extiende en 3.41 km en los límites con Calpan, este accidente del relieve tiene un rumbo SE – NW y se ubica al Noreste del municipio. (Tabla 1, ver en Anexos Mapa de Geología).

En la roseta de lineamientos (Figura 8), se puede observar que la mayor distribución de los lineamientos presenta orientaciones de SE - NW, los cuales tienen longitudes promedio de 7.03 km (ver en Anexos Mapa de Geología).

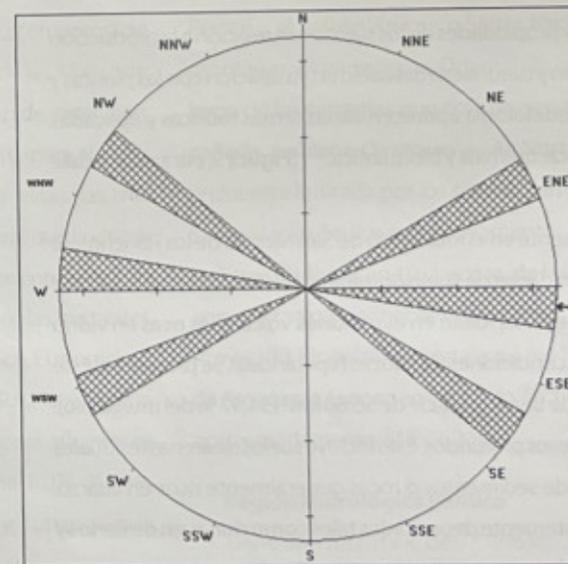


Figura 8. Roseta de lineamientos estructurales del municipio de San Nicolás de los Ranchos

Tabla 1. Fallas y fracturas de San Nicolás de los Ranchos

NÚMERO	RUMBO	LONGITUD KM	UBICACIÓN	COORDENADAS X	COORDENADAS Y	TIPO
1	NE 64.4400366 SW	7.3780481	San Nicolás De Los Ranchos	545015.3442	2107171.132	Fractura
2	SE 86.61548215 NW	10.32129068	San Nicolás De Los Ranchos-Nealtican	551351.9722	2107274.692	Fractura
3	SE 52.15952444 NW	3.41887949	San Nicolás De Los Ranchos	551584.4093	2110816.274	Fractura Inferida

Fuente: Elaboración propia, detallado a partir de imágenes satelitales y el Servicio Geológico Mexicano (SGM).

## 1.4.4 Edafología

La edafología estudia la naturaleza y propiedades de los suelos con relación a la producción vegetal, es decir, estudia la composición y naturaleza del suelo en su relación con las plantas y el entorno que le rodea. Dentro de la edafología aparecen varias ramas teóricas y aplicadas que se relacionan en especial con la física, química y bioquímica,<sup>[17]</sup> (Figura 9, para más detalle ver en Anexos Mapa de Edafología).

En lo referente a la información presente en el municipio de San Nicolás de los Ranchos, se encuentran presentes las siguientes unidades de suelo dominante (IUSS, 2015):

**Andosol.** Integran los suelos que se desarrollan en eyecciones volcánicas ricas en vidrio bajo casi cualquier clima (excepto bajo condiciones climáticas hiperáridas). Se presenta al Este en una franja que va de Norte a Sur, tiene una superficie de 56.66 km<sup>2</sup> (34.97 % del municipio).

**Arenosol.** Comprenden suelos arenosos profundos. Esto incluye suelos de arenas residuales después de una meteorización in situ de sedimentos o rocas generalmente ricos en cuarzo. También incluye suelo de arenas recientemente depositadas tales como dunas en desiertos y tierras de playas. Su material parental es de textura arenosa, no consolidados, traslocados, a veces calcáreos; áreas relativamente pequeñas de arenosol aparecen en roca silícea extremadamente meteorizada. Localizado al Este y centro del municipio con un área de 75.31 km<sup>2</sup> (46.48 %).

**Leptosol.** Comprenden suelos muy delgados sobre roca continua y suelos que son extremadamente ricos en fragmentos gruesos. Son comunes en regiones montañosas. Su material parental es de varios tipos de roca continua o de materiales no consolidados con menos del 20 % (en volumen) de tierra fina. En el municipio tiene una extensión de 6.42 % (10.40 km<sup>2</sup>) y se localiza al Suroeste y Noroeste.

**Regosol.** Suelos poco desarrollados en material no consolidado, generalmente de grano fino. Se encuentra al Sureste en un área de 19.64 km<sup>2</sup> (12.12 %).

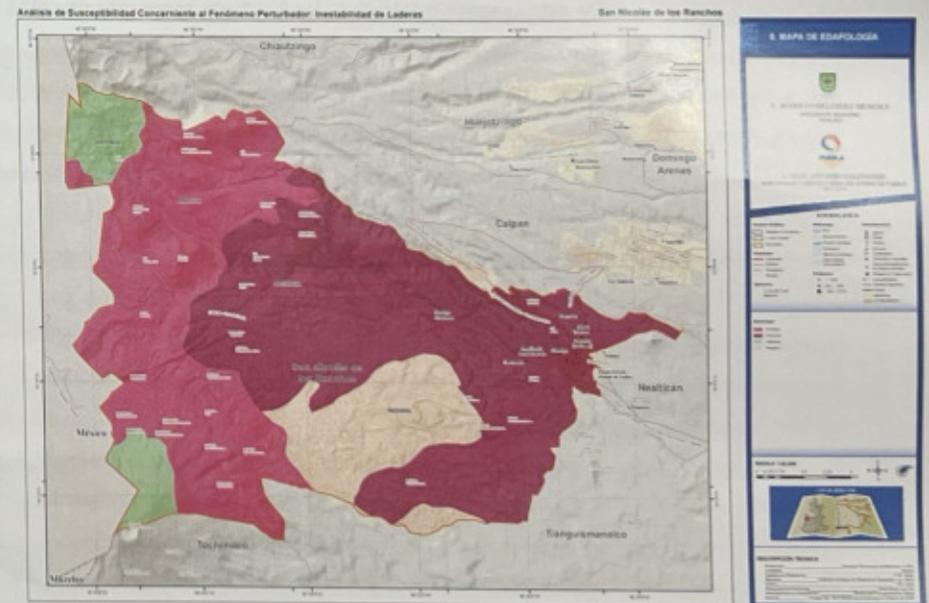


Figura 9. Mapa de Edafología

Fuente: Elaboración propia con base en información de datos vectoriales, Escala 1:250, 000, Edafología, INEGI 2010.

[17] Universidad de Buenos Aires. Facultad de Agronomía, (S.A.). Cátedra de Edafología. Recuperado en junio del 2018, de: <https://www.agro.uba.ar/catedras/edafologia>

## 1.4.5 Hidrografía

La totalidad del territorio de Puebla se encuentra comprendido dentro de cuatro grandes regiones hidrológicas, de las 37 en que está dividido el país. Estas regiones son, en orden de extensión dentro de la entidad: RH18 Río Balsas; RH27 Ríos Tuxpan- Nautla; RH28 Río Papaloapan y la RH26 Río Pánuco, de estas, las tres primeras abarcan casi la totalidad del estado, mientras que la última ocupa tan solo unas pocas decenas de km<sup>2</sup>. Solamente la región del Balsas pertenece a la vertiente del Pacífico; las restantes descargan sus captaciones hacia el Golfo de México. El municipio se encuentra emplazado en las regiones Balsas (99.92%) y Pánuco (0.08%). La cuenca con la que la región hidrológica es afluente es la del Río Atoyac (99.92 %) y Río Moctezuma (0.08 %), las subcuencas son R. Nexapa y Lago de Texcoco y Zupango que abarca solo el 0.08%. (Figura 10).

### Región Hidrológica Balsas

Esta región es una de las más importantes del país; ocupa las zonas central y Suroccidental del estado, se extiende por el estado de Michoacán y en una pequeña porción del estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, donde está limitada por las elevaciones que circundan la cuenca de Oriental – Perote, entre las que destacan, la caldera de los Humeros, el volcán Pico de Orizaba, el Cofre de

Perote y el volcán Atlítzin o Sierra Negra. Hacia el Sur de estas montañas, el parteaguas Oriental de la región se prolonga a lo largo de las serranías que constituyen el borde occidental de la cañada poblana-Oaxaqueña. Al Norte y al Sur, la región se encuentra limitada por los parteaguas del Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur, respectivamente

Esta subdivide en 10 cuencas, de las cuales, cuatro de ellas se encuentran parcialmente incluidas en territorio poblano: (A), Río Atoyac; (B), Río Balsas – Mexcala; (E), Río Tlapaneco y (F), Río Grande de Amacuzac. Suman en conjunto, 59.14 % de la superficie estatal, aproximadamente. (INEGI, 200).

### Región Hidrológica Pánuco

Tiene una superficie de 97,196 km<sup>2</sup>, desde su nacimiento en el Valle de México hasta la desembocadura del cauce principal en el Golfo de México. La región hidrológica comprende principalmente parte de la Ciudad de México y los estados de Guanajuato, Hidalgo, México, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas y Veracruz, así como pequeñas porciones de los estados de Nuevo León, Puebla y Tlaxcala. Para fines de gestión del recurso hídrico, se ha dividido en 77 cuencas hidrológicas. El escurrimiento medio anual es de 20,224 millones de metros cúbicos.

Se puede dividir en dos subregiones hidrológicas, la subregión hidrológica Valle de México – Río Tula, que abarca desde los orígenes de las corrientes que forman el río Tula hasta donde actualmente se ubica la presa Zimapán y la subregión Hidrológica Río Pánuco que va desde el embalse de la presa Zimapán hasta la descarga del río Pánuco en el Golfo de México. La Primera subregión comprende 13 de las 77 cuencas hidrológicas de la Región Hidrológica número 26 y las restantes 64 conforman la subregión Hidrológica Río Pánuco (SEGOB, 2017), (Figura 10, para más detalle ver en Anexos Mapa de Hidrografía).

### 1.4.5.1 Aguas Subterráneas

El municipio se encuentra localizado en el **Acuífero Valle de Puebla (2104)**:

Definido con la clave 2104 en el Sistema de Información Geográfica para el manejo del Agua Subterránea (SIGMAS) de la CONAGUA, se ubica en el extremo Occidental del estado de Puebla, en los límites con el estado de México y Tlaxcala, entre los paralelos 18° 54' y 19° 28' de latitud Norte y los meridianos 98° 01' y 98° 40' de longitud Oeste; abarcando una superficie aproximada de 2,025 km<sup>2</sup>.

Limita al Norte con el acuífero Alto Atoyac, al Noroeste con Soltepec, ambos del estado de Tlaxcala; al Este con el Acuífero Valle de Tecamachalco, al Sur con los acuíferos Ixcaquixtla y Atlixco- Izúcar de matamoros; todos ellos pertenecientes al estado de Puebla, al Oeste con el acuífero Chalco-Amecameca, perteneciente al estado de México.

Geopolíticamente el acuífero comprende en su totalidad los municipios Calpan, Chiautzingo, Coronango, Cautlancingo, Domingo Arenas, Huejotzingo, Juan C. Bonilla, Nealtican, San Andrés Cholula, San Felipe Teotlalcingo, San Gregorio Atzompa, San Jerónimo

Tecuanipan, San Martín Texmelucan, San Matías Tlalancaleca, San Miguel Xoxtla, **San Nicolás de los Ranchos**, San Pedro Cholula, San Salvador el Verde, Tlahuapan y Tlaltenango; parcialmente los municipios de Amozoc, Cuautinchán, Ocoyucan, Puebla, Santa Isabel Cholula y Tianguismanalco.

De acuerdo con el modelo conceptual definido para el acuífero, las entradas están integradas por la recarga natural que se produce por efecto de la infiltración de la lluvia que se precipita en el valle y a lo largo de los escurrimientos y la que proviene de zonas montañosas contiguas a través de una recarga por flujo horizontal subterráneo.

De manera inducida, la infiltración de los excedentes del agua destinada al uso agrícola, que representa la ineficiencia de la aplicación del riego en la parcela: del agua residual de las descargas urbanas y la infiltración de las fugas en los sistemas de distribución de agua potable y de la red de alcantarillado, constituyen otra fuente de recarga al acuífero; estos volúmenes se agrupan en la variable denominada recarga inducida.

La descarga del acuífero ocurre principalmente por bombeo, salidas subterráneas horizontales y descarga a través de manantiales. No existe descarga por evapotranspiración, ni por flujo base de ríos. El volumen anual disponible es de 44'647,274 m<sup>3</sup> (CONAGUA, 2015).



Figura 10. Mapa de Hidrografía

Fuente: Elaboración propia con base en información de la Carta de Red Hidrográfica escala 1:50, 000 Edición 2.0 INEGI, 2010.

## 1.4.6 Cuencas y subcuencas

### Cuenca Río Atoyac

Constituye la porción oriental de la región, incluye a la mayor parte de las zonas centro, Oeste y Suroeste del estado. Delimitada al Norte por las regiones hidrológicas Pánuco y Norte de Veracruz; al Sur por las cuencas hidrológicas Río Nexapa y Río bajo Atoyac; al Oeste por la región hidrológica Pánuco; y al Este por la cuenca hidrológica Libres Oriental. Genera anualmente un escurrimiento aproximado de 1, 291 mm<sup>3</sup>.

El rasgo hidrográfico más sobresaliente de esta zona es el río Atoyac, que es además la corriente más importante del estado; esta cuenca se caracteriza por lo accidentado de su topografía y el grado de pendiente de los cauces de sus corrientes, que, sin control, pueden causar pérdidas en la agricultura.

Dentro de Puebla, la cuenca del Atoyac incluye a las subcuencas: A, Río Atoyac-Tehuiztzingo; B, Atoyac-Balcón del Diablo; C, Presa Miguel Ávila Camacho; D, Atoyac-San Martín Texmelucan; E, Río Nexapa; F, Río Mixteco; G, Río Acatlán; H, Laguna de Totolcingo y J, Alseseca. Estas subcuencas están representadas por corrientes menores como las de los ríos Alseseca, Huehuetlán, Laxamilpa y otros (Figura 11). El municipio está dentro de la subcuenca Río Nexapa (99.82 %) (Figura 12, para más detalle ver en Anexos Mapa de Subcuencas).<sup>[18]</sup>

### Cuenca Río Moctezuma

En esta cuenca se presentan una serie de escurrimientos que son afluentes del río Moctezuma, destacan por su importancia los ríos Axtla y Amajac. El río Moctezuma se origina en el estado de México, penetra en San Luis Potosí por el llamado valle de Taman y es en una parte de su recorrido, el límite natural con el estado de Veracruz de Ignacio de la Llave; prosigue en dirección Noreste hasta unirse al río Tamuín, a partir de donde toma el nombre de río Pánuco, para internarse en el estado de Veracruz - Llave.

El tipo de clima predominante indica que la temperatura media anual varía de 14 °C al Oeste de Xilitla, incrementándose al Sureste hasta alcanzar 26 °C al Norte de Tamazunchale. La precipitación total anual es de 1, 000 mm en la parte Noreste de la cuenca y se incrementa este valor al Suroeste, hasta llegar a 3, 500 mm.

El Rango de escurrimiento es de 100 a 200 mm y como infraestructura hidráulica puede decirse que en la porción Norte de esta cuenca existen áreas del Distrito de Riego 92 (Río Pánuco – Las Ánimas-Chicayan-Pujal Coy) que son irrigadas a través de canales aprovechando las aguas del río Moctezuma y sus afluentes. En esta cuenca se tienen las subcuentas a Río Moctezuma y b Río Axtla, y Río San Pedro.<sup>[19]</sup>

[18] Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) (2010). Censo de Población y Vivienda. Resultados de la muestra. San Nicolás de los Ranchos.

[19] Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) (2002). Síntesis de Información Geográfica del Estado de San Luis Potosí.

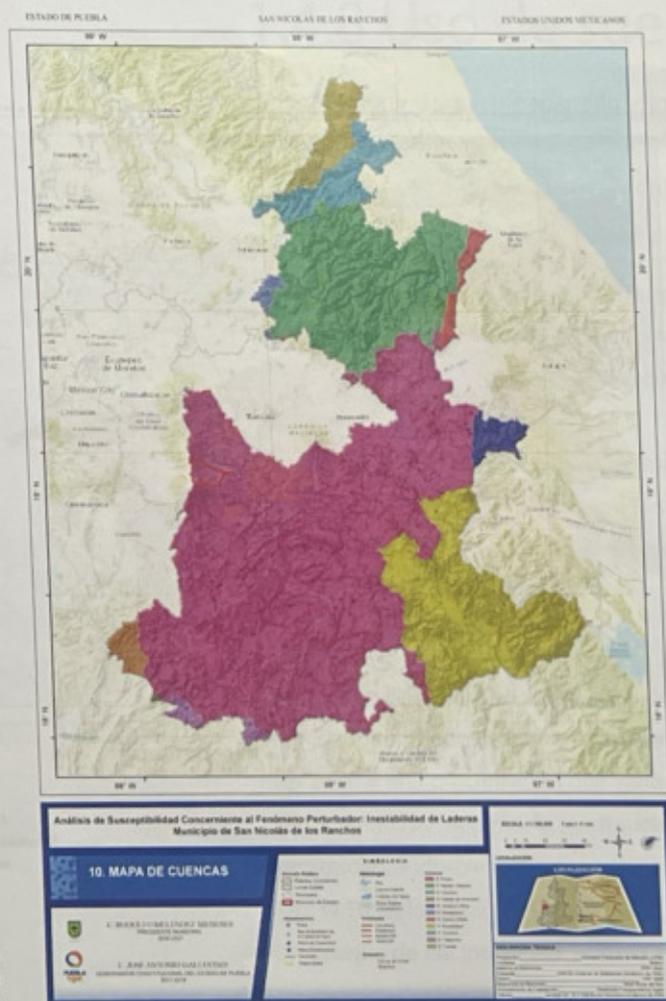


Figura 11. Mapa de Cuencas

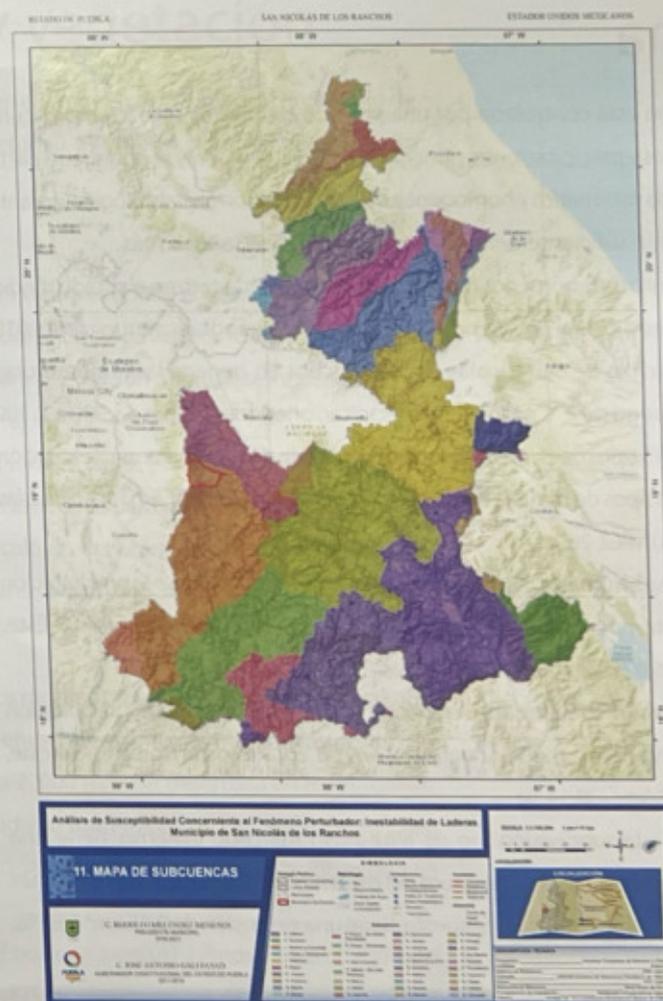


Figura 12. Mapa de Subcuencas

Fuente: Elaboración propia con base en información de la Carta de Red Hidrográfica escala 1:50,000 Edición 2.0 INEGI, 2010.

Fuente: Elaboración propia con base en información de la Carta de Red Hidrográfica escala 1:50,000 Edición 2.0 INEGI, 2010.

## 1.4.7 Clima

El clima de una región está controlado por una serie de elementos como temperatura, humedad, presión, vientos y precipitaciones, principalmente. Estos valores se obtienen a partir de la recopilación en forma sistemática y homogénea de la información meteorológica, durante periodos que se consideran suficientemente representativos, de 30 años o más.

Con respecto al conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan el estado medio de la atmósfera, de acuerdo con el compendio de información geográfica municipal 2010 (INEGI, 2010), en el municipio de San Nicolás de los Ranchos en general las temperaturas presentes oscilan en un rango de 2 °C – 16 °C, con precipitaciones que van desde, 900 a 1, 300 mm, el municipio presenta 5 tipos de climas (**ver en Anexos Mapa de Clima**). Para la descripción de las características de los tipos de clima se consultó el Diccionario de Datos Climáticos, Escalas 1:250,000 y 1:1,000,000. (INEGI, 2000).

**C(E)(w2)(w) Semifrío subhúmedo.** Lluvia de verano, porcentaje de lluvia >5, precipitación del mes más seco < 40, la temperatura media anual entre 5 y 12. Se encuentra presente Este, en un área de 90.77 km<sup>2</sup> 56.02 % del territorio.

**C(w2)(w) Templado subhúmedo.** Lluvia de verano, porcentaje de lluvia invernal, precipitación del mes más seco < 40, temperatura media anual entre 12 y 18. Localizado al Noreste y Sureste, con una presencia de 61.80 km<sup>2</sup> (38.14 %)

**E (T) H Frío.** Dentro de la subdivisión frío de altura con marcado invierno, tiene una temperatura media anual entre -2 y 5, temperatura del mes más frío <0, temperatura del mes más cálido 0 y 6.5; se localiza al Noroeste y al Suroeste, tiene una extensión de 9.45 km<sup>2</sup> 5.83 %.

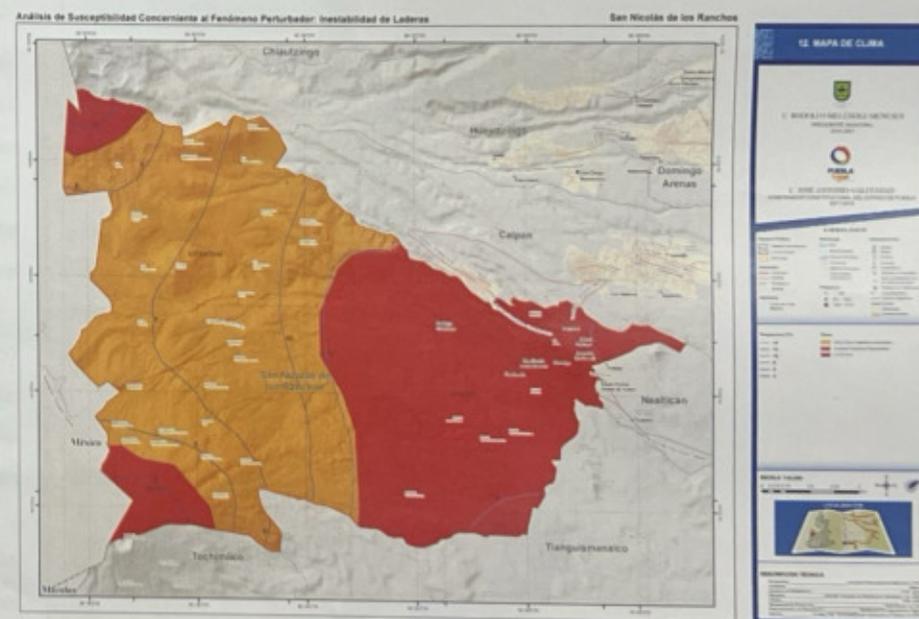


Figura 13. Mapa de Clima

Fuente: Elaboración propia con base en información de la Carta de Unidades climáticas, escala 1:1,000,000 Edición 2008, INEGI.

## 1.4.8 Uso de suelo y vegetación

Para elaborar el siguiente apartado se tomaron en cuenta los conceptos del Diccionario de Datos de Uso de Suelo y Vegetación 1: 250,000 (Vectorial). (Figura 14, para más detalle ver en Anexos Mapa Uso de Suelo y Vegetación).

### Área Agrícola:

**Agricultura de temporal anual.** Este tipo de agricultura es donde el ciclo vegetativo de los cultivos que se siembran depende directamente del agua de lluvia, por lo que su éxito está sujeto a las precipitaciones y capacidad del suelo para la retención de agua; se localiza al Norte y Este del municipio en un área de 14.55 km<sup>2</sup> (8.98 %).

**Agricultura de temporal anual y permanente.** Esta agricultura es independiente del tiempo que dura el cultivo del suelo, el cual puede extenderse por más de 10 años; para que este tipo de agricultura sea clasificada como de temporal, sus cultivos deberán permanecer sembrados al menos un 80 % del ciclo agrícola. Se presenta en una extensión de 5.30 km<sup>2</sup> (3.27 %) al Noreste.

### Vegetación para el municipio:

**Bosque de Encino.** Se distribuye en los macizos montañosos de México, en climas cálidos, templados húmedos, subhúmedos a secos, con temperaturas anuales que van desde los 10 a los 26 °C y una precipitación que varía de 350 a 2,000 mm. Se desarrolla en rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas, en suelos profundos o someros como regosoles, leptosoles, cambisoles, andosoles, luvisoles, entre otros. La presencia de este tipo de vegetación es de 6.65 km<sup>2</sup> (4.10 %), localizada al Sureste.

**Bosque de Encino – Pino.** Bosque mixto de Encinos (*Quercus*) y Pinos (*Pinus*), dentro del municipio se localiza al Noreste, tiene un área de 1.42 km<sup>2</sup>, menos del 1 % del territorio municipal.

## Uso de suelo y vegetación

**Bosque de galería.** Bosques formados en las márgenes de ríos y arroyos. Se encuentra al Noreste en una extensión de 2.13 km<sup>2</sup> (1.13 %).

**Bosque de Oyamel.** Bosque de coníferas (género Abies), en climas semifríos y húmedos. La altura de sus árboles a veces sobrepasa los 30 m, Se encuentra de manera dispersa al Este, Sur y Noroeste.

**Bosque de Pino.** Comunidades vegetales que se localizan en las cadenas montañosas de todo el país. Se localiza desde los 150 m de altitud hasta los 4,200 m en el límite altitudinal de la vegetación arbórea; están dominados por diferentes especies de Pino con alturas promedio de 15 a 30 m. Este tipo de vegetación se encuentra en la mayoría del municipio al Sur, Oeste y Noroeste en una extensión de 62.31 km<sup>2</sup> (38.45 %).

**Bosque de Pino – Encino.** Bosque mixto de Pinos (Pinus) y Encinos (Quercus). Se encuentra al Norte, al Centro y disperso al Sureste, con una extensión de 9.7 km<sup>2</sup> (6.0 %).

**Pastizal Inducido.** Se desarrolla al eliminarse la vegetación original (bosque, selva, matorral, otros), o en áreas agrícolas abandonadas. Presente en un área de 4.11 km<sup>2</sup> (2.54 %), localizado de manera dispersa al Norte, Sureste, centro y Noroeste.

**Pradera de alta montaña.** Vegetación de gramíneas amacolladas por encima de límite altitudinal de la vegetación arbórea, generalmente a 3,900 m o más de altitud. Disperso al Suroeste y al Noroeste 5.13 km<sup>2</sup>, 3.17 %.

**Sin vegetación aparente.** Áreas desprovistas de vegetación o con una cobertura vegetal extremadamente baja. La ausencia de vegetación puede ser determinada por condiciones naturales o bien por actividades humanas. Al Suroeste y al Noroeste 9.11 km<sup>2</sup> (5.6 %).

**Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino.** Fase sucesional secundaria de la vegetación, con predominancia de árboles, es una fase relativamente madura, con el tiempo puede o no dar lugar a una formación vegetal similar a la vegetación original; hay presencia de Quercus; Localizado al Sureste en una extensión menor al 1 %.

**Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino - Pino.** Fase sucesional secundaria de la vegetación, con predominancia de árboles, es una fase relativamente madura, con el tiempo puede o no dar lugar a una formación vegetal similar a la vegetación original. Fase sucesional secundaria de la vegetación, con predominancia de árboles, es una fase relativamente madura, con el tiempo

## 1.4.9 Áreas naturales protegidas

puede o no dar lugar a una formación vegetal similar a la vegetación original; existe presencia de *Quercus* y *Pinus*. Ocupa menos del 1 % del territorio, localizado al Este.

**Vegetación secundaria arbórea de bosque de Pino.** Fase sucesional secundaria de la vegetación, con predominancia de árboles, es una fase relativamente madura, con el tiempo puede o no dar lugar a una formación vegetal similar a la vegetación original; hay presencia de *Pinus*. Se encuentra disperso al Norte y centro del municipio en un área de 4.18 km<sup>2</sup> (2.58 %).

**Vegetación secundaria arbórea de bosque de Pino-Encino.** Fase sucesional secundaria de la vegetación, con predominancia de árboles, es una fase relativamente madura, con el tiempo puede o no dar lugar a una formación vegetal similar a la vegetación original; presencia de *Pinus* y *Quercus*. Se encuentra principalmente al centro y al Suroeste con una extensión de 14.36 km<sup>2</sup>, 8.8 %.

**Vegetación secundaria arbustiva de bosque de Encino.** Fase sucesional secundaria de la vegetación con predominancia de arbustos. Puede ser sustituida o no por una fase arbórea. Con el tiempo puede o no dar lugar a una

formación vegetal similar a la vegetación original, presencia de *Quercus*; 1.35 km<sup>2</sup> menos del 1 %, se encuentra al Sureste

**Vegetación secundaria arbustiva de bosque de Encino-Pino.** Fase sucesional secundaria de la vegetación con predominancia de arbustos. Puede ser sustituida o no por una fase arbórea. Con el tiempo puede o no dar lugar a una formación vegetal similar a la vegetación original, cuenta con *Quercus* y *Pinus*; al Noreste, 1.69 km<sup>2</sup> (1.04 %).

**Vegetación secundaria arbustiva de bosque de Pino.** Fase sucesional secundaria de la vegetación con predominancia de arbustos. Puede ser sustituida o no por una fase arbórea. Con el tiempo puede o no dar lugar a una formación vegetal similar a la vegetación original, con presencia de *Pinus*. Localizado al Suroeste, 7.99 km<sup>2</sup> (4.93 %).

**Vegetación secundaria arbustiva de bosque de Pino-Encino.** Fase sucesional secundaria de la vegetación con predominancia de arbustos. Puede ser sustituida o no por una fase arbórea. Con el tiempo puede o no dar lugar a una formación vegetal similar a la vegetación original, con presencia de *Pinus* – *Quercus*; tiene una superficie de 7.99 km<sup>2</sup> (4.93 %), localizadas al centro y Este.

## 1.4.9 Áreas naturales protegidas

puede o no dar lugar a una formación vegetal similar a la vegetación original; existe presencia de Quercus y Pinus. Ocupa menos del 1 % del territorio, localizado al Este.

**Vegetación secundaria arbórea de bosque de Pino.** Fase sucesional secundaria de la vegetación, con predominancia de árboles, es una fase relativamente madura, con el tiempo puede o no dar lugar a una formación vegetal similar a la vegetación original; hay presencia de Pinus. Se encuentra disperso al Norte y centro del municipio en un área de 4.18 km<sup>2</sup> (2.58 %).

**Vegetación secundaria arbórea de bosque de Pino-Encino.** Fase sucesional secundaria de la vegetación, con predominancia de árboles, es una fase relativamente madura, con el tiempo puede o no dar lugar a una formación vegetal similar a la vegetación original; presencia de Pinus y Quercus. Se encuentra principalmente al centro y al Suroeste con una extensión de 14.36 km<sup>2</sup>, 8.8 %.

**Vegetación secundaria arbustiva de bosque de Encino.** Fase sucesional secundaria de la vegetación con predominancia de arbustos. Puede ser sustituida o no por una fase arbórea. Con el tiempo puede o no dar lugar a una

formación vegetal similar a la vegetación original, presencia de Quercus; 1.35 km<sup>2</sup> menos del 1 %, se encuentra al Sureste

**Vegetación secundaria arbustiva de bosque de Encino-Pino.** Fase sucesional secundaria de la vegetación con predominancia de arbustos. Puede ser sustituida o no por una fase arbórea. Con el tiempo puede o no dar lugar a una formación vegetal similar a la vegetación original, cuenta con Quercus y Pinus; al Noreste, 1.69 km<sup>2</sup> (1.04 %).

**Vegetación secundaria arbustiva de bosque de Pino.** Fase sucesional secundaria de la vegetación con predominancia de arbustos. Puede ser sustituida o no por una fase arbórea. Con el tiempo puede o no dar lugar a una formación vegetal similar a la vegetación original, con presencia de Pinus. Localizado al Suroeste, 7.99 km<sup>2</sup> (4.93 %).

**Vegetación secundaria arbustiva de bosque de Pino-Encino.** Fase sucesional secundaria de la vegetación con predominancia de arbustos. Puede ser sustituida o no por una fase arbórea. Con el tiempo puede o no dar lugar a una formación vegetal similar a la vegetación original, con presencia de Pinus – Quercus; tiene una superficie de 7.99 km<sup>2</sup> (4.93 %), localizadas al centro y Este.

**Información complementaria para el municipio:**

**Asentamientos humanos.** Hace referencia a las zonas donde se encuentran presentes los establecimientos humanos 1.65, al Este.

**Cuerpo de agua.** Ocupa menos del 1% del territorio y se localizan al Norte y Noroeste

**Vialidad.** Localizadas al Este, 0.59 km<sup>2</sup>.

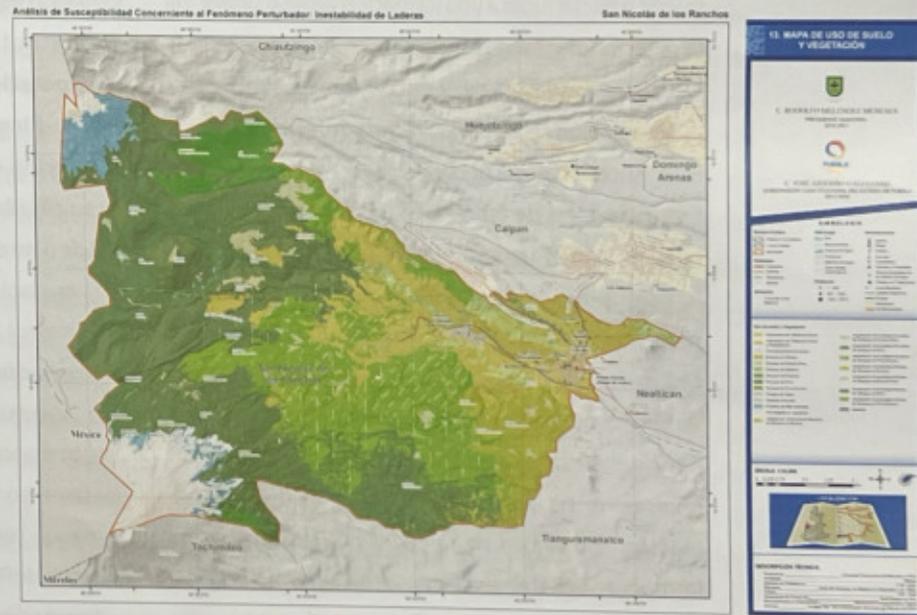


Figura 14. Mapa de Uso de Suelo y Vegetación

Fuente: Elaboración propia con base en datos vectoriales, Uso de Suelo y Vegetación Serie V, Escala 1:250,000, INEGI, 2010.

## 1.4.9 Áreas naturales protegidas

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP), de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, son las zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas y están sujetas al régimen previsto en la Ley.

La comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) administra actualmente 176 áreas naturales de carácter federal que representan más de 25,394,779 hectáreas y están divididas en 9 regiones en el país. San Nicolás de los Ranchos se encuentra en la Región Centro y Eje Neovolcánico, es parte de la Parque Nacional Iztaccihuatl - Popocatepetl. (CONANP, 2016)

### Parque Nacional Iztaccihuatl – Popocatepetl.

El Parque Nacional Iztaccihuatl Popocatepetl se encuentra en la parte centro-Oriental del Eje Volcánico Transversal, ocupando una parte sustancial de la Sierra Nevada. Se localiza entre las coordenadas  $18^{\circ} 59' 00.43''$  y  $19^{\circ} 28' 09.44''$  de Latitud Norte y  $98^{\circ} 34' 55.88''$  y  $98^{\circ} 46' 40.95''$  de longitud Oeste. Abarca una superficie de 39 mil 819.086 hectáreas dividida entre el estado de México, con 28 mil 307.481 12 hectáreas (71.09%); Puebla con 11 mil 072.918 088 hectáreas (27.81 %); y Morelos con 438.6808 hectáreas (1.10 %). Forma parte de los municipios de Texcoco, Ixtapaluca, Chalco, Tlamanalco, Amecameca, Atlautla y Ecatzingo en el estado de México; Santa Rita Tlahuapan, San Salvador el Verde, Huejotzingo, San Nicolás de los Ranchos y Tochmilco, en Puebla, Tetela del Volcán en Morelos. Sus geoformas (sierra, conos volcánicos y laderas) son de origen volcánico, predominando rocas basálticas y andesitas. Su rango altitudinal va desde los 3 mil a los 5 mil 480 m s.n.m. (SEMARNAT & CONANP, 2013)

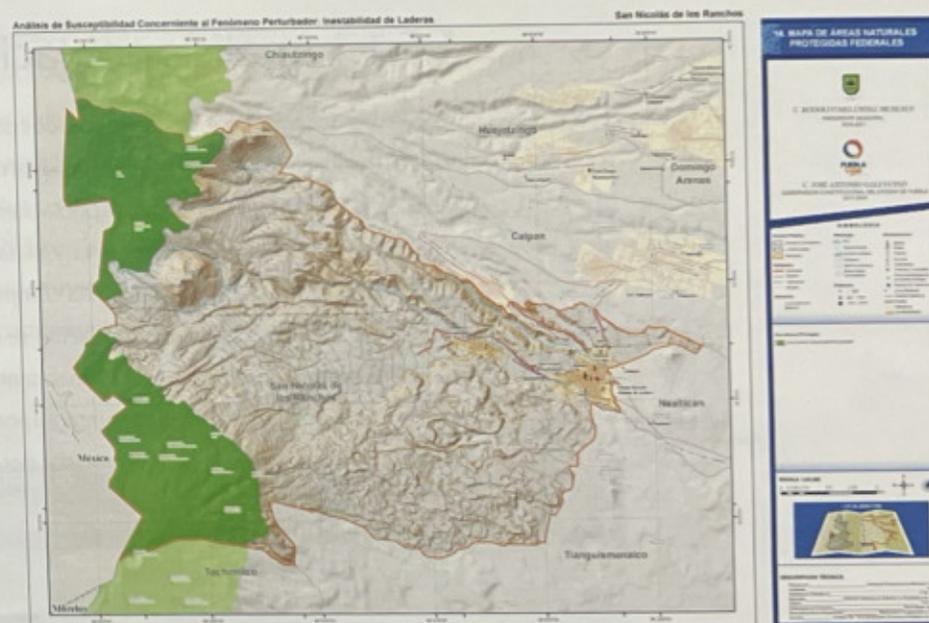


Figura 15. Mapa De Áreas Naturales Protegidas Federales

Fuente: Elaboración propia, con información Vectorial de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP)

# 1.5 CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS SOCIALES, ECONÓMICOS Y DEMOGRÁFICOS

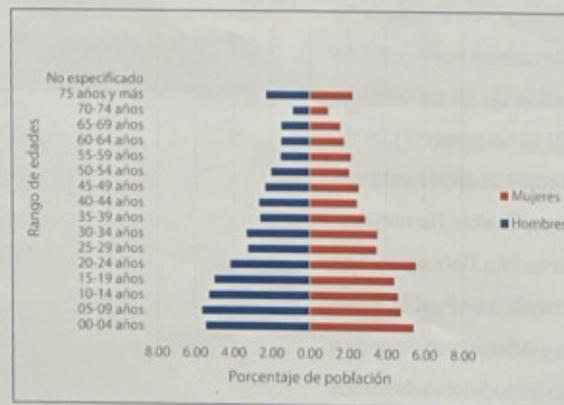
## 1.5.1 Dinámica demográfica

### 1.5.1.1 Análisis poblacional

De acuerdo con los principales resultados por localidad del Censo de Población y Vivienda del año 2010 publicados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el municipio de San Nicolás de los Ranchos tenía una población de 10, 777 habitantes, lo cual indica que hubo un incremento pues en el año 2015 eran 11, 734 habitantes.<sup>[20]</sup> Su población representa el 0.19 % de la población total estatal. Respecto a la composición de género, los tabulados de la Encuesta Intercensal 2015, indican que la población se distribuyó de la siguiente manera: la población masculina estaba compuesta por 5, 788 habitantes lo que equivale al 49.32 % de la población total, en cuanto a la población femenina se integra por 5, 946 habitantes que representa el 50.67 % de la población total, las cuales están distribuidas por edades tal como se muestra en la **Gráfica 1**.

[20] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2015). Tabulados de la Encuesta Intercensal 2015: Población

Gráfica 1. Pirámide de edades por género 2015



Fuente: Elaboración propia con base en los Tabulados de la Encuesta Intercensal 2015: Población. INEGI.

### 1.5.1.2 Proyección de la población al 2010-2030

El Consejo Nacional de Población (CONAPO), elaboró una proyección del comportamiento de la población para los diferentes municipios en México, con lo cual, se prevé un aumento en la cantidad de habitantes en el municipio. Los indicadores tomados en cuenta para dicha proyección fueron: tasa de mortalidad, tasa de natalidad y migración.

La **Tabla 2** muestra la distribución de la proyección de acuerdo con un rango de edades establecidas para los años 2010, 2015, 2020 y 2030, en la cual se puede identificar que para el año 2020 el rango de edad que se espera aumente más es de 45 - 64 años, mientras que en el rango 0 - 14 años se estima un decremento de habitantes (5,678). Para ese mismo año se espera una población total de 20,807 habitantes

Tabla 2. Proyección de la población de San Nicolás de los Ranchos

Grupos de Edad	AMBOS SEXOS				Grupos de Edad	HOMBRES				Grupos de Edad	MUJERES			
	2010	2015	2020	2030		2010	2015	2020	2030		2010	2015	2020	2030
0-14	3 572	3 466	3 364	3 286	0-14	1 787	1 758	1 712	1 694	0-14	1 785	1 708	1 653	1 602
15-29	2 739	3 069	3 244	3 132	15-29	1 267	1 455	1 574	1 556	15-29	1 472	1 615	1 670	1 576
30-44	1 855	2 002	2 159	2 671	30-44	884	938	983	1 209	30-44	971	1 063	1 176	1 462
45-64	1 663	1 838	2 014	2 330	45-64	790	881	965	1 076	45-64	874	957	1 049	1 254
65+	1 107	1 177	1 239	1 397	65+	547	566	578	629	65+	560	611	661	769
<b>Total</b>	<b>10 936</b>	<b>11 552</b>	<b>12 020</b>	<b>12 816</b>	<b>Total</b>	<b>5 275</b>	<b>5 598</b>	<b>5 812</b>	<b>21 454</b>	<b>Total</b>	<b>5 662</b>	<b>5 954</b>	<b>6 209</b>	<b>6 663</b>

Fuente: Elaboración propia con base en Consejo Nacional de Población (CONAPO). Proyecciones de la población de los municipios en México, 2010 - 2030.

# 1.5 CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS SOCIALES, ECONÓMICOS Y DEMOGRÁFICOS

## 1.5.1.3 Distribución de la población

La distribución de población es en mayor o menor grado resultado de los factores físicos y las condiciones económicas (INEGI, 2008), de acuerdo con la información obtenida del censo llevado a cabo en el 2010 por el INEGI, se observa que la población se concentraba en la cabecera municipal (San Nicolás de los Ranchos) con un 52.75 %, el resto de la población se concentraba en localidades dentro de los rangos de más de 2, 000 habitantes a 3, 000 y en las localidades menores a 100 habitantes; en conjunto estas localidades tienen un total de 202 habitantes (1.87), (ver en Anexos Mapa de Distribución de la Población).

Tabla 3. Distribución territorial de la población del municipio

CLAVE	LOCALIDAD	POBLACIÓN	POBLACIÓN (%)
0001	San Nicolás de los Ranchos	5685	52.75
0002	Santiago Xalitzintla	2196	20.38
0003	San Pedro Yancuitalpan	2694	25.00
0005	Alto el Mirador	29	0.27
0006	Amanale (La Loma)	9	0.08
0009	Xaltetipa	93	0.86
0010	Cimalontla	10	0.09
0011	Santiago Xalitzintla	20	0.19
0014	San Nicolás de los Ranchos	31	0.29
0018	Hueytiale	10	0.09
<b>Total Municipal</b>		<b>10 777</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia con base en resultados del Censo de Población y Vivienda 2010. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

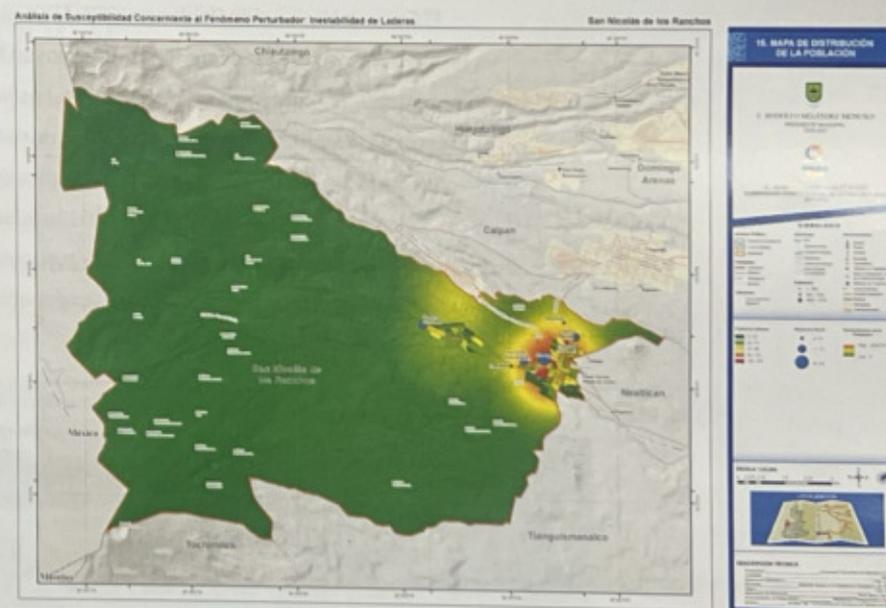


Figura 16. Mapa de Distribución de la Población

Fuente: Elaboración propia con base en datos vectoriales del Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI.

### 1.5.1.4 Densidad de la población

La densidad de población es un indicador el cual proyecta cuántos habitantes por kilómetro cuadrado hay en el municipio, para el municipio, se tomaron en cuenta los datos de los años 2010 y 2015, proporcionados por el INEGI, cuyos resultados muestran un aumento en cuanto a densidad de población se refiere. Teniendo así valores de 66.51 habitantes por kilómetro cuadrado para el año 2010, mientras que en el año 2015 se tiene una densidad de población de 72.41 habitantes por kilómetro cuadrado. Los factores relacionados al aumento o decremento de la población son: geográficos, económicos y sociales (INEGI, 2008). Para el cálculo de las densidades se tomaron como referencia los límites catastrales 2017 determinados por el Instituto Registral y Catastral del Estado de Puebla (IRCEP). La distribución de la densidad de población por manzana de la cabecera municipal se puede observar en la Figura 17 (para una mejor visualización ver en Anexos Mapa de Densidad de la Población por Manzana de la Cabecera Municipal).

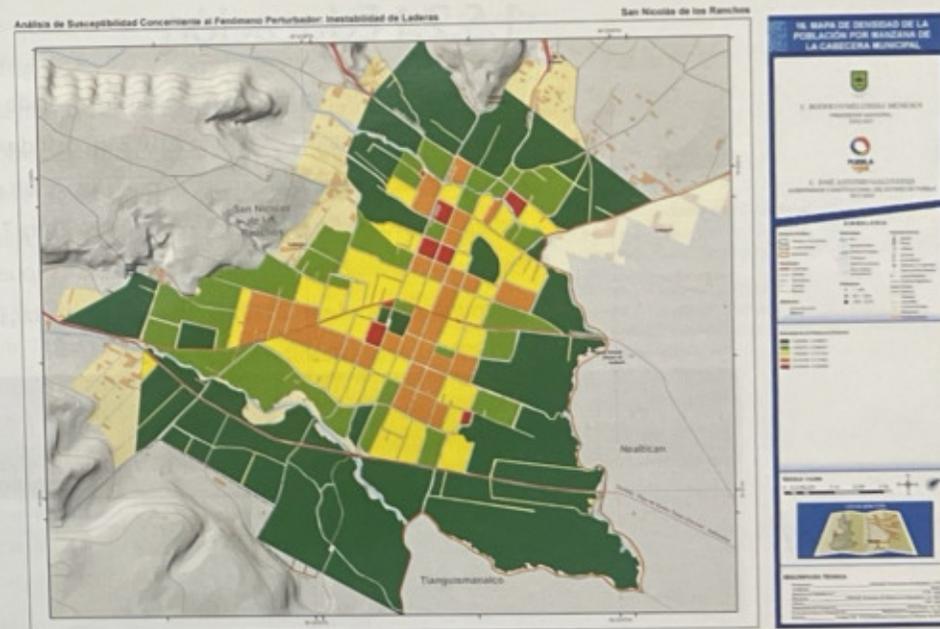


Figura 17. Mapa de Densidad de la Población por Manzana de la Cabecera Municipal

Fuente: Elaboración propia con base en datos vectoriales del Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI.

## 1.5.2 Características sociales

### 1.5.2.1 Educación

El municipio de San Nicolás presentó un grado de estudios promedio de 5 en el año 2000, incrementó a 7.20 años para el año 2010,<sup>[21]</sup>. Tomando en cuenta el grado promedio de estudio del municipio respecto al estatal, se puede concluir que el municipio se ha mantenido por debajo del promedio estatal que en el año 2000 era 7 años y en el año 2010 era de 7.95 años. En cuanto al analfabetismo respecta, en la **Tabla 4** se puede apreciar que el 8.16% de la población del municipio en el año 2010 no sabía leer ni escribir, (la comparación se hizo del año 2000 al año 2010 por falta de información actual).

[21] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2010). Censo de Población y Vivienda 2010: Principales resultados por localidad

Tabla 4. Analfabetismo en el municipio

CLAVE	LOCALIDAD	POBLACIÓN	POBLACIÓN ANALFABETA
0001	San Nicolás de los Ranchos	5 685	443
0002	Santiago Xalitzintla	2 196	301
0003	San Pedro Yancuitalpan	2 694	120
0005	Alto el Mirador	29	1
0006	Amanale (La Loma)	9	0
0009	Xaltetipa	93	5
0010	Cimalontla	10	3
0011	Santiago Xalitzintla	20	4
0014	San Nicolás de los Ranchos	31	3
0018	Hueytiale	10	SD
<b>Total Municipal</b>		<b>10 777</b>	<b>880</b>

Fuente: Elaboración propia con base en información del Censo de Población y Vivienda (INEGI), 2010.

## 1.5.2.2 Asistencia escolar

Debido a que no se cuenta con información en los tabulados de Educación de la Encuesta Intercensal 2015 se tomaron datos del Censo de Población y Vivienda 2010, para el presente apartado; con lo cual a continuación, se observa en la **Tabla 5** la asistencia escolar presentada en el año 2010 en el municipio. De la población total del municipio, dentro del rango de 3 años y más, 2,896 habitantes representaban el 32.90 % que asistía a la escuela y 7,091 habitantes eran el 80.56 % que no asistía a la escuela, mismos donde la mayoría entran en la categoría 30 años y más.<sup>[22]</sup>

[21] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2010). Censo de Población y Vivienda 2010: Principales resultados por localidad

Tabla 5. Población de 3 años y más que asistía a la escuela

GRUPOS DE EDAD	POBLACIÓN			CONDICIÓN DE ASISTENCIA ESCOLAR						
	Total	Hombres	Mujeres	ASISTE			NO ASISTE			NO ESPECIFICADO
				Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	
3 a 5 años	673	355	318	244	135	109	414	213	201	15
6 a 14 años	2 104	1 037	1 067	1 976	964	1 012	123	69	54	5
15 a 17 años	729	350	379	410	165	245	315	182	133	4
18 a 24 años	1 285	570	715	179	76	103	1 093	490	603	13
25 a 29 años	700	334	366	29	10	19	665	322	343	6
30 años y más	4 596	2 205	2 391	58	10	48	4 481	2 166	2 315	57

Fuente: Elaboración propia con base en información del Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED), 2010

### 1.5.2.3 Lengua indígena

Acorde con la clasificación para la Encuesta Intercensal 2015, existen 72 lenguas indígenas, que por diferentes factores han ido desapareciendo puesto que el idioma predominante en nuestro país es el español. De las lenguas antes mencionadas, en San Nicolás de los Ranchos se hablaban 3 lenguas indígenas y una lengua indígena no especificada,<sup>[23]</sup> de las cuales, de acuerdo con los principales resultados por localidad 2010 (ITER), eran aproximadamente 64 habitantes a partir de los 3 años que hablaban lengua indígena (Tabla 6). Además, la principal lengua hablada dentro del municipio era el náhuatl, las que menos hablantes tenían fueron el mixteco y totonaca (Tabla 7),<sup>[24]</sup> para comprender mejor la información antes mencionada, se muestran un par de tablas en las cuales se exponen: Lenguas habladas en el municipio y la cantidad de la población que las habla.

[23] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2010). Censo de Población y Vivienda 2010

[24] Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED) (2010)

Tabla 6. Población de habla indígena.

INDICADOR	TOTAL	HOMBRES	MUJERES
Población que habla alguna lengua indígena	64	30	34
Población que habla lengua indígena y habla español	51	23	28
Población que habla lengua indígena y no habla español	0	0	0

Fuente: Elaboración propia con base en los Principales Resultados por Localidad 2010, INEGI.

Tabla 7. Lenguas indígenas habladas en el municipio

LENGUA INDÍGENA	TOTAL	HOMBRES	MUJERES
Mixteco	1	0	1
Náhuatl	50	24	26
Totonaca	2	3	0
Lengua Indígena No Especificada	11	6	5

Fuente: Elaboración propia con base en información del Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, 2010.

### 1.5.2.4 Salud

Debido a que no se cuenta con información en los tabulados Servicios de Salud de la Encuesta Intercensal 2015 se tomaron datos del Censo de Población y Vivienda 2010: en la rama del sector salud, se calculó de acuerdo con los resultados del Censo de Población y Vivienda 2010, el total de derechohabientes era de 3,347 habitantes, que se encontraban afiliados a las siguientes unidades de salud: 154 al IMSS, 65 al ISSSTE, 41 al ISSSTEP, Pemex, Defensa Nacional o Marina 3, 048, Seguro Popular 4. Por otra parte 7, 354 habitantes no eran derechohabientes y 76 no especificaron su condición.

En el rubro de médicos por cada mil habitantes, con base en el Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED), indica que

para el año 2010 se contaba con 1.5 médicos por cada 1, 000 personas. En cuanto a la tasa de mortalidad de acuerdo con información proporcionada por el Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica del Estado de Puebla (CEIGEP) es 7.04 % y la tasa de mortalidad infantil es de 5.63 %.

De acuerdo con información del Censo de Población y Vivienda 2010 realizado por el INEGI, el municipio contaba con un 5.73 % de población (aproximadamente 618 habitantes) que tenían problemas de discapacidad tanto física como mental y que por tanto presentó alguna limitación para desempeñar actividades cotidianas. A continuación, se presenta la **Tabla 8** en la que se tiene registro del número de habitantes con alguna limitación por localidad.

Tabla 8. Limitación en la actividad

CLAVE	LOCALIDAD	POBLACIÓN TOTAL	POBLACIÓN CON LIMITACIÓN EN LA ACTIVIDAD	POBLACIÓN CON LIMITACIÓN MOTRIZ	POBLACIÓN CON LIMITACIÓN VISUAL	POBLACIÓN CON LIMITACIÓN VERBAL	POBLACIÓN CON LIMITACIÓN AUDITIVA	POBLACIÓN CON LIMITACIÓN MENTAL
0001	San Nicolás de los Ranchos	5 685	358	177	133	35	79	20
0002	Santiago Xalitzintla	2 196	146	79	35	11	36	13
0003	San Pedro Yancuitlalpan	2 694	101	59	24	11	11	8
0005	Alto el Mirador	29	0	0	0	0	0	0
0006	Amanale (La Loma)	9	2	1	0	0	0	0
0009	Xaltetipa	93	4	2	2	0	0	0
0010	Cimalontla	10	0	0	0	0	0	0
0011	Santiago Xalitzintla	20	4	3	0	1	3	0
0014	San Nicolás de los Ranchos	31	3	1	1	0	1	0
0018	Hueytlale	10	SD	SD	SD	SD	SD	SD
<b>Total Municipal</b>		<b>10 777</b>	<b>618</b>	<b>322</b>	<b>195</b>	<b>130</b>	<b>85</b>	<b>41</b>

Fuente: Elaboración propia con base en la información del Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI.

### 1.5.2.5 Pobreza

De acuerdo con el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) en el año 2010, un 71.60 % del total de la población municipal se encontraba en situación de pobreza, 47.5 % de habitantes presentaban pobreza moderada y 24.1 % estaban en pobreza extrema, (Tabla 9). Para el año 2015, la pobreza disminuyó a 66.30 % donde: el 53.8 % de la población total padecía de pobreza moderada, mientras que el 12.5 % de dicha población presentó pobreza extrema, además alrededor del 21.0 % de la población era vulnerable por carencia social y un 7.0 % se mantenía como no pobre y no vulnerable.

Tabla 9. Medición de la pobreza en el municipio

MEDICIÓN DE LA POBREZA	2010 PORCENTAJE
Pobreza Extrema	29.4%
Pobreza Moderada	53.1%
No pobre y No vulnerable	0.9%
Vulnerable por Ingreso	1.0%
Vulnerable por Carencia Social	15.7%

Fuente: Elaboración propia de acuerdo con estimaciones del CONEVAL con base en el Modelo Estadístico 2015 para la continuidad del MCS-ENIGH y la Encuesta Intercensal 2015.

### 1.5.2.6 Hacinamiento

La cantidad de habitantes por cuarto es un indicador base para conocer qué tanta carencia sufren los pobladores del municipio. El hacinamiento se presenta cuando el promedio de habitantes por cuarto en viviendas particulares es mayor a 2.5 (INEGI, 2016), el promedio de habitantes por cuarto en viviendas habitadas en el municipio es de 1.44. Las localidades que presentan hacinamiento son Alto el Mirador con, una población de 29 habitantes, 6 viviendas particulares habitadas y un hacinamiento de 2.9 y la localidad Cimalontla con una población de 10 habitantes, 3 vivienda particulares habitadas y un hacinamiento de 2.5 (Tabla 10).<sup>[25]</sup>

[25] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2010). Censo de Población y Vivienda 2010

Tabla 10. Hacinamiento

CLAVE	LOCALIDAD	POBLACIÓN TOTAL	VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS	PROMEDIO DE OCUPANTES EN VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS	PROMEDIO DE OCUPANTES POR CUARTO EN VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS
0001	San Nicolás de los Ranchos	5 685	1230	4.63	1.58
0002	Santiago Xalitzintla	2 196	514	4.28	1.82
0003	San Pedro Yancuitalpan	2 694	565	4.71	1.78
0005	Alto el Mirador	29	6	4.83	2.9
0006	Amanale (La Loma)	9	3	3	1.13
0009	Xaltetipa	93	23	4.04	1.31
0010	Cimalontla	10	3	3.33	2.5
0011	Santiago Xalitzintla	20	7	2.86	1.54
0014	San Nicolás de los Ranchos	31	7	4.43	1.94
0018	Hueytlale	10	SD	SD	SD
<b>Total Municipal</b>		<b>10 777</b>	<b>2 359</b>	<b>4.56</b>	<b>1.67</b>

Fuente: Elaboración propia con base en información del Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI.

### 1.5.2.7 Marginación

El grado de marginación social mide el impacto global de las carencias que presentan los habitantes del municipio como resultado de la falta de acceso a la educación, servicios básicos, viviendas e ingresos. El municipio de San Nicolás de los Ranchos presentó grado medio de marginación; 3 localidades se encontraban en muy alto grado: Alto el Mirador, Cimalontla, Santiago Xalitzintla (0011) el resto de las localidades se muestran detalladas en la **Tabla 11**.<sup>[26]</sup>

Tabla 11. Marginación municipal por localidad

CLAVE	LOCALIDAD	POBLACIÓN TOTAL	GRADO DE MARGINACIÓN
0001	San Nicolás de los Ranchos	5 685	Alto
0002	Santiago Xalitzintla	2 196	Alto
0003	San Pedro Yancuitlalpan	2 694	Alto
0005	Alto el Mirador	29	Muy Alto
0006	Amanale (La Loma)	9	SD
0009	Xaltetipa	93	SD
0010	Cimalontla	10	Muy Alto
0011	Santiago Xalitzintla	20	Muy Alto
0014	San Nicolás de los Ranchos	31	Alto
0018	Hueytale	10	SD
<b>Total Municipal</b>		<b>10 777</b>	<b>Medio</b>

Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida del catálogo de localidades de la Secretaría de Desarrollo Social, 2010.

[26] Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) (2010). Catálogo de Localidades, Resumen municipal

## 1.5.3 Características de la vivienda

Tener conocimiento de las características principales de una vivienda es de suma importancia, pues se muestra la calidad de las viviendas y servicios a los que la población tiene acceso, son los primeros elementos a tener en cuenta al desarrollar programas y políticas públicas de mejora.

### 1.5.3.1 Pisos de tierra

Con un total de 2,359 viviendas particulares habitadas, el 14.49% reportó contar con piso de tierra, lo que significa que 342 viviendas no contaban con los recursos necesarios para adquirir los materiales e instalar un piso de otro material. Con base en información del Censo de Población y Vivienda realizado en el año 2010 se elaboró la **Tabla 12** donde se muestra la cantidad de viviendas por asentamiento humano que cuentan con un piso de tierra.

Tabla 12. Viviendas particulares habitadas en el municipio con piso de tierra

CLAVE	LOCALIDAD	POBLACIÓN TOTAL	VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS	VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS CON PISO DE TIERRA
0001	San Nicolás de los Ranchos	5 685	1230	1230
0002	Santiago Xalitzintla	2 196	514	514
0003	San Pedro Yancuitlalpan	2 694	565	565
0005	Alto el Mirador	29	6	6
0006	Amanale (La Loma)	9	3	3
0009	Xaltetipa	93	23	23
0010	Cimalontla	10	3	3
0011	Santiago Xalitzintla	20	7	7
0014	San Nicolás de los Ranchos	31	7	7
0018	Hueytlale	10	SD	SD
<b>Total Municipal</b>		<b>10 777</b>	<b>2 359</b>	<b>342</b>

Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos del Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI.

### 1.5.3.2 Tipología de vivienda

Las características predominantes de las 2,359 viviendas particulares habitadas del municipio en cuanto al tipo de material de construcción en el año 2010 se clasifican de la siguiente manera: material predominante en las paredes de tabique, ladrillo, block, piedra, cantera o concreto, se registraron 2,340 viviendas con este material; le sigue en importancia las viviendas con paredes de material no especificado 56 viviendas.

En lo que respecta al material predominante en los techos, 1,946 viviendas contaban con techo de losa de concreto o viguetas con bovedilla. El resto de las características de la vivienda dentro del municipio se observan en la Tabla 13.

Tabla 13. Características de los materiales de construcción de las viviendas particulares habitadas

MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN - PISO	NÚMERO DE VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS
Piso de Tierra	342
Piso de cemento o firme	1 877
Piso de madera, mosaico u otro material	98
Piso de material no especificado	31
MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN - TECHO	NÚMERO DE VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS
Techo de material de desecho o lámina de cartón	74
Techo de lámina metálica, lámina de asbesto, palma, paja, madera o tejamanil	260
Techo de teja o terrado con viguería	125
Techo de losa de concreto o viguetas con bovedilla	1 946
Techo de material no especificado	54
MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN - PARED	NÚMERO DE VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS
Pared de material de desecho o lámina de cartón	2
Pared de embarro o bajareque, lámina de asbesto o metálica, carrizo, bambú o palma	5
Pared de madera o adobe	53
Pared de tabique, ladrillo, block, piedra, cantera, cemento o concreto	2 340
Pared de material no especificado	56

Fuente: Elaboración propia con base en información del Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, 2010.

### 1.5.3.3 Servicios

En lo que respecta al acceso de servicios básicos a las viviendas, el servicio de energía eléctrica alcanzó en el año 2010 el 96.69% de cobertura en el total de viviendas, con lo cual 33 viviendas carecían de este servicio. Por otro lado, el porcentaje de las viviendas particulares habitadas en el municipio que disponían de agua entubada fue de 93.59%, quedando así 117 viviendas que no eran abastecidas por el servicio de agua entubada. En cuanto al servicio de drenaje concierne el 93.43% de las viviendas contaban con él, por lo que 117 viviendas no disponían de drenaje. La dotación de servicios por localidad se puede observar en la **Tabla 14**.

Tabla 14. Cobertura de servicios básicos en viviendas

CLAVE	LOCALIDAD	POBLACIÓN TOTAL	TOTAL DE VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS	VIVIENDAS CON SERVICIOS DE ELECTRICIDAD	VIVIENDAS CON SERVICIO DE AGUA ENTUBADA	VIVIENDAS CON SERVICIO DE DRENAJE
0001	San Nicolás de los Ranchos	5 685	1 230	1 198	30	1 172
0002	Santiago Xalitzintla	2 196	514	486	7	484
0003	San Pedro Yancuitlalpan	2 694	565	549	72	514
0005	Alto el Mirador	29	6	6	6	1
0006	Amanale (La Loma)	9	3	3	0	0
0009	Xaltetipa	93	23	21	0	19
0010	Cimalontla	10	3	3	0	2
0011	Santiago Xalitzintla	20	7	7	1	5
0014	San Nicolás de los Ranchos	31	7	7	0	7
0018	Hueytlale	10	SD	SD	SD	SD
<b>Total Municipal</b>		<b>10 777</b>	<b>2 359</b>	<b>2 281</b>	<b>2 208</b>	<b>2 204</b>

Fuente: Elaboración propia con base en datos del Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI.

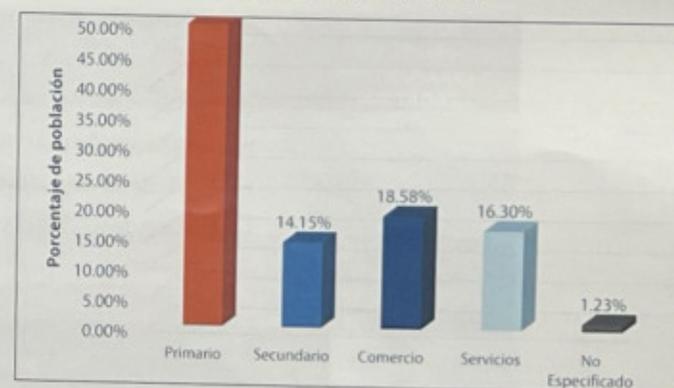
## 1.5.4 Empleo e ingresos

La economía de San Nicolás de los Ranchos con base en los tabulados del cuestionario ampliado del Censo de Población y Vivienda 2010, se sustentaba del sector primario con un 49.73 % de la población económicamente activa (PEA), seguido del sector secundario que fue dividido en comercio (18.58 %) y servicios (16.30 %). El sector secundario, fue el que contaba con menor población teniendo un 14.15 %, finalmente la población que no especificó a que sector pertenecía era de 1.23 % (ver Gráfica 2).

La población económicamente activa (PEA) dentro del municipio para el año 2010 era de 46.37 %, de ella se desglosa la población ocupada que corresponde a 3,671 habitantes. Cabe destacar que la PEA disminuyó su participación del año 2000 al 2010, pues en el año 2000 era de 48.44 %.

De la población total dentro del rango de 12 años y más, 4, 197 habitantes fueron considerados como parte de la población económicamente inactiva, en este sector entraron las personas de 12 años y más, pensionadas o jubiladas, estudiantes, personas dedicadas a los quehaceres del hogar, personas con alguna limitación física o mental permanente que les impide trabajar.<sup>[27]</sup>

Gráfica 3. Sectores económicos



Fuente: Elaboración propia con base en los Tabulados del Cuestionario Ampliado: Población ocupada y su distribución porcentual según sector de actividad económica para cada municipio. Censo de Población y Vivienda 2010. INEGI

[27] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2010). Censo de Población y Vivienda 2010. Tabulados del Cuestionario Ampliado: Población ocupada y su distribución porcentual según sector de actividad económica para cada municipio.

## 1.5.5 Equipamiento e infraestructura

Como parte de la estructura urbana, el municipio cuenta con obras que hacen posible el funcionamiento de este, como: instalaciones, construcciones y mobiliario que forman parte del equipamiento urbano; e infraestructura energética, sanitaria, de transporte y telecomunicaciones (Figura 17). Para la descripción de este apartado se consultó información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), del Censo de Población y Vivienda 2010 y del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) edición 2017. El DENUE no toma en cuenta las localidades rurales omitiendo datos vectoriales, por lo que en el **Mapa de Equipamiento e Infraestructura** solo se encuentra plasmada información vectorial del Censo de Población y Vivienda 2010.

### 1.5.5.1 Equipamiento

En el ámbito educativo el municipio de San Nicolás de los Ranchos cuenta con los niveles educativos: educación inicial (preescolar), básica (primaria, secundaria), media superior y superior; de acuerdo con la información obtenida del Censo de Población y Vivienda del 2010 el municipio se encontraban 10 escuelas dentro de los niveles educativos mencionados, sin embargo, al consultar el DENUE se incorporaron 3 instituciones más, en la cabecera municipal la plaza comunitaria (sala de cómputo) y la Universidad del Desarrollo del Estado de Puebla y en la localidad de San Pedro Yancuitlalpan el Instituto Palafox y Mendoza, haciendo un total de 13 centros educativos.

Tabla 15. Centros educativos

CLAVE	LOCALIDAD	NIVEL	NOMBRE
0001	San Nicolás de los Ranchos	Preescolar	Carlos Chávez
0001	San Nicolás de los Ranchos	Preescolar	San Nicolás de Los Ranchos DIF
0001	San Nicolás de los Ranchos	Primaria	Miguel Hidalgo y Costilla
0001	San Nicolás de los Ranchos	Secundaria	Lic. Álvaro Gálvez y Fuentes
0001	San Nicolás de los Ranchos	Secundaria	Escuela Secundaria Técnica Núm. 12
0001	San Nicolás de los Ranchos	Media Superior	Simón Bolívar
0001	San Nicolás de los Ranchos	Superior	Universidad del Desarrollo del Estado de Puebla
0001	San Nicolás de los Ranchos	Diversos Niveles	Plaza Comunitaria Sala de cómputo
0002	Santiago Xalitzintla	Preescolar	Hermanos Serdán
0002	Santiago Xalitzintla	Primaria	Benito Juárez
0002	Santiago Xalitzintla	Secundaria	Gregorio Torres Quintero
0003	San Pedro Yancuitlalpan	Preescolar	Diana Laura Riojas de Colosio
0003	San Pedro Yancuitlalpan	Diversos Niveles	Instituto Palafox y Mendoza

Fuente: Elaboración propia con base en el Censo de Población y Vivienda 2010 y en el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas 2017, INEGI.

En el sector de salud de acuerdo con la información del año 2010 y del DENU 2017, en el municipio existen 4 unidades que proporcionan servicios de salud, la cabecera municipal presenta 2 centros de salud, mientras que Santiago Xalixtintla una unidad del IMSS y en San Pedro Yancuitlalpan una Casa de Salud (Tabla 16).

En cuanto a la recreación y cultura, el municipio cuenta en la cabecera municipal con una biblioteca pública, un parque recreativo, mientras que, en otras localidades con una Laguna, un Museo y una villa ecoturística (Tabla 17).

Respecto a la administración pública, hasta el año 2017 se registraron 6 inmuebles; de ellos sobresalen una presidencia y dos presidencias auxiliares (Tabla 18).

Se identificaron en el rubro de la asistencia social, el DIF estatal, un desayunador escolar, la casa del abuelo y una estancia infantil (Tabla 19). En el subsistema de servicios urbanos el municipio se tiene registrado en el DENU 2017: un panteón municipal y el comité municipal de agua potable).

Tabla 16. Clínicas y hospitales

CLAVE	LOCALIDAD	NOMBRE
0001	San Nicolás de los Ranchos	Centro de Salud San Nicolás de los Ranchos
0001	San Nicolás de los Ranchos	Centro de Salud Rural Disperso de San Nicolás de los Ranchos
0002	Santiago Xalixtintla	IMSS
0003	San Pedro Yancuitlalpan	Casa de Salud

Fuente: Elaboración propia con base en el Censo de Población y Vivienda 2010 y en el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas 2017, INEGI.

Tabla 17. Recreación y cultura

CLAVE	LOCALIDAD	NOMBRE
0001	San Nicolás de los Ranchos	Biblioteca Pública
0001	San Nicolás de los Ranchos	Parque Recreativo
0003	San Pedro Yancuitlalpan	Museo Teoton
0004	Buenavista (Villa Turística)	Centro Ecoturístico Buena Vista
0004	Buenavista (Villa Turística)	La Venta Villa Ecoturística
0015	Apatlaco	Laguna la Joya

Fuente: Elaboración propia con base en el Censo de Población y Vivienda 2010 y en el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas 2017, INEGI.

Tabla 18. Administración pública

CLAVE	LOCALIDAD	NOMBRE
0001	San Nicolás de los Ranchos	Presidencia Municipal
0001	San Nicolás de los Ranchos	Ministerio Público
0001	San Nicolás de los Ranchos	Juzgado menor de lo civil y Defensa social
0001	San Nicolás de los Ranchos	Auditorio Municipal San Nicolás de los Ranchos
0002	Santiago Xalixtintla	Presidencia Auxiliar
0003	San Pedro Yancuitlalpan	Presidencia Auxiliar

Fuente: Elaboración propia con base en el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas 2017, INEGI.

Tabla 19. Asistencia social

CLAVE	LOCALIDAD	NOMBRE
0001	San Nicolás de los Ranchos	DIF Municipal
0001	San Nicolás de los Ranchos	Desayunador Escolar DIF
0001	San Nicolás de los Ranchos	Casa del Abuelo
0003	San Pedro Yancuitlalpan	Estancia Caminito al Volcán

Fuente: Elaboración propia con base en el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas 2017, INEGI.

### 1.5.5.2 Infraestructura

Las principales vías de acceso carretero son: Al Noreste la Carretera Yancuitalpan – San Andrés Calpan que viene de la localidad de Calpan y llega a la localidad de San Pedro Yancuitalpan; al Este la carretera estatal Cholula Paso de Cortés Tramo (Cholula – Xalitzintla) comunicando a la cabecera municipal con el municipio de Nealtican, misma que atraviesa el municipio de Este a Oeste **Figura 18** (ver en **Anexos Mapa de Equipamiento e Infraestructura**).

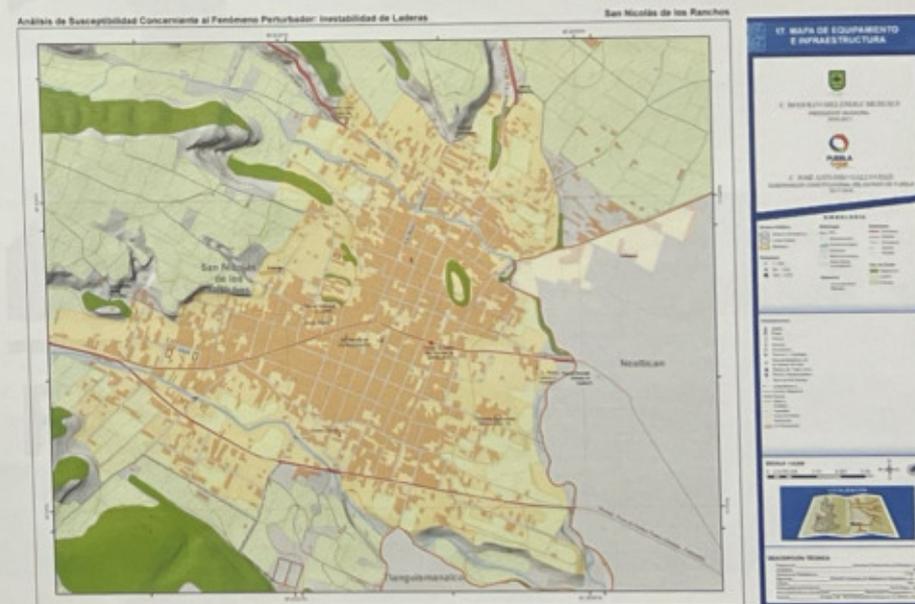
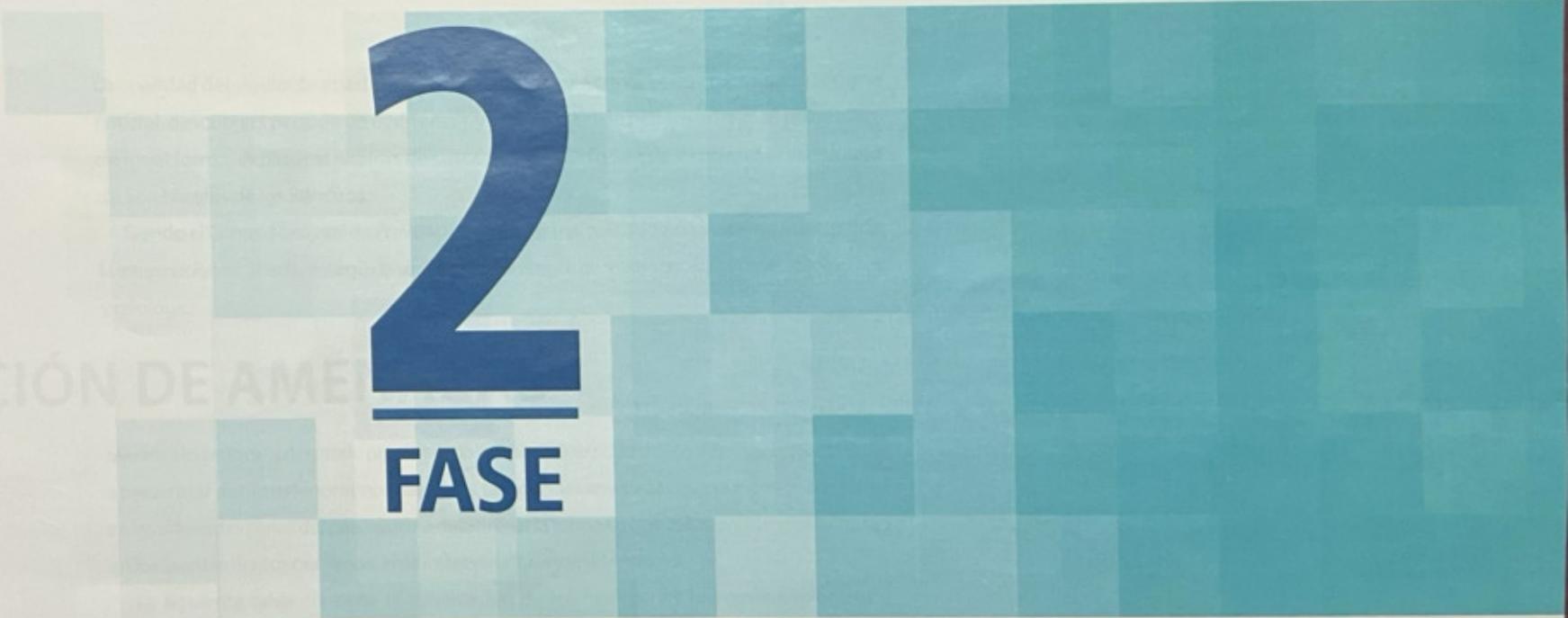


Figura 18. Mapa de Equipamiento e Infraestructura

Fuente: Elaboración propia con base en información del Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI.

IDENTIFICACIÓN DE AMENAZAS Y PELIGROS, ANTE FENÓMENOS PERTURBADORES DE ORIGEN NATURAL



# 2

**FASE**

**IDENTIFICACIÓN DE AMENAZAS  
Y PELIGROS, ANTE FENÓMENOS  
PERTURBADORES DE ORIGEN NATURAL**

## 2.1 Fenómenos hidrometeorológicos

La finalidad del siguiente apartado es mencionar y dar a conocer las amenazas de origen natural, describir el período de ocurrencia, y la magnitud de peligro en que se presentan, de igual forma, explicar el análisis de susceptibilidad al que está expuesto el municipio de San Nicolás de los Ranchos.

Siendo el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), sustento principal de la información recabada, enseguida se describen dos tipos de fenómenos: hidrometeorológicos y geológicos.

## 2.1 IDENTIFICACIÓN DE AMENAZAS

México a lo largo de su territorio presenta una inmensa diversidad de ecosistemas y esto conlleva a presenciar distintos fenómenos naturales. Conocer las amenazas que pueden presentarse en las diferentes zonas del país, ayuda a determinar la forma en que estos eventos repercutirán en los asentamientos humanos, en la infraestructura y en el entorno.

La siguiente tabla contiene la clasificación de los fenómenos hidrometeorológicos y geológicos, con una breve descripción.

Tabla 20. Clasificación de los fenómenos perturbadores de origen natural

TIPO	DESCRIPCIÓN	FENÓMENO PERTURBADOR
HIDROMETEOROLÓGICOS	Se genera por actividad dinámica y estática de la atmósfera.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ondas cálidas y gélidas</li> <li>• Sequías</li> <li>• Heladas</li> <li>• Tormentas de granizo</li> <li>• Tormentas de nieve</li> <li>• Ciclones tropicales</li> <li>• Tornados</li> <li>• Tormentas polvo</li> <li>• Tormentas eléctricas</li> <li>• Lluvias extremas</li> <li>• Inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres.</li> </ul>
GEOLÓGICOS	Causados por la dinámica interna y superficial de las diferentes capas de la Tierra.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vulcanismo</li> <li>• Sismos</li> <li>• Tsunamis</li> <li>• Inestabilidad de laderas</li> <li>• Flujos</li> <li>• Caídos o derrumbes</li> <li>• Hundimientos</li> <li>• Subsistencia</li> <li>• Agrietamientos</li> </ul>

Fuente: Ley General de Protección Civil Art. 2 Fracc. XXIII-XXIV / DOF 06-06-2012.

## 2.1.1 Fenómenos hidrometeorológicos

Los fenómenos hidrometeorológicos no se pueden evitar ni modificar, pero sus efectos negativos pueden ser mitigados con medidas de prevención. En México estos eventos hidrometeorológicos han afectado principalmente zonas vulnerables, donde los factores como la infraestructura, vivienda, actividades productivas, organización social y sistemas de alerta, se exponen frágiles; provocando pérdidas humanas y daños materiales significantes.

Con base en la clasificación que muestra el Atlas Nacional de Riesgos, en la capa de fenómenos hidrometeorológicos; se realizó el siguiente análisis para detectar las principales amenazas que afectan al municipio de San Nicolás de los Ranchos (Tabla 21).

Tabla 21. Fenómenos hidrometeorológicos que afectan el municipio de San Nicolás de los Ranchos

FENÓMENO HIDROMETEOROLÓGICOS	NIVEL DE ANÁLISIS	
TORMENTAS ELÉCTRICAS	Peligro	Muy Alto
TORMENTAS DE GRANIZO	Peligro	Alto
SEQUÍAS	Peligro	Medio
HELADAS	Peligro	Medio
ONDAS GÉLIDAS	Peligro	Medio
ONDAS CÁLIDAS	Peligro	Bajo
INUNDACIONES	Peligro	Muy bajo
TORMENTAS DE NIEVE	Peligro	Muy bajo
CICLONES TROPICALES	Peligro	Muy bajo

Fuente: Atlas Nacional de Riesgos (CENAPRED). Recuperado de <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/app/fenomenos/>.

#### • Tormentas eléctricas

Se describe como la descarga de rayos producida por el incremento del potencial eléctrico entre las nubes y la superficie terrestre. Es un fenómeno meteorológico en el que se presentan rayos que caen a la superficie, generalmente en zonas boscosas y en zonas urbanas. Tienen una naturaleza local y se presentan en espacios de decenas de kilómetros cuadrados.

La duración de las tormentas eléctricas es sólo de una o dos horas, sin embargo, pueden causar daños materiales, lesiones graves e incluso la muerte.<sup>[28]</sup>

Se clasifican dos tipos de tormentas eléctricas, mencionadas en la **Tabla 22**.

Todas las tormentas eléctricas contienen rayos, y se definen como una descarga eléctrica que resulta de la acumulación de cargas positivas y negativas dentro de una tormenta eléctrica. El destello de luz que aparece es el “relámpago”. El rápido calentamiento y enfriamiento del aire cerca del rayo causa los “truenos” (sonido).<sup>[29]</sup> Los rayos pueden ser de los tipos que se presentan en la **Tabla 23**.

**Tabla 22.** Características de las tormentas eléctricas

TIPO DE TORMENTA	CARACTERÍSTICAS
Tormenta de calor	Originada por movimientos ascendentes de aire cálido y húmedo, típico de los periodos estivales; predominan en las regiones tropicales húmedas.
Tormenta de frente frío	Producida generalmente durante el invierno a causa de la llegada de frentes fríos.

Fuente: Elaboración propia con base en Protección Civil Hidalgo. Recuperado de: [http://proteccioncivil.gob.mx/work/models/ProteccionCivil/swbcalendario\\_ElementoSeccion/182/PLAN\\_20ESTATAL\\_20DE\\_20 RESPUESTA\\_20LLUVIAS\\_202014.PDF](http://proteccioncivil.gob.mx/work/models/ProteccionCivil/swbcalendario_ElementoSeccion/182/PLAN_20ESTATAL_20DE_20 RESPUESTA_20LLUVIAS_202014.PDF).

**Tabla 23.** Tipos de rayos, según sus características

TIPO DE RAYO	CARACTERÍSTICAS
Nube-aire	La electricidad se desplaza desde la nube hacia una masa de aire de carga opuesta.
Nube-nube	El rayo puede producirse dentro de una nube con zonas cargadas de signo contrario.
Nube-suelo	Las cargas negativas de las nubes son atraídas por las cargas positivas del suelo.

Fuente: Elaboración propia con base en Información del Fascículo de Tormentas Severas del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED).

[28] Master Planning. (2014). Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Tlalnepantla de Baz, Estado de México. Tormentas eléctricas. Recuperado en julio de 2018, de: <http://www.tlalnepantla.gob.mx/files/pdf/formatos/Atlas%20Riesgos%20Tlalnepantla%202014.pdf>

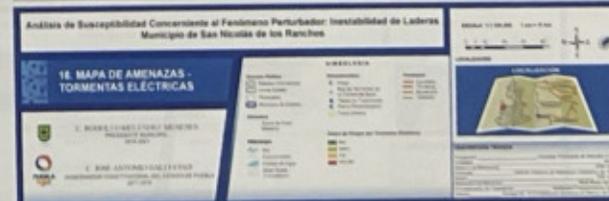
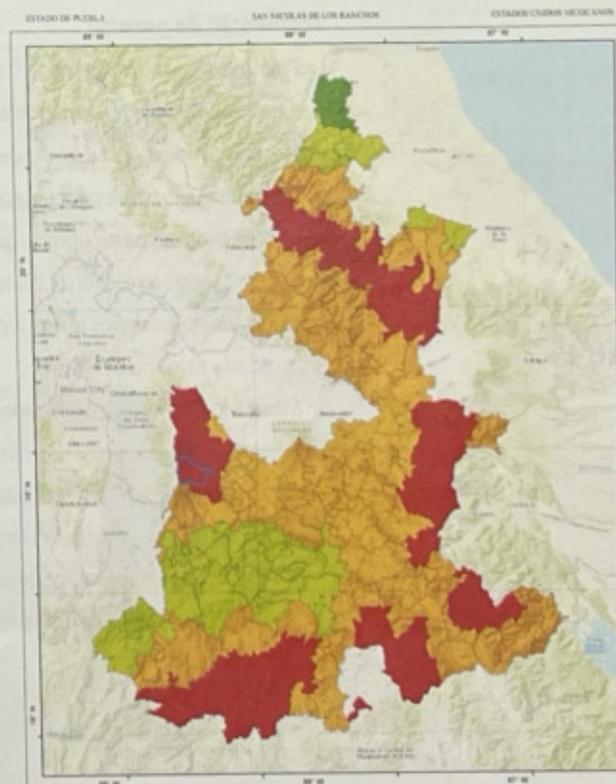
[29] Instituto Nacional de Defensa Civil Perú. (2010). Tormentas eléctricas. Recuperado en julio de 2018, de: [http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/folleto/2010/tormenta\\_e.pdf](http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/folleto/2010/tormenta_e.pdf)

El municipio de San Nicolás de los Ranchos presenta un índice de peligro por tormentas eléctricas clasificado como muy alto (Tabla 24), con un número de ocurrencia mayor a 30 días (Figura 19) (Ver en Anexos de Mapa de Amenazas – Tormentas Eléctricas).

Tabla 24. Indicadores por tormentas eléctricas en el municipio de San Nicolás de los Ranchos

FENÓMENO	TORMENTAS ELÉCTRICAS
ÍNDICE DE PELIGRO POR TORMENTAS ELÉCTRICAS	Muy Alto
ÍNDICE DE PELIGRO POR TORMENTAS ELÉCTRICAS A NIVEL MUNICIPAL	0.75001 - 1.00000
NÚMERO DE DÍAS CON TORMENTAS ELÉCTRICAS	>30

Fuente: Elaboración propia con base en Fenómenos Perturbadores. Recuperado de <http://www.atlasmunicipalderiesgos.gob.mx/app/fenomenos/>.



Fuente: Elaboración propia con base en fenómenos perturbadores CENAPRED. Recuperado de <http://www.atlasmunicipalderiesgos.gob.mx/app/fenomenos/>.

Figura 19. Mapa de Amenazas – Tormentas Eléctricas

#### • Tormentas de granizo

Las piedras de granizo se forman dentro de una nube cumulonimbus a alturas superiores al nivel de congelación y crecen por las colisiones sucesivas de las partículas de hielo con gotas de agua sobreenfriada, esto es, el agua que está a una temperatura menor que la de su punto de solidificación, pero que permanece en estado líquido y queda suspendida en la nube por la que viaja. Cuando las partículas de granizo se hacen demasiado pesadas para ser sostenidas por las corrientes de aire, caen al suelo.

La magnitud de los daños que puede provocar la precipitación en forma de granizo depende de la cantidad y tamaño del mismo.

En México los daños por granizadas más importantes se presentan primordialmente en las zonas rurales, ya que destruye las siembras y plantíos, causando, en ocasiones la pérdida de animales de cría. En las regiones urbanas afectan a las viviendas, construcciones, alcantarillas, vías de transporte y áreas verdes cuando se acumula en cantidad suficiente puede obstruir el paso del agua en coladeras o desagües, generando inundaciones o encharcamientos importantes durante algunas horas. <sup>[30]</sup>

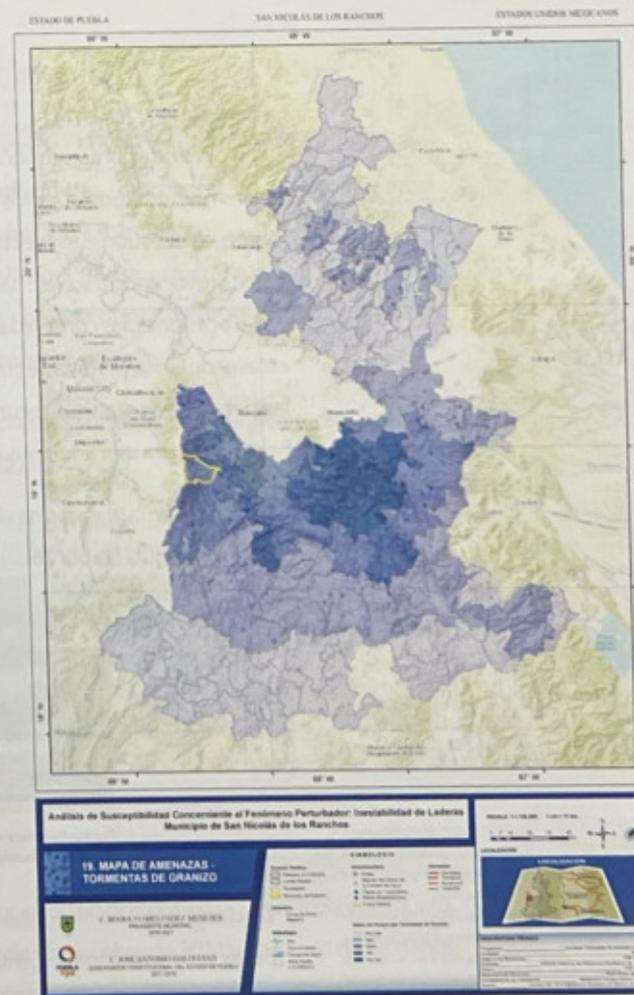
[30] Avendaño, M., Matias, L. & Prieto, R. (2010). Serie Fascículos, Tormentas Severas. Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). Recuperado en julio de 2018, de: <http://www.proteccioncivil.es/documents/20486/2d2cb75f-b264-4134-b3d6-7792d35e0ba4>

Respecto al fenómeno hidrometeorológico de tormentas de granizo, el municipio de San Nicolás de los Ranchos presenta un índice de peligro alto, de 2 – 5 días durante el año (Tabla 25), (Figura 20) (Ver en Anexos de Mapa de Amenazas – Tormentas de Granizo).

Tabla 25. Indicadores por tormenta de granizo en el municipio de San Nicolás de los Ranchos

FENÓMENO	TORMENTAS DE GRANIZO
ÍNDICE DE PELIGRO POR TORMENTAS DE GRANIZO	Alto
NÚMERO DE DÍAS CON GRANIZO, AL AÑO EN LA REPÚBLICA MEXICANA	2 – 5

Fuente: Elaboración propia con base en Fenómenos Perturbadores. Recuperado de <http://www.atlasmnacionalderiesgos.gob.mx/app/fenomenos/>.



Fuente: Elaboración propia con base en fenómenos perturbadores CENAPRED. Recuperado de <http://www.atlasmnacionalderiesgos.gob.mx/app/fenomenos/>.

Figura 20. Mapa de Amenazas – Tormentas de Granizo

### • Sequías

Se entiende como sequía al déficit de lluvias durante un periodo de tiempo prolongado: una temporada, uno, o varios años, esto en relación con la media estadística multianual de la región en cuestión. Sus efectos pueden ser devastadores en la agricultura y las reservas de agua; provocando a su vez: hambrunas, epidemias, y desplazamientos de poblaciones.

En ocasiones, las comunidades rurales son capaces de hacer frente a periodos sucesivos de escasez de lluvia, pérdida de cultivos o ganado. La situación se convierte en emergencia cuando las personas agotan sus recursos adquisitivos, reservas alimenticias, bienes y mecanismos habituales para salir adelante.<sup>[31]</sup>

Con base en la plataforma virtual del CENAPRED, el municipio presenta un índice de peligro medio por sequía (Tabla 26).

Tabla 26. Indicadores de sequías en el municipio de San Nicolás de los Ranchos

FENÓMENO	SEQUÍA
DURACIÓN DE LA SEQUÍA PROMEDIO DE (AÑOS)	2 - 3
ÍNDICE DE PELIGRO	Alto

Fuente: Elaboración propia con base en Fenómenos Perturbadores. Recuperado de <http://www.atlasmnacionalderiesgos.gob.mx/app/fenomenos/>.

### Declaratoria

Se declaró como Zona de Contingencia Climatológica, afectada por sequía atípica, impredecible y no recurrente ocurrida del 1° de junio al 31 julio de 2009, a diversos municipios del Estado de Puebla, siendo **San Nicolás de los Ranchos**, uno de los municipios perjudicados.<sup>[32]</sup>

[31] Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja (IFRC). (2009). Sequías. Recuperado en julio de 2018, de: <http://www.ifrc.org/es/introduccion/disaster-management/sobre-desastres/definicion-de-peligro/sequias/>

[32] DOF. (2009). Declaratoria de Contingencia Climatológica para efectos de las Reglas de Operación del Programa de Atención a Contingencias Climatológicas (PACC), en virtud de los daños a consecuencia de la sequía atípica, impredecible y no recurrente que afectó a los municipios del Estado de Puebla. Recuperado en julio de 2018, de: [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5123654&fecha=08/12/2009](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5123654&fecha=08/12/2009)

## 2.1.2 Fenómenos geológicos

### • Heladas

La definición de helada se refiere a la formación de cristales de hielo sobre las superficies, tanto por congelación del rocío como por un cambio de fase de vapor de agua a hielo. De igual forma, es la ocurrencia de una temperatura del aire de 0 °C o inferior.<sup>[33]</sup>

Este fenómeno puede provocar pérdidas a la agricultura y afectar a la población de las zonas rurales y ciudades. La severidad de una helada depende de la disminución de la temperatura del aire y de la resistencia de los seres vivos a ella.<sup>[34]</sup>

El municipio de San Nicolás de los Ranchos presenta un índice de peligro medio, así como 61 a 120 días con heladas por municipio (Tabla 27).

Tabla 27. Indicadores de heladas en el municipio de San Nicolás de los Ranchos

FENÓMENO	HELADAS
NÚMERO DE DÍAS CON HELADAS POR MUNICIPIO	61 - 120
ÍNDICE DE PELIGRO	Medio

Fuente: Elaboración propia con base en Fenómenos Perturbadores. Recuperado de <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/app/fenomenos/>.

### Declaratoria

Declaratoria de Desastre Natural perturbador en el sector agropecuario, acuícola y pesquero, a consecuencia de la helada ocurrida el día 09 de septiembre de 2011 y en virtud de los daños ocasionados por dicho fenómeno meteorológico, en **San Nicolás de los Ranchos** y otros municipios pertenecientes al Estado de Puebla.<sup>[35]</sup>

[33] INSIVUMEH. (2018). Meteorología. Heladas. Recuperado en julio de 2018, de: [http://www.insivumeh.gob.gt/?page\\_id=1715](http://www.insivumeh.gob.gt/?page_id=1715)

[34] Matias, L., Fuentes, Ó., & García, F. (2001). Serie Fascículos. Heladas. Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). Recuperado en julio de 2018, de: <http://www.cenapred.unam.mx/es/DocumentosPublicos/PDF/SerieFasciculos/heladas.pdf>

[35] DOF. (2011). Declaratoria de Desastre Natural Perturbador en el sector agropecuario, acuícola y pesquero a consecuencia de la helada y en virtud de los daños ocasionados por dicho fenómeno meteorológico, que afectó San Nicolás de los Ranchos, del estado de Puebla. Recuperado en julio de 2018, de: <https://normateca.sagarpa.gob.mx/sites/default/files/normateca/Documentos/Declaratoria%20helada%20Estado%20de%20Puebla.pdf>

#### • Ondas gélidas.

Las ondas gélidas se exponen como un fuerte enfriamiento del aire (helada de irradiación) o una invasión de aire muy frío (helada de advección) que se extiende sobre un amplio territorio. Su desarrollo es breve, de 3 a 4 días, aunque se puede prolongar a una semana.

Representa un riesgo para la población debido a que origina enfermedades en las vías respiratorias, incrementando la morbilidad, especialmente en los grupos vulnerables como bebés, ancianos y personas en situación de marginación.<sup>[36]</sup>

Las ondas gélidas manifiestan un índice de peligro medio en el municipio de San Nicolás de los Ranchos (Tabla 28).

Tabla 28. Indicadores de ondas gélidas en el municipio de San Nicolás de los Ranchos

FENÓMENO	ONDAS GÉLIDAS
GRADO DE PELIGRO POR BAJAS TEMPERATURAS CONSTRUIDO CON LOS ÍNDICES DE TEMPERATURA MÍNIMA Y DÍAS CON HELADAS	Medio
DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA MÍNIMA EXTREMA POR MUNICIPIO	(0 - 6)

Fuente: Elaboración propia con base en Fenómenos Perturbadores. Recuperado de <http://www.atlasmnacionalderiesgos.gob.mx/app/fenomenos/>.

#### • Ondas cálidas

El calentamiento importante del aire o invasión de aire muy cálido sobre una zona muy extensa, suele durar unos días o unas semanas. Dentro de las principales afectaciones que puede provocar son: la insolación, así como agotamiento por calor y golpe de calor.<sup>[37]</sup>

Con base en información obtenida del Atlas Nacional de Riesgos perteneciente al Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), para el municipio de San Nicolás de los Ranchos, las ondas cálidas presentan un nivel de peligro bajo (Tabla 29).

Tabla 29. Indicadores de ondas cálidas en el municipio

FENÓMENO	ONDAS CÁLIDAS
ÍNDICE DE PELIGRO	Bajo

Fuente: Elaboración propia con base en Fenómenos Perturbadores. Recuperado de <http://www.atlasmnacionalderiesgos.gob.mx/app/fenomenos/>.

[36] SIGEMA (2015). Atlas de Riesgos del Municipio de Querétaro. Ondas gélidas. Recuperado en julio de 2018, de: <http://72.14.184.134/municipio/archivos/trans:Atlas%20de%20Riesgos%20de%20Queretaro.pdf>

[37] Coordinación Nacional de Protección Civil. (2017). ¿Qué son los fenómenos hidrometeorológicos? Coordinación Nacional de Protección Civil. Recuperado en julio de 2018, de: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment\\_data/file/253104/1\\_Qu\\_son.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment_data/file/253104/1_Qu_son.pdf)

## 2.1.2 Fenómenos geológicos

Los fenómenos geológicos son aquellos en los que intervienen la dinámica interna y externa de las tres capas concéntricas del planeta tierra: núcleo, manto y corteza. Los daños asociados a un determinado proceso geológico dependen de: la velocidad, magnitud y extensión del mismo; los movimientos del terreno pueden ocurrir de forma violenta y catastrófica como son los terremotos, grandes deslizamientos repentinos y hundimientos.

El estudio de susceptibilidad y/o peligro que tiene un mayor impacto en la zona de estudio, se realizó mediante un análisis con base en la clasificación del apartado de capas del Atlas Nacional de Riesgos. En seguida, se explican los fenómenos geológicos presentes en el municipio de San Nicolás de los Ranchos (Tabla 30).

Tabla 30. Fenómenos geológicos que afectan el municipio de San Nicolás de los Ranchos

FENÓMENO GEOLÓGICOS	NIVEL DE ANÁLISIS		CARACTERÍSTICAS
INESTABILIDAD DE LADERAS	Susceptibilidad	Muy alto Alto Medio Bajo Muy bajo	El municipio de San Nicolás de los Ranchos no pertenece a ninguna región potencial de deslizamiento (ANR, CENAPRED).
SISMOS	Peligro	Alto	Regionalización sísmica (CFE, 2015) indica que el municipio se encuentra en la zona C que corresponde a un peligro sísmico alto y se ubica en un indicador Global de intensidades de VII con base en CENAPRED.
VULCANISMO	Peligro	Alto	De acuerdo con el CENAPRED, el municipio de San Nicolás de los Ranchos presenta peligro alto por caída de materiales volcánicos.

Fuente: Elaboración propia con base en Fenómenos Perturbadores. Recuperado de <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/app/fenomenos/>.

#### • Inestabilidad de laderas

Los procesos de remoción en masa, movimientos de ladera, procesos gravitacionales y movimiento del terreno, se consideran también como inestabilidad de laderas. La inestabilidad de laderas está determinada, tanto en su origen como en su desarrollo, por diferentes mecanismos que son los caídos o derrumbes, flujos, deslizamientos y las expansiones o desplazamientos laterales. Cuando el mecanismo inicial de un movimiento se transforma en otro(s), se nombra movimiento complejo.

Entre las actividades humanas que pueden desencadenar problemas de inestabilidad de laderas se pueden contar: actividades de construcción que involucran cambios en la pendiente natural del terreno y que alteran el régimen natural de escurrimiento del agua superficial y subterránea; cambios en la pendiente natural del terreno, resultantes de la construcción de terrazas para uso agrícola; deforestación y la actividad minera.<sup>[38]</sup>

El municipio de San Nicolás de los Ranchos tiene una susceptibilidad por laderas que va de muy bajo a muy alto, con base al registro de fenómenos del CENAPRED (Tabla 32) (Figura 21), (ver en Anexos de Mapa de Amenazas – Inestabilidad de laderas). En la Tabla 31 se describen los mecanismos básicos de inestabilidad.

[38] Alcántara, I., Echavarría, A., Gutiérrez, C., Domínguez, L., & Noriega, I. (2003). Serie Fascículos. Inestabilidad de laderas. Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). Recuperado en julio de 2018, de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/data/file/89642/Fasciculo\\_Inestabilidad\\_Laderas.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/data/file/89642/Fasciculo_Inestabilidad_Laderas.pdf)

## 2.1.2. Fenómenos geológicos

Tabla 31. Características de los mecanismos de inestabilidad de laderas

TIPO DE MECANISMO	CARACTERÍSTICAS
Caidos o derrumbes	Movimientos repentinos de suelos y fragmentos aislados de rocas que se originan en pendientes abruptas y acantilados, por lo que los movimientos son de caída libre, rodando y rebotando.
Flujos	Movimientos de suelos y/o fragmentos de rocas ladera abajo, donde sus movimientos son relativos dentro de la masa que se desliza o mueve sobre una superficie de falla.
Deslizamientos	Movimientos de una masa de materiales térreos pendiente abajo, delimitada por una o varias superficies, planas o cóncavas, sobre las que se desliza el material inestable.
Expansiones o desplazamientos laterales	Movimientos que ocurren en pendientes suaves, casi horizontales. Adquieren el comportamiento de un fluido como consecuencia de las vibraciones causadas por un sismo.

Fuente: Elaboración propia con base en Inestabilidad de laderas. CENAPRED. Recuperado de: <http://www.cenapred.unam.mx/es/DocumentosPublicos/PDF/SerieFasciculos/fasciculoladeras2.pdf>

Tabla 32. Fenómeno de inestabilidad de laderas para el municipio de San Nicolás de los Ranchos

FENÓMENO GEOLÓGICO	NIVEL DE SUSCEPTIBILIDAD / PELIGRO	
INESTABILIDAD DE LADERAS	Susceptibilidad	Muy bajo – Muy alto

Fuente: Elaboración propia con base en Fenómenos Perturbadores. Recuperado de <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/app/fenomenos/>.

A través de la información otorgada por Protección Civil y autoridades municipales se tiene el conocimiento de eventos registrados en las demarcaciones de San Pedro Yancuitlalpan y la cabecera municipal, donde se suscitó un deslizamiento a causa del sismo ocurrido el pasado 19 de septiembre; de igual forma se indicó que la barranca Huiloac es un sitio en el cual acontecen frecuentes deslizamientos, en este caso el factor que desencadena la inestabilidad son las lluvias.

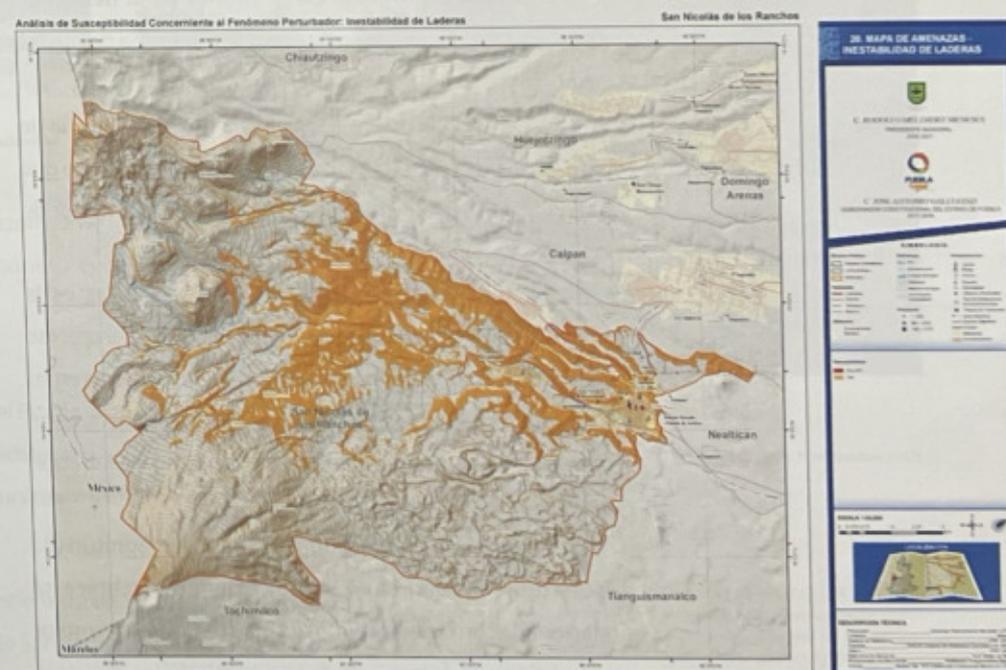


Figura 21. Mapa de Amenazas – Inestabilidad de Laderas

Fuente: Elaboración propia con base en Fenómenos Perturbadores. Recuperado de <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/app/fenomenos/>.

### • Sismos

Los sismos se originan en el interior de la tierra y se propaga por ella en todas direcciones en forma de ondas. Son de corta duración e intensidad variable y son producidos a consecuencia de la liberación repentina de energía. Paradójicamente, poseen un aspecto positivo que es el de proporcionarnos información sobre el interior de nuestro planeta.

Aunque la interacción entre placas tectónicas es la principal causa de los sismos no es la única. Cualquier proceso que pueda lograr grandes concentraciones de energía en las rocas puede generar sismos cuyo tamaño dependerá, entre otros factores, de qué tan grande sea la zona de concentración del esfuerzo.<sup>[39]</sup>

Los sismos se miden usando la escala de magnitud y la escala de intensidad. La escala de Magnitud o Richter está relacionada con la energía que se libera durante un temblor y se obtiene en forma numérica a partir de los registros obtenidos con los sismógrafos. La escala de Intensidad o de Mercalli está asociada a un lugar determinado y se asigna en función a los daños o efectos causados al hombre y a sus construcciones.<sup>[40]</sup>

La Comisión Federal de Electricidad (CFE) realizó en 2015 una regionalización sísmica, donde se clasificaron las siguientes zonas:

- La zona A es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a 10 % de la aceleración de la gravedad.
- Las zonas B y C son zonas intermedias, donde se registran sismos poco frecuentes o zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70 % de la aceleración del suelo.
- La zona D es una zona donde se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70 % de la aceleración de la gravedad.

El municipio presenta un indicador de peligro por Regionalización Sísmica alto (Tabla 33) y se encuentra en la clasificación C (CFE, 2015); (ver Figura 24) y para una mejor visualización, se pide consultar en Anexos de Mapa de Amenazas – Sismos).

[39] SGM. (2017). Riesgos geológicos. Causas, características, e impactos. Sismos. Recuperado en julio de 2018, de: <https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Riesgos-geologicos/Sismologia-de-Mexico.html>

[40] Sistema Nacional de Protección Civil. (2014). Manual de Protección Civil. Sismos. Recuperado en julio de 2018, de: <http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/293-MANUALDEPROTECCIONCIVIL.PDF>

Tabla 33. Fenómeno de sismos para el municipio de San Nicolás de los Ranchos

FENÓMENO GEOLÓGICO	INDICADOR GLOBAL DE INTENSIDADES	REGIONALIZACIÓN SÍSMICA
SISMOS	VII	Alto (zona C)

Fuente: Elaboración propia con base en Fenómenos Perturbadores. Recuperado de <http://www.atlasmnacionalderiesgos.gob.mx/app/fenomenos/>.

Con base en información de diversas fuentes de información como periódicos digitales, se encontraron diversos eventos históricos en el municipio.

#### Declaratoria

Se declaró Emergencia Extraordinaria para 112 municipios del Estado de Puebla, por la presencia de sismo magnitud 7.1 en la escala de Richter, el día 19 de septiembre de 2017, entre ellos se encuentra el municipio de **San Nicolás de los Ranchos**.<sup>[41]</sup>

**17 de septiembre de 2017:** Debido al temblor del 7 de septiembre de 2017, el museo comunitario Teotón, ubicado en la localidad de San Pedro Yancuitlalpan, perteneciente al municipio de San Nicolás de los Ranchos, sufrió severas fracturas en el inmueble y cerró las puertas a visitantes (Figura 22).<sup>[42]</sup>



Figura 22. Fracturas en el museo comunitario Teotón

Fuente: Ángulo 7 (septiembre 2017).

[41] DOF. (2017). Declaratoria de Emergencia Extraordinaria por la presencia de sismo magnitud 7.1 en la escala de Richter con epicentro a 12 km al sureste del municipio de Aochiapan en el Estado de Morelos, el día 19 de septiembre de 2017, en 112 municipios del Estado de Puebla.

[42] Ángulo 7. (2017). Por daños en infraestructura, cierra museo en San Nicolás de los Ranchos. Puebla: Ángulo 7.

**09 de julio de 2018:** Tras el sismo del 19 de septiembre de 2017, productores de nuez de castilla de San Nicolás de los Ranchos resultaron afectados debido a que el movimiento telúrico tiró nueces que no alcanzaron a madurar (Figura 23).<sup>[43]</sup>



Figura 23. Afectación a productores de nuez de castilla

Fuente: Municipios (julio 2018).

[43] Municipios. (2018). Sismo afectó producción de nuez en San Nicolás de los Ranchos, Puebla: Municipios. Recuperado en julio de 2018, de: <http://municipiospuebla.mx/nota/2018-07-09/al-momento/sismo-afect%C3%B3-producci%C3%B3n-de-nuez-en-san-nicol%C3%A1s-de-los-ranchos>

Fuente: Elaboración propia con base en fenómenos perturbadores CENAPRED. Recuperado de <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/app/fenomenos/>.

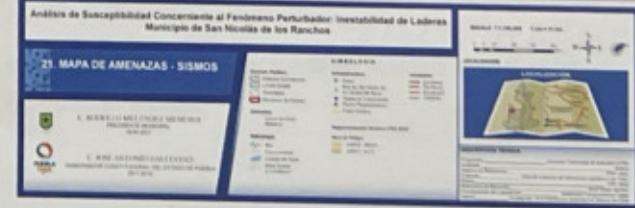
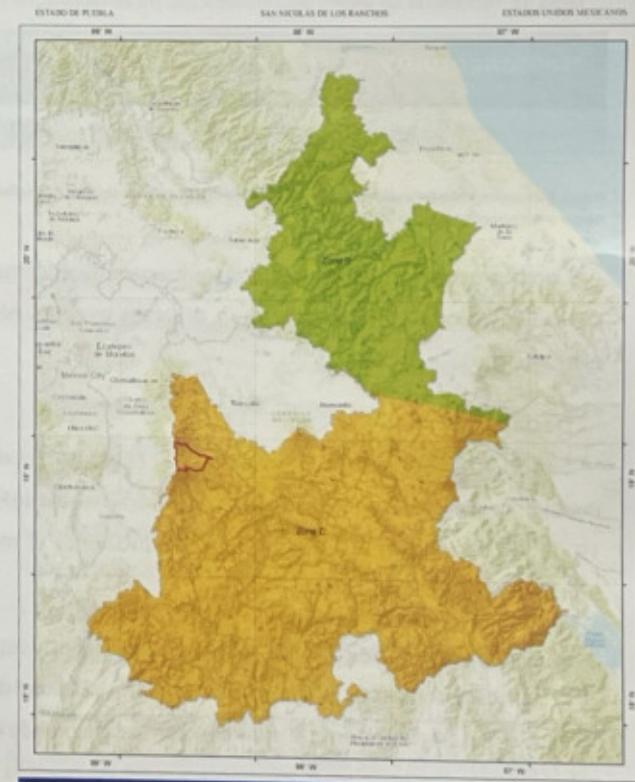


Figura 24. Mapa de Amenazas – Sismos

#### • Erupciones volcánicas

Las erupciones volcánicas son emisiones de mezclas de roca fundida rica en materiales volátiles (magma), gases volcánicos que se separan de éste (vapor de agua, bióxido de carbono, bióxido de azufre y otros) y fragmentos de rocas de la corteza arrastrados por los anteriores. Estos materiales pueden ser arrojados con distintos grados de violencia, dependiendo de la presión de los gases provenientes del magma o de agua subterránea sobrecalentada por el mismo. Cuando la presión dentro del magma se libera a una tasa similar a la que se acumula, el magma puede salir a la superficie sin explotar. En este caso se tiene una erupción efusiva. La roca fundida emitida por un volcán en estas condiciones sale a la superficie con un contenido menor de gases y se llama lava. Si el magma acumula más presión de la que puede liberar, las burbujas crecen hasta tocarse y el magma se fragmenta violentamente, produciendo una erupción explosiva.

Los volcanes que se forman por la acumulación de materiales emitidos por varias erupciones a lo largo del tiempo geológico se llaman poligenéticos o volcanes centrales. Existe otro tipo de volcanes que nacen, desarrollan una erupción que puede durar algunos años y se extinguen sin volver a tener actividad. En lugar de ocurrir otra erupción en ese volcán, puede nacer otro volcán similar en la misma región. A este tipo de volcán se le denomina monogenético y es muy abundante en México. Los volcanes Xitle, Jorullo y Parícutín son de este tipo, y se encuentran en regiones donde abundan conos monogenéticos similares. Generalmente, los volcanes de este tipo son mucho más pequeños que los volcanes centrales y en su proceso de nacimiento y formación producen erupciones menos intensas.<sup>[44]</sup>

[44] CENAPRED. (2001). Diagnóstico de peligros e identificación de riesgos de desastres en México. Volcanes. Recuperado en julio de 2018, de: <http://www.cenapred.unam.mx/es/DocumentosPublicos/PDF/SerieEspecial/diagnostico.pdf>

Con base en la plataforma virtual del CENAPRED, el municipio presenta peligro alto ante el fenómeno de vulcanismo, como se muestra en la (Tabla 34), (Figuras 25, 26 y 27) (Ver en Anexos de Mapa de Amenazas – Vulcanismo).

Tabla 34. Fenómeno de volcanes para el municipio de San Nicolás de los Ranchos

FENÓMENO GEOLÓGICO	NIVEL DE PELIGRO	
VULCANISMO	Mayor probabilidad de caída de cenizas	
	Zona de peligro por caída de materiales volcánicos	Moderado - Alto
	Área de por lo menos 10 cm de Tefra	Expuesto
	Peligro por flujo de material volcánico	Mayor
	Grandes flujos de lodo	Expuesto

Fuente: Elaboración propia con base en Fenómenos Perturbadores. Recuperado de <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/app/fenomenos/>.

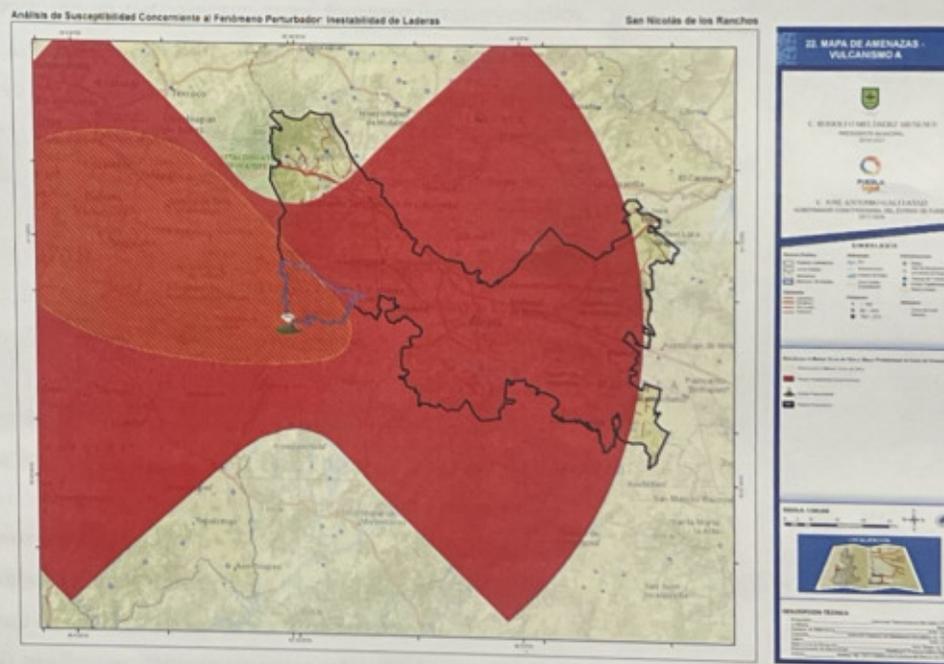


Figura 25. Mapa de Amenazas– Vulcanismo A

Fuente: Elaboración propia con base en Fenómenos Perturbadores. Recuperado de <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/app/fenomenos/>.

# 2.5 NIVEL DE ANÁLISIS

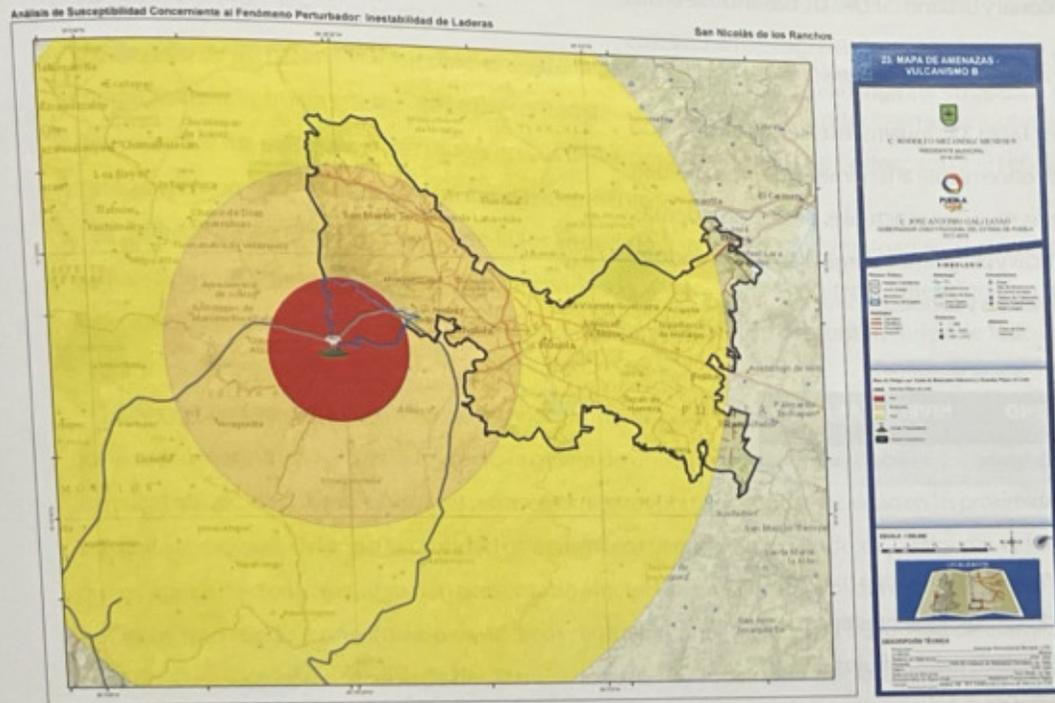


Figura 26. Mapa de Amenazas- Vulcanismo B

Fuente: Elaboración propia con base en Fenómenos Perturbadores. Recuperado de <http://www.atlasmnacionalderiesgos.gob.mx/app/fenomenos/>.

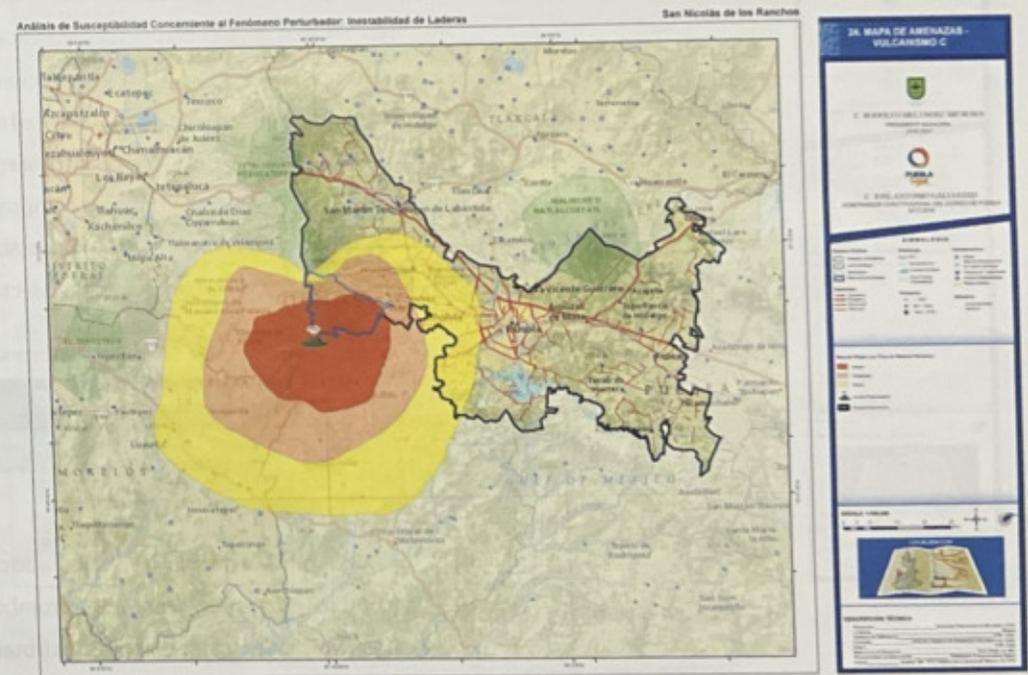


Figura 27. Mapa de Amenazas- Vulcanismo C

Fuente: Elaboración propia con base en Fenómenos Perturbadores. Recuperado de <http://www.atlasmnacionalderiesgos.gob.mx/app/fenomenos/>.

## 2.2 NIVEL DE ANÁLISIS

La realización de este estudio se llevó a cabo con los fundamentos descritos en la clasificación hecha por la Secretaría de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano (SEDATU), basándose en los Términos de Referencia para la Elaboración de un Atlas de Peligros y/o Riesgos 2016. En estos términos, se determinó que el municipio de San Nicolás de los Ranchos es afectado por el fenómeno Perturbador de inestabilidad de laderas (Tabla 35). Igualmente, se ha considerado que la elaboración de un estudio de susceptibilidad concerniente al fenómeno de inestabilidad de laderas no solo contribuirá a la comprensión de las situaciones actuales de la zona, además será una herramienta primordial para establecer tácticas y programas a largo plazo enfocándose en las prevenciones contra posibles afectaciones sociales y socioeconómicas.

Tabla 35. Nivel de análisis de la amenaza identificada

ORIGEN DEL FENÓMENO	FENÓMENO	NIVEL DE ANÁLISIS
GEOLÓGICO	Inestabilidad de laderas	Susceptibilidad

Fuente: Elaboración propia.

**Inestabilidad de laderas:** es definido como un movimiento de una masa de roca, tierra o escombros en una pendiente. Los derrumbes se dividen en los siguientes tipos de movimiento: caídos, volcamientos, deslizamientos (rotacionales, traslacionales) y flujos.<sup>[45]</sup>

**Amenaza:** Una condición que expresa la probabilidad de que ocurra una amenaza particular dentro de un período de tiempo definido y área.<sup>[46]</sup>

**Susceptibilidad:** Una evaluación cuantitativa o cualitativa del volumen (o área) y la distribución espacial de los deslizamientos de tierra, que existen o potencialmente pueden ocurrir en un área. La susceptibilidad también puede incluir una descripción de la velocidad e intensidad del derrumbe potencial o existente.<sup>[46]</sup>

[45] British Geological Survey (BGS). (2017). What is a landslide?. UK: BGS. Recuperado en junio 2018, de <https://www.bgs.ac.uk/landslides/whatis.html>

[46] Corominas, J., Einstein, H., Davis, T., Strom, A., Zuccaro, G., Nadim, F., & Verdú, T. (2015). Glossary of Terms on Landslides Hazard and Risk. Engineering Geology for Society and Territory, 2, 1778. Recuperado en junio 2018, De Springer International Publishing Switzerland Base de datos.

Durante el levantamiento en campo que se realizó en el municipio, Protección Civil indicó algunas zonas de interés respecto a las afectaciones sobre inestabilidad de laderas, de las cuales en este apartado se hará una breve mención.

**16 de julio de 2017:** En las inmediaciones de la Barranca Huiloac al Oeste de la comunidad de Santiago Xalitzintla, frecuentemente se presentan deslizamientos debido principalmente a intensas lluvias; aunque no existen zonas rurales en sus cercanías, autoridades de Protección Civil señalan esta región como susceptible a presentar deslizamientos.

**16 de julio de 2017:** Al Noroeste de la localidad de San Pedro Yancuitalpan existen laderas que han sido cortadas para el desarrollo de caminos y viviendas; los habitantes mencionaron que cada temporada de lluvias, entre los meses de julio y agosto, se presentan flujos de lodo que afectaron sus hogares.

**19 de septiembre del 2017:** Al Sur de la cabecera municipal se registraron deslizamientos provocados por el sismo magnitud 7.1 Mw que afectó la galera de una casa que se encontraba en los límites de la Barranca Huiloac, del mismo modo, existen asentamientos humanos que se localizan en las proximidades del punto levantado, debido a la cantidad de escombros pendiente debajo de lo que alguna vez fueron muros y pisos, se deduce que ya han presentado afectaciones dada su ubicación.

Del mismo modo, consultando periódicos digitales como parte de la búsqueda de elementos históricos respecto al fenómeno de deslizamientos que hayan causado afectaciones en el municipio, se tiene la siguiente noticia:

**6 de septiembre del 2017:** Ocurren pequeños deslaves causados por las lluvias, lo que provoca la circulación lenta de los vehículos en algunas tramos de la ruta de evacuación Paso de Cortés del Volcán Popocatepetl, afectando las comunidades de Santa María Acuexcomac, junta auxiliar de San Pedro Cholula y el municipio de **San Nicolás de los Ranchos**, sobre todo cerca de puentes y en zonas a desnivel.<sup>[47]</sup>

Para más detalle, se recomienda ver la sección 2.7 Levantamiento en Campo y visualizar en anexos el Mapa de Históricos por Susceptibilidad de Laderas (Figura 28).



Figura 28. Mapa de Históricos por Inestabilidad de Laderas

Fuente: Periódicos digitales.

[47] Rojas, M. (2017). Deslaves aleentan circulación de autos en carretera Paso de Cortés, Municipios. Recuperado en junio 2018 de <http://municipiospuebla.mx/nota/2017-09-06/san-pedro-cholula/deslaves-aleentan-circulacion-de-autos-en-carretera-paso-de-cortes>

## 2.2 NIVEL DE ANÁLISIS

### 2.2.1 Inestabilidad de laderas

De acuerdo con el CENAPRED, el deslizamiento de una ladera es un término general que se emplea para designar a los movimientos talud debajo de materiales térreos, que resultan de un desplazamiento hacia abajo y hacia afuera de suelos, rocas y vegetación, bajo la influencia de la gravedad. Estas inestabilidades se caracterizan porque los materiales que componen la masa fallada se pueden mover por derrumbe o caída, deslizamiento, flujo y desplazamiento lateral.

Los deslizamientos de tierra sucedidos en el pasado son responsables de las características topográficas del paisaje natural actual (CENAPRED, 1996). La inestabilidad de las laderas depende de la acción conjunta de varios factores diferentes (Cooke & Doornkamp, 1974; Crozier, 1984; Chacón *et al.*, 1993, Irigaray, 1995). Entre los factores más importantes que rigen el comportamiento de las laderas naturales se distinguen tres tipos: geomorfológicos, internos y climáticos (CENAPRED, 2001).

- **Factores geomorfológicos.** El primero de estos factores está relacionado directamente con la topografía de la región y la geometría propia de los taludes involucrados. El segundo factor está relacionado con las discontinuidades y la estratificación del material térreo que conforma a la ladera.
- **Factores internos.** Estos son las propiedades mecánicas de resistencia, deformabilidad y compresibilidad de rocas y/o suelos que conforman los cerros y formas del relieve en general. Además, un factor interno importante es el estado de esfuerzos que actúa en el interior de una masa de material, según el peso propio de éste; factores internos adicionales son la acción erosiva o desgaste de la naturaleza y la actividad humana. Estos factores controlan directamente a los diversos mecanismos de falla.

## 2.2.1.3 Mecanismos principales en los movimientos de ladera

**Factores climáticos.** A estos los representa el régimen de precipitaciones pluviales, tanto normales como extraordinarias; que pueden afectar a una región determinada.

Tener herramientas adecuadas para la prevención de desastres de este tipo representa la diferencia entre poner a salvo a los habitantes de una zona y evitar así el uso de recursos para la atención de emergencias ante la ocurrencia de este fenómeno.

### 2.2.1.1 Tipos de materiales

La naturaleza de los materiales involucrados depende directamente de la distinción entre materiales cohesivos (tierra) y no cohesivos (derrubios).

**Tierra.** Material cuyos fragmentos son finos (arenas, limos y arcillas), los cuales contienen el 80 % o más de partículas de diámetro menor a 2 mm. Cuando el contenido de limo y arcilla prevalece sobre la arena, a este material se le considera barro.

**Derrubios.** Consisten en fragmentos de composición granulométrica gruesa (gravas y bloques), considerando así un suelo que contiene entre el 20 y el 80% de diámetro mayor a 2 mm.

## 2.2.1.2 Mecanismos principales en los movimientos de ladera

Hay una diversidad de clasificaciones de los movimientos de ladera (Tabla 36). La clasificación de los procesos de remoción en masa más aceptada y aplicada a nivel internacional se basa en el mecanismo del movimiento, por lo que, de manera general, estos movimientos se dividen en caídas o desprendimientos, vuelcos o desplomes, deslizamientos, expansiones laterales, flujos y movimientos complejos, que a su vez se subdividen de acuerdo con los materiales formadores, los cuales pueden ser rocas, detritos o derrubios y suelos (Alcántara, 2000).

- **Desprendimientos o caídas**

Los desprendimientos o caídas (Figura 29) son los 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. Se clasifican de manera general en caídas o desprendimiento de rocas, caídas o desprendimiento de detritos y caídas o desprendimientos de suelo. La velocidad de estos movimientos puede ser rápida o extremadamente rápida, a excepción de cuando la masa desplazada sufre socavamiento o incisión, y el desprendimiento o caída es precedido por deslizamientos o vuelcos que separan el material desplazado de la masa intacta (Cruden & Varnes, 1996).

- **Vuelcos o desplomes**

Un vuelco o desplome (Figura 30) consiste en la rotación de una masa de suelo, detritos o roca en torno a un eje o pivote determinado por su centro de

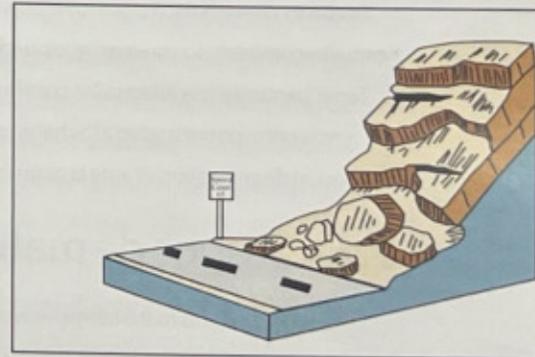


Figura 29. Desprendimiento de rocas

Fuente: USGS (2008).

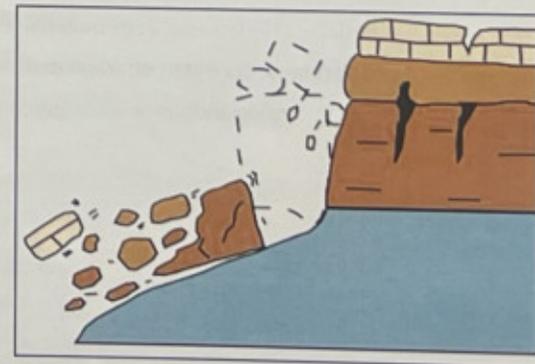


Figura 30. Vuelco de rocas

Fuente: USGS (2008).

gravedad. Su movimiento es hacia adelante o hacia la parte externa, por lo cual involucra inclinación o basculamiento, pero no implica colapso. Se clasifican en vuelcos o desplome de rocas, de derrubios o detritos de suelos.

• **Deslizamientos**

Los deslizamientos son movimientos ladera debajo de una masa de suelo (Figura 31), detritos o roca, la cual ocurre sobre una superficie reconocible de ruptura. 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 y las superficies planas a los deslizamientos planos. La velocidad y extensión de este tipo de movimientos es muy variable.

Con base en las etapas del movimiento, los deslizamientos rotacionales se clasifican en simples, múltiples y sucesivos. Los deslizamientos translacionales se subdividen en deslizamientos de roca en bloque, deslizamientos de derrubio en bloque y deslizamientos translacionales de suelos. Los deslizamientos planos se clasifican en simples términos a partir del material involucrado como deslizamientos de rocas, deslizamientos de derrubios y las coladas de barro.

• **Flujos**

Los flujos son movimientos espacialmente continuos (Figura 32), en los que las superficies de cizalla son muy próximas, de poca duración y, por consiguiente, difíciles de observar. 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, flujos o corrientes de derrubios (debris flows) y flujos de arena o suelo (soil flows).

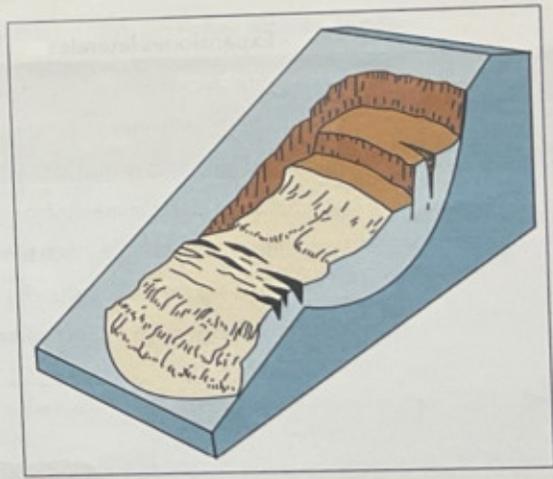


Figura 31. Deslizamiento rotacional  
Fuente: USGS (2008).

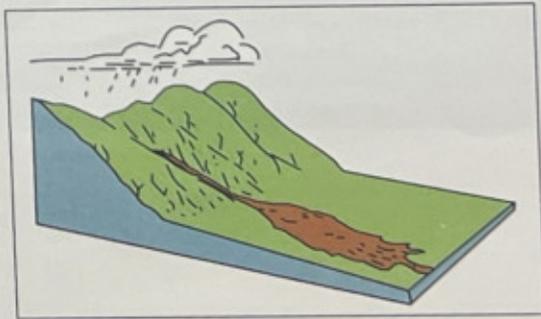


Figura 32. Corriente de derrubios  
Fuente: USGS (2008).

- **Expansiones laterales**

Estos movimientos son resultado de la fracturación y expansión de suelos o masas de roca compactos (Figura 33), debido a la licuefacción o fluidización del material subyacente, ocurren cuando materiales gruesos, como fragmentos de rocas, grava, etc., están inmersos en una matriz de material más fino o contienen arcillas. La superficie de cizallamiento no está bien definida, la masa involucrada se mueve rápida y retrogresivamente, y puede tener una duración hasta de algunos minutos. Los flujos pueden ser desencadenados por movimientos rotacionales o por efectos sísmicos. Se clasifican en expansiones laterales en rocas, en derrubios y en suelos.

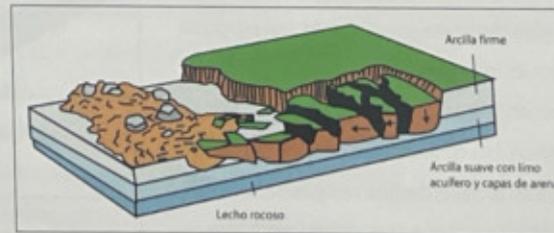


Figura 33. Expansión lateral

Fuente: USGS (2008).

### • Movimientos complejos

Los movimientos complejos ocurren cuando el tipo de movimiento inicial se transforma en otro al ir desplazándose ladera abajo, entre los más importantes cabe destacar los aludes o avalanchas de rocas y los flujos deslizantes. Las avalanchas o aludes de rocas consisten en la movilización a gran distancia de grandes masas de rocas y detritos, los cuales viajan a gran velocidad. Los flujos deslizantes son el resultado del colapso repentino y de gran extensión de una masa de material granular o de detritos que viajan a velocidades rápidas o extremadamente rápidas, como resultado de un efecto perturbador. Por lo general, la morfología resultante es alargada y estrecha, y el área de depósito tiene un espesor relativamente bajo.

Tabla 36. Clasificación de los procesos de remoción de masa

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

Fuente: EPOCH (1993) a partir de la clasificación de Varnes (1978) y Hutchinson (1988).

### 2.2.1.3 Velocidad del movimiento en laderas y su impacto potencial

La velocidad del deslizamiento de una ladera, depende de factores como:

- Tipo de movimiento de tierra
- Inclinación del terreno
- Cantidad de agua que baje por la pendiente

Así también, mientras mayor inclinación presente la ladera, mayor será la velocidad que este alcance. Conocer la velocidad a la que se somete una ladera es de suma importancia para estimar el impacto que ésta tendrá en las poblaciones y comunidades que pueden ser afectadas (Tabla 37).

Tabla 37. Escala de velocidades de los movimientos de ladera

Velocidad	Descripción de la velocidad	Naturaleza del impacto
3 m/s - 5 m/s	7. Extremadamente rápido	Catástrofe de gran violencia
0.3 m/min. - 3 m/min.	6. Muy rápido	Pérdida de algunas vidas, gran destrucción
1.5 m/día - 13 m/mes	5. Rápido	Posible escape y evacuación, estructuras posesiones y equipos destruidos
1.5 m/año - 1.6 m/año	4. Moderado	Estructuras poco sensibles pueden sobrevivir
1.5 m/año - 1.5 m/año	3. Lento	Carreteras y estructuras poco sensibles pueden sobrevivir a través de trabajo de mantenimiento constante
0.06 m/año - 0.016 m/año	2. Muy Lento	Algunas estructuras permanentes no son dañadas y sufren agrietamientos por el movimiento, pueden ser reparadas
	1. Extremadamente lento	No hay daño a las estructuras construidas con criterios de ingeniería formales

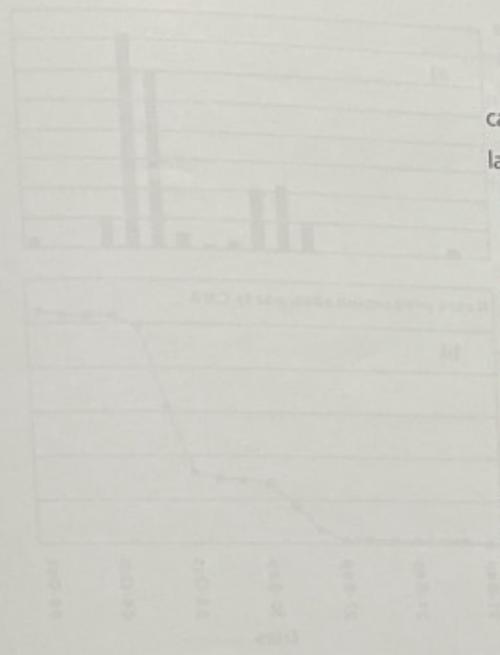
Fuente: Elaboración propia a partir de las clases de velocidades de deslizamiento de la WP/WLI (1995).

### 2.2.1.4 Influencia de la actividad humana en la inestabilidad de laderas

En la actualidad, la actividad producida por el hombre ha desencadenado un sinnúmero de cambios en los procesos naturales que ocurren en el planeta tierra, donde, la inestabilidad de laderas forma parte de dicha lista gracias a actividades tales como:

- Actividades de construcción que involucran cambios de pendiente natural del terreno, alterando así el régimen natural de escurrimiento del agua superficial y subterránea.
- Cambios en la pendiente natural del terreno resultantes de la construcción de terrazas de uso agrícola.
- Deforestación.
- Actividad minera.

Estas actividades suelen realizarse sin prever un riesgo inminente en la estabilidad de laderas, pudiendo así incrementar el ángulo de inclinación de las laderas, disminuyendo el apoyo lateral al pie de las mismas, o sobrecargar la parte alta de un talud potencialmente inestable.



### 2.2.1.5 Casos de ocurrencia de deslizamiento en algunas regiones de México

Históricamente, México ha sido afectado por ciclones tropicales que generan lluvias torrenciales en la mayor parte de su territorio. En este apartado, se presentan algunos de los casos documentados que menciona el CENAPRED en la investigación "Análisis de umbrales de lluvia que detonan deslizamientos y sus posibles aplicaciones en un sistema de alerta temprana por inestabilidad de laderas" por deslizamientos ocurridos en los años 1999 a 2008 donde el principal factor detonante fue la lluvia.

**Caso Teziutlán:** El deslizamiento y flujo de suelos y rocas ocurrido el 5 de octubre de 1999 en la colonia "La Aurora" de la ciudad de Teziutlán, Puebla es uno de los pocos casos documentados en México, para el que se cuenta con registro pluviométrico diario y el conocimiento de las características geotécnicas de los materiales (Mendoza y Noriega, 2000). Se trata en general de rocas volcánicas blandas muy intemperizadas, principalmente tobas y brechas con cementación media, que han dado origen a pequeñas capas inestables de suelos residuales no consolidados, los cuales se reblanecen en contacto con agua. El deslizamiento ocurrió en una ladera de apenas 23° de inclinación y coincidió precisamente con el máximo de la precipitación acumulada para ese temporal. Se generó

una superficie de falla poco profunda, generándose un flujo de suelos de aproximadamente 7, 500 m<sup>3</sup>, arrasando las viviendas asentadas en la colina y provocando la muerte de 110 personas, por lo que fue reconocido como el desastre del decenio.

Con información proporcionada por la CNA, se conoció que los registros de precipitación diaria en Teziutlán fueron los que se indican en la **Figura 34 a**. Las lluvias que cayeron los días 4 y 5 de octubre de 1999 alcanzaron columnas de agua equivalentes a 300 y a 360 mm, respectivamente, contrastando con la media mensual para el mes de octubre en esta región que es de 183 mm. Dos días consecutivos de la semana anterior, se tuvieron precipitaciones diarias de más de 100 mm. Se tiene así, como se muestra en la **Figura 34 b**, que la precipitación acumulada en el lapso de diez días alcanzó poco más de un metro. Esta columna acumulada de agua en diez días casi representó lo que llueve en esta región en un año, ya que la media anual es de 1, 229 mm. Sin duda, debe considerarse que estas precipitaciones extraordinarias se ubican entre las más altas de este siglo, aunque los lugareños reseñan que ya habían sucedido lluvias muy intensas en 1995, al igual que hace algunos decenios, con ocurrencia de pequeños deslizamientos de tierras.

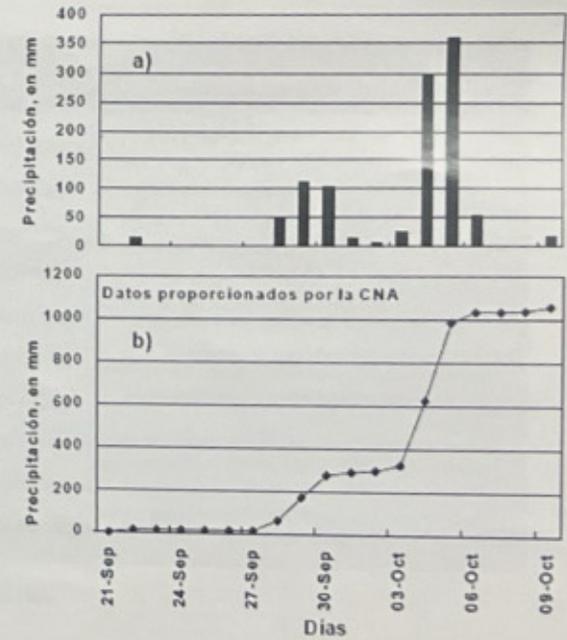


Figura 34. Precipitación a) diaria y b) acumulada en Teziutlán, Pue., septiembre-octubre 1999

## 5.3 METODOLOGÍA

**Caso en la Comunidad de Janna:** Se trata de un deslizamiento rotacional retrógrado con escarpas de falla secundarias distribuidas a lo largo de la masa fallada. Se caracteriza porque la masa fallada aún permanece sobre la superficie principal de falla, aunque presenta agrietamientos de consideración. El cual fue afectado por las lluvias intensas derivadas del frente frío No. 5.

El deslizamiento ocurrido en las inmediaciones de la comunidad de Janna, afectó un tramo de más de 100 m de la carretera que comunica a los municipios de Solosuchiapa con Ixhuatán. En este tramo la carretera quedó desplazada poco más de 5 metros de su posición original con un asentamiento o desnivel de poco más de 3 metros.

**Caso en las Comunidades de Santiago Mitlatongo y Santa Cruz Mitlatongo:** Derivado de las observaciones realizadas en campo se pudo concluir que se trata de un Deslizamiento Traslacional complejo con varias superficies de falla, la litología y los echados de las capas de roca fueron determinantes para la ocurrencia del mismo. Por lo tanto, se consideró que el factor decisivo que detonó los deslizamientos fue la lluvia intensa y prolongada que se presentó a principios de septiembre de 2011.

La superficie de afectación se estimó en 3.12 km<sup>2</sup>, sin embargo, es muy probable que dicha superficie haya aumentado, pues los movimientos del terreno siguen presentes en ambas localidades.

## 2.3 METODOLOGÍA

La elaboración del Análisis Concerniente al Fenómeno Perturbador por Inestabilidad de Laderas para el municipio de San Nicolás de los Ranchos tiene como primer paso la labor de investigación, indagación, recopilación de evidencias, elaboración de la cartografía, observación en campo, comprobación de datos, así como la conformación de la base de datos y el análisis de cada uno de los temas que se abordan en el presente documento con instituciones como SEDATU y CENAPRED.

Cada etapa en el proceso de integración de este documento se ha realizado con base en los lineamientos y criterios para la identificación de las zonas susceptibles y jerarquización de los métodos de estudio. Así, el método de estudio se aborda a partir de la clasificación en orden de complejidad, evidencias de campo, y documentos oficiales.

Siguiendo las bases publicadas por la SEDATU, los niveles de análisis que se abordan son el 1 (Tabla 38) y 2 (Tabla 39). En los siguientes cuadros, se muestra los métodos empleados y se describen las evidencias para cada punto.

Tabla 38. Nivel de análisis 1

NIVEL 1. MÉTODO	MAPA DE AMENAZA EVIDENCIAS
Compilación de información de estudios realizados en el territorio objeto de análisis. 1. Análisis cartográfico: <ul style="list-style-type: none"> <li>Características naturales del territorio (Edafológico, Litológico, Geomorfológico, Uso actual de suelo y vegetación, Fallas y Fracturas, Intensidad de la Cobertura Vegetal, Pendientes)</li> </ul>	Se buscó información sobre deslizamientos, además de históricos dentro del municipio y declaratorias. Se analizaron cada uno de los factores condicionantes, la capa de litología, fallas y fracturas, uso de suelo y vegetación e intensidad de cobertura de vegetación fueron detalladas a partir de imágenes de satélite. Las capas como edafología y geomorfología se tomaron a partir de información pública de INEGI y finalmente, la capa de pendientes se generó a partir de curvas de nivel con cartografía escala 1:5,000.
2. Recorrido de campo para: <ul style="list-style-type: none"> <li>El recorrido de campo se fortalece con el análisis de factores externos tales como la deforestación, acción antrópica (caminos, túneles, terraza, cortes, rellenos, etcétera).</li> </ul>	Se generó un mapa de inventario de deslizamientos y su ficha técnica de caracterización (tipo, longitud, profundidad, etc.). Se tomaron fotografías que mostraron: Laderas inestables, fracturas, árboles inclinados, laderas desestabilizadas, etc.

Fuente: Elaboración propia con base en "Términos de Referencia para la Elaboración de Atlas de Peligros y/o Riesgos 2016" (SEDATU).

Tabla 39. Nivel de detalles 2

NIVEL 2. MÉTODO	MAPA DE SUSCEPTIBILIDAD EVIDENCIAS
<p>1. Elaboración de cartografía especializada (morfometría del relieve):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pendientes</li> </ul>	<p>La capa de pendientes se generó a partir de curvas de nivel con equidistancias verticales a cada 5 m. provenientes de la cartografía a escala 1:5,000 del año 2017 y 2018.</p>
<p>2. Trabajo de campo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Medición de pendientes en una ladera en específico</li> <li>- Levantamiento de información geológico - geomorfológica</li> <li>- Clasificación de laderas como indicador de estabilidad o inestabilidad del terreno</li> <li>- Caracterización los sitios con susceptibilidad a deslizamientos.</li> </ul>	<p>El trabajo de campo se realizó basándose en el Formato de Captura de Datos para el Inventario Nacional de Deslizamientos CENAPRED.</p> <p>Para realizar el análisis de susceptibilidad se utilizaron las capas de los siguientes factores condicionantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Litología</li> <li>✓ Edafología</li> <li>✓ Fallas y Fracturas</li> <li>✓ Geomorfología</li> <li>✓ Pendientes</li> <li>✓ Uso de Suelo y Vegetación</li> <li>✓ Intensidad de Cobertura de Vegetación</li> </ul>
<p>3. Análisis multicriterio con base en cartografía temática. Cartografía geológica, geomorfológica, edafológico, morfométrica, uso del suelo, vegetación.</p>	<p>El mapa de susceptibilidad se creó en función de los factores condicionantes (arriba mencionados) y criterios contemplados en el análisis multicriterio.</p>
<p>4. Verificación por medio de trabajo de campo. Validación de la cartografía generada por análisis multicriterio.</p>	<p>Se realizó el trabajo campo a nivel regional, de primera instancia se verificaron los puntos donde se tuvo algún histórico (en caso de que existir) y con ayuda de Protección Civil y Autoridades Municipales se visitaron algunos lugares de interés, esto permitió corroborar la información generada en gabinete y complementar la información.</p>
	<p>El mapa final de susceptibilidad se clasificó de acuerdo con la siguiente escala de cuantificación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Susceptibilidad muy alta</li> <li>Susceptibilidad alta</li> <li>Susceptibilidad media</li> <li>Susceptibilidad baja</li> <li>Susceptibilidad muy baja</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia con base en "Términos de Referencia para la Elaboración de Atlas de Peligros y/o Riesgos 2016" (SEDATU).

## 2.4 MEMORIA DE CÁLCULO

Los procesos empleados se utilizaron con el objetivo de elaborar el mapa de susceptibilidad por inestabilidad de laderas para el municipio de San Nicolás de los Ranchos. Los datos que fueron utilizados provinieron de las capas que fueron detalladas a partir de imágenes satelitales con una resolución de  $\pm 10$  metros, a través de Sistemas de Información Geográfica (SIG) tomando como base información consultada del Servicio Geológico Mexicano (SGM) escalas 1:50,000 y 1:250,000, así como de la información actualizada que proporciona el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) con escalas 1:250,000 y 1:1,000,000.

Igualmente se tomaron como referencia base las metodologías que marca el CENAPRED (Centro Nacional de Prevención de Desastres) y los Términos de Referencia para la Elaboración de atlas de Peligros y/o Riesgos 2016 (SEDATU). Así mismo, se realizó la revisión de otras propuestas existentes en la literatura en las que se relaciona a las características constructivas del sistema expuesto y el grado de susceptibilidad según la magnitud e intensidad del fenómeno por Inestabilidad de Laderas.

Para construir la susceptibilidad se trabajó a través de la Evaluación Multicriterio, este modelo permite integrar factores condicionantes de la inestabilidad de laderas, se basa en jerarquías analíticas y sumas lineales ponderadas de pesos de factores y clases a través de la matriz de jerarquización analítica de Saaty (1980), para finalmente con el uso de los SIG (Sistemas de Información Geográfica), elaborar el mapa de susceptibilidad.

## 2.4.1 Selección de factores condicionantes

Para la elaboración del mapa de susceptibilidad, es importante conocer los factores condicionantes que desatarán el fenómeno de deslizamiento de laderas. Fue necesario conocer las características físicas del medio natural de la zona de estudio y analizar su importancia en la causa de fenómenos de deslizamientos. Para el caso del municipio, se seleccionaron los siguientes factores:

- Litología
- Geomorfología
- Uso de Suelo y Vegetación
- Fallas y Fracturas
- Edafología
- Pendientes
- Intensidad de Cobertura de Vegetación

## 2.4.2 Elaboración de matriz de jerarquización

Se basó en el Método de Jerarquización Analítica de Saaty para la elaboración de la matriz, el cual es un método de comparación por pares de criterios. Este parte de una matriz cuadrada en el cual el número de filas y columnas se define por el número de criterios a ponderar, estableciendo una matriz de comparación de importancia de cada uno de los criterios con los demás, con el fin de determinar el eigenvector principal, como se muestra en la Figura 35.

1. Se determinó la importancia relativa del criterio de cada fila en relación con el criterio de su columna correspondiente, así, fue preciso completar toda la matriz

## 2.4 MEMORIA DE CÁLCULO

introduciendo el triángulo superior derecho, siendo los valores del triángulo inferior izquierdo los valores inversos a los de las celdas correspondientes.

- Se sumó cada columna para obtener un marginal de columna, y a continuación se generó una nueva matriz mediante la división de cada celda entre el marginal de su columna.
- Finalmente, se calculó la media de los pesos para cada línea.

Factores	Matriz de comparación por pares				Eigenvector principal
	A	B	C	D	
A	X <sub>AA</sub>	X <sub>AB</sub>	X <sub>AC</sub>	X <sub>AD</sub>	W <sub>A</sub>
B	X <sub>BA</sub>	X <sub>BB</sub>	X <sub>BC</sub>	X <sub>BD</sub>	W <sub>B</sub>
C	X <sub>CA</sub>	X <sub>CB</sub>	X <sub>CC</sub>	X <sub>CD</sub>	W <sub>C</sub>
D	X <sub>DA</sub>	X <sub>DB</sub>	X <sub>DC</sub>	X <sub>DD</sub>	W <sub>D</sub>

Figura 35. Esquema del método de jerarquías analíticas para asignación de pesos

Para comparar y asignar valores a los diferentes parámetros involucrados, se realizó con base a una escala preestablecida. En la Figura 36 se proporciona la escala de medida empleada por el método para estimar el coeficiente  $X_{ij}$ .

Nivel de importancia	Definición	Descripción del criterio i, al compararse con j:
1	Igual preferencia	Los dos criterios (i, j) contribuyen de igual manera al proceso de deslizamiento
2	Moderada preferencia	Pasadas experiencias favorecen ligeramente al criterio (i) sobre el otro (j)
3	Fuerte preferencia	Prácticamente la dominancia del criterio (i) sobre el otro (j) está demostrada
4	Absoluta preferencia	Existe evidencia que determina la supremacía del criterio (i)

Figura 36. Escala de Saaty para determinar el valor de  $X_{ij}$

### 2.4.3 Obtención de pesos relativos

Empleando los mapas normalizados se realizó un cruce de variables por pares y luego de un riguroso análisis fue posible emitir un criterio y definir un orden de importancia de los factores ante un posible evento.

### 2.4.4 Cálculo de atributo relativo y valor normalizado

Para el cálculo del atributo relativo de cada clase que conforman los siete factores condicionantes, se utilizó como apoyo el Formato para la Estimación de Susceptibilidad elaborado por CENAPRED (Tabla 40).

Tabla 40. Formato para la estimación de susceptibilidad

FACTORES TOPOGRÁFICOS E HISTÓRICOS				
Factor	Intervalos o categorías	Atributo relativo	Observaciones	Calificación
Inclinación de los taludes	Más de 45°	2	Estimar el valor medio. Úsense clinómetro.	
	35 a 45°	1.8		
	25 a 35°	1.4		
	15 a 25°	1		
	Menos de 15°	0.5		
Altura	Menos de 50 m	0.6	Desnivel entre la corona y el valle o fondo de cañada. Úsense nivelaciones, planos o cartas topográficas. Niveles dudosos con GPS.	
	50 a 100 m	1.2		
	100 a 200 m	1.6		
	Más de 200 m	2		
Antecedentes de deslizamientos en el sitio, área o región.	No se sabe	0.3	Reseñas verosímiles de lugareños.	
	Algunos somero	0.4		
	Si, incluso con fechas.	0.6		

Fuente: CENAPRED.

Tabla 40 (continuación). Formato para la estimación de susceptibilidad

FACTORES GEOTÉCNICOS					
Factores	Intervalos o categorías	Subcategorías	Atributo relativo	Observaciones	Calificación
Tipo de suelos o rocas	Suelos granulares medianamente compactos a sueltos. Suelos que se reblandecen con la absorción de agua. Formaciones poco consolidadas.		1.5 a 2.5	Vulnerables a la erosión; o suelos de consistencia blanda.	
	Rocas metamórficas (lutitas, pizarras y esquistos) de poco a muy intemperizadas.		1.2 a 2		
	Suelos arcillosos consistentes o arenolimosos compactos.		0.5 a 1	Multiplicar por 1.3 si está agrietado.	
	Rocas sedimentarias (areniscas, conglomerados, etc.).		0.3 a 0.6	Multiplicar por 1.2 a 1.5, según el grado de meteorización.	
Aspectos estructurales en formaciones rocosas.	Espesor de la capa de suelo.	Menos de 5 m	0.5	Revisarse cortes o cañadas; o bien, recurrirse a exploración manual.	
		4 a 10 m	1		
		9 a 15 m	1.4		
		14 a 20 m	1.8		
	Echado de la discontinuidad	Menos de 15°		0.3	Ángulo diferencial positivo si el echado es mayor que la inclinación del talud.
24 a 35°			0.6		
Más de 45°		0.9			
Ángulo entre el echado de las discontinuidades y la inclinación del talud.		Más de 10°	0.3		
		0° a 10°	0.5		
	0°	0.7			
	0° a -10°	0.8			
	Más de -10°	1			

Fuente: CENAPRED.

Tabla 40 (continuación). Formato para la estimación de susceptibilidad

FACTORES GEOMORFOLÓGICOS Y AMBIENTALES			
Factor	Intervalo o categoría	Atributo relativo	Observaciones
Evidencias geomorfológicas de "huecos" en laderas contiguas	Inexistentes	0	Formas de conchas o de embudo (flujos).
	Volúmenes moderados	0.5	
	Grandes volúmenes faltantes	1	
Vegetación y uso de tierra	Zona urbana	2	Considérese, no solo la ladera, sino también la plataforma en la cima.
	Cultivos anuales	1.5	
	Vegetación intensa	0	
	Vegetación moderada	0.8	
Régimen del agua en la ladera.	Área deforestada	2	Descartar posibles emanaciones de agua en el talud.
	Nivel freático superficial	1	
	Nivel freático inexistente	0	
	Zanjas o depresiones donde se acumule agua en la ladera o plataforma	1	

Fuente: CENAPRED.

Una vez calculados los valores del atributo relativo de cada subclase se procedió a calcular el valor normalizado a través del método del valor máximo.

## 2.5 RESULTADO DEL ANÁLISIS

## 2.4.5 Cálculo del índice de susceptibilidad

Una vez obtenidos los pesos de los factores, se realizó la suma lineal ponderada de pesos de factores y clases empleando la *Ecuación 1*,<sup>[48]</sup> se obtuvo el índice de susceptibilidad para cada clase.

$$I = \sum_{j=1}^n W_j * X_{ij} \quad \text{Ecuación (1)}$$

Donde:

I= Índice de susceptibilidad

$W_j$  = Peso del factor j

$X_{ij}$  = Peso de la clase i del factor j (Valores normalizados de cada mapa)

n= Número de factores

[48] Abell, A. (2011). Estudio e implementación de un Modelo para la Zonificación de Áreas Susceptibles a Deslizamiento Mediante el Uso de Sistemas de Información Geográfica: Caso de Estudio Sector Quimsacocho (tesis de pregrado). Universidad de Cuenca, Ecuador

## 2.4.6 Elaboración del mapa de susceptibilidad

Finalmente, para generar el mapa de susceptibilidad se hizo uso de los Sistemas de Información Geográfica donde se utilizó el software ArcGIS® de Esri con el programa ArcMap versión 10.5, donde se realizó el cálculo de la susceptibilidad utilizando la fórmula mostrada en la Ecuación 1. Una vez obtenido el mapa final, se procedió a cuantificar los datos con la escala que marca el CENAPRED de Susceptibilidad (Muy bajo, Bajo, Medio, Alto y Muy Alto).

### 2.4.6.1 Generación del mapa de susceptibilidad

- Se cargaron las 7 capas que corresponden a cada uno de los factores condicionantes (mencionados en el punto 2.4.1) de cada capa con su respectivo cálculo del peso del factor por el peso de la clase del factor.
- Se realizó la intersección de los mapas de factores condicionantes para obtener el mapa de susceptibilidad previa a deslizamientos.
- Se sumaron los resultados, donde se combinaron los factores seleccionados y se eliminaron los registros innecesarios.
- Finalmente se generó el mapa de susceptibilidad.

## 2.5 RESULTADO DEL ANÁLISIS

A diferencia de los fenómenos perturbadores de tipo geológico como lo son los sismos y las erupciones volcánicas, una ladera puede ser evaluada de acuerdo a las condiciones que presenta en términos de su estabilidad, si bien, es cierto que la inestabilidad y posteriormente deslizamiento de una ladera es un proceso natural, existen siete factores específicamente que condicionan la ocurrencia de estos (Figura 37). Estos factores constituyen las propiedades y parámetros que contribuyen al desarrollo del mapa de susceptibilidad por deslizamientos de laderas, permitiendo clasificar la susceptibilidad en cinco categorías (Muy Alto, Alto, Medio, Bajo y Muy Bajo). El análisis local permite definir la susceptibilidad relativa ante futuros eventos naturales para el municipio de San Nicolás de los Ranchos.

### Pendientes

Representa la calidad del terreno de manera indirecta debido a los cambios entre los valores de inclinación de las laderas

### Litología

Indica los tipos de roca que afloran en la superficie

### Clasificación de vegetación y uso de suelo

Ocupación actual de los diferentes usos de suelo y tipos de vegetación existentes

### Geomorfología

Disposición de los elementos orográficos en la zona de estudio

### Fallas y fracturas

Presencia de discontinuidades en el macizo rocoso

### Intensidad de vegetación

Densidad de la cobertura vegetal

Mapa de susceptibilidad por inestabilidad de laderas

Figura 37. Factores condicionantes

Fuente: Elaboración propia.

## 2.5.1 Factores condicionantes del municipio de San Nicolás de los Ranchos

Con el objetivo de obtener el mapa de susceptibilidad por deslizamiento en el municipio de San Nicolás de los Ranchos, se deben analizar los elementos que contribuyen al proceso. Los factores caracterizan los parámetros y propiedades que contribuyen al proceso de deslizamiento de laderas, este análisis es fundamentalmente espacial y orientado al uso de mapas. En este trabajo se realizó el análisis multicriterio con la ponderación adecuada de cada factor, considerando las características propias de cada uno de ellos, con el fin de determinar zonas susceptibles a deslizamientos.<sup>[49]</sup>

Los factores fueron determinados partiendo de un pre-análisis de todos aquellos que representan un diferente grado de importancia respecto a la ocurrencia de deslizamientos en el área de estudio. La información tomada procede del análisis de imágenes satelitales, así como de diversas dependencias gubernamentales.

[49] SIGSA (2015). Estudio de Riesgo por Inestabilidad de Laderas.

### 2.5.1.1 Pendientes

Ramos *et al.*, 2012 define a la pendiente como la relación que existe entre el desnivel y la distancia en horizontal al plano, corresponde a la tangente del ángulo que forma la línea a medir con el eje de las abscisas. El **Mapa de Factores Condicionantes Pendientes (Figura 38)** fue obtenido gracias a la cartografía generada a escala 1:5,000 del año 2017 y 2018 con curvas de nivel a equidistancia vertical cada 5 metros, muestra el ángulo de la pendiente y por ende la dirección de las laderas, Viltres & Guardado (2014) consideran que la calidad del terreno es un componente que asocia la efectividad de la acción de la gravedad sobre una pendiente con la susceptibilidad a deslizamientos de tierra. Con fines de factibilidad en el manejo de los datos, se han reclasificado en diferentes intervalos de inclinación (**Tabla 41**), según los parámetros técnicos que marca el CENAPRED partiendo de la hipótesis de que el terreno encontrado dentro de un rango de pendiente se comporta de manera homogénea.

La distribución de los intervalos de pendientes está determinada por su ubicación respecto a la Sierra Nevada y a las múltiples cañadas que bajan de las zonas de mayor altura con orientación Oeste – Este. Al oriente la topografía es relativamente suave, predominando las pendientes menores a 15° ya que representan el 58.48 % del territorio y abarcan un área de 94.75 km<sup>2</sup>; conforme al Oeste se presenta un suave ascenso, los cuales son representados con los intervalos que van desde los 16° hasta los 30°, llegando a conformar el 30.96 % (50.17 km<sup>2</sup>).

Posteriormente la superficie se vuelve más pronunciada e irregular, la cual se caracteriza por pendientes entre los 31° a los 45°, constituyendo el 9.17 % (14.86 km<sup>2</sup>). Por último, al poniente el relieve llega a su máxima altura, zona caracterizada por las pendientes que superan los 45° ocupando el 1.37% del municipio, equivalente a una superficie de 2.23 km<sup>2</sup>.

Tabla 41. Clasificación de intervalos de pendientes

INTERVALOS DE PENDIENTES
0°-15°
16°-30°
31°-45°
>45°

Fuente: CENAPRED.

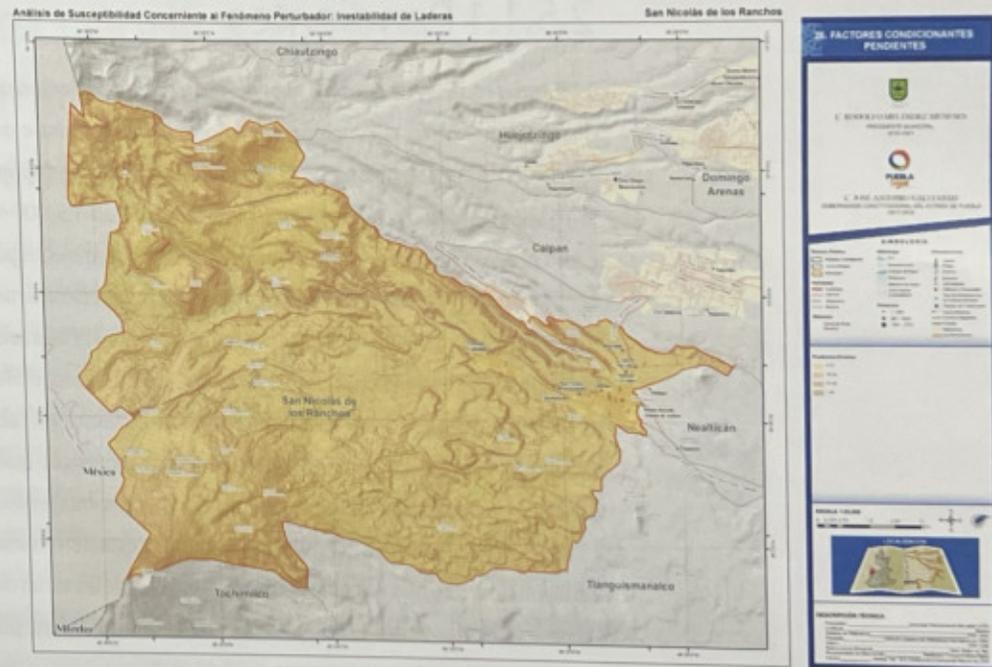


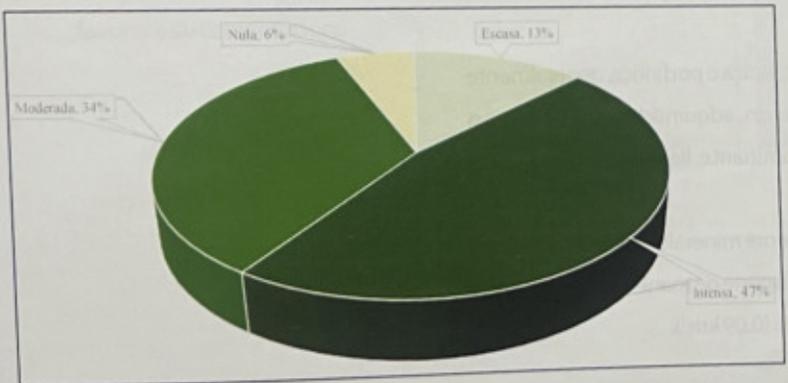
Figura 38. Mapa de Factores Condicionantes Pendientes

Fuente: Elaboración propia con cartografía generada escala 1:5, 000 del año 2017 y 2018.

## 2.5.1.2 Intensidad de cobertura de vegetación

La eliminación de la cobertura vegetal, la deforestación, el crecimiento irregular de la mancha urbana, construcción de vías de comunicación y el incremento de las áreas de cultivo está asociada íntimamente con la ocurrencia de inestabilidad de laderas (Montiel *et al.*, 2009). Al ser agente regulador de los procesos que intervienen en la generación de pérdida de suelo de forma intencional, cumple un papel importante en términos de prevención de movimientos en masa con relación a los deslizamientos superficiales de taludes. Basándose en el análisis de imágenes satelitales, las intensidades de vegetación fueron catalogadas en cuatro clases (Gráfica 4) mismas que se pueden observar en el Mapa de Factores Condicionantes Intensidad de Vegetación (Figura 39).

Gráfica 4. Clasificación de las intensidades de vegetación del municipio de San Nicolás de los Ranchos



Fuente: Elaboración propia con base en el detalle de imágenes satelitales.

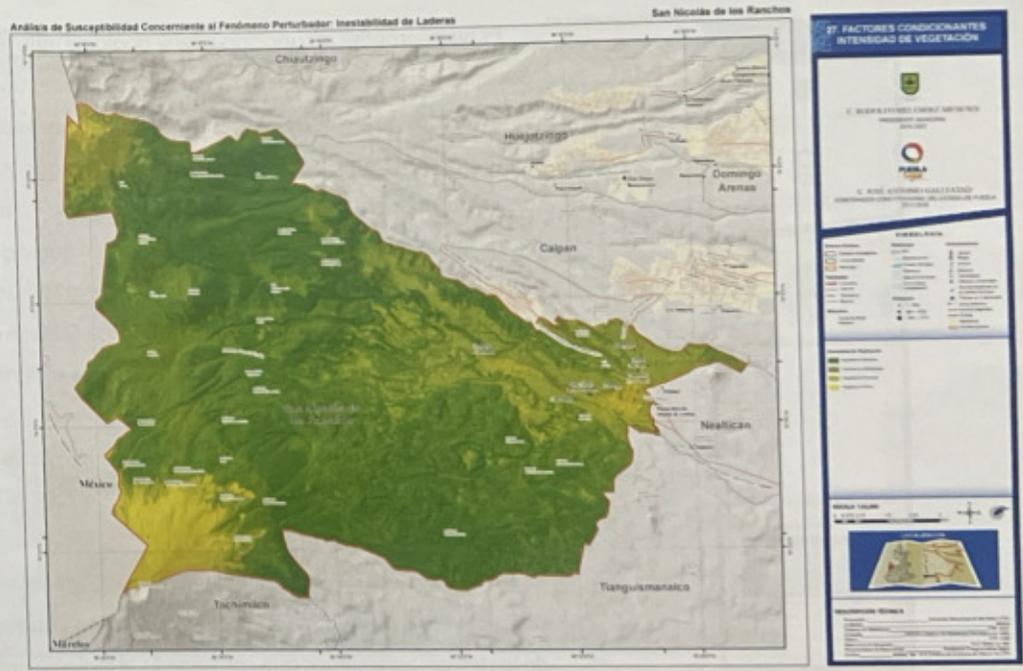


Figura 39. Mapa de Factores Condicionantes Intensidad de Vegetación

Fuente: Elaboración propia con base en el detalle de imágenes satelitales.

### 2.5.1.4 Litología

Es ampliamente reconocido que la geología influye en gran medida en la ocurrencia de deslizamientos de tierra debido a que los diferentes tipos de rocas presentan una resistencia variable a los procesos de desgaste y erosión ya que una diferente unidad litológica tiene una infiltración diferente y por ende diferente grado de susceptibilidad al deslizamiento. Esto se debe principalmente a estructuras geológicas tales como uniones, fallas y pliegues, asociados con la formación rocosa particular. El echado o rumbo de la secuencia estratigráfica, cambios abruptos en el carácter litológico y planos de estratificación tienen una gran influencia en las características de resistencia de una masa rocosa. El **Mapa de Factores condicionantes Litología (Figura 40)** muestra las rocas que afloran en la superficie, de las cuales se hará una breve descripción a continuación.

**Aluvial:** Constituye sedimentos relativamente jóvenes (Cuaternario) depositados por medio de procesos fluviales en zonas bajas, ocupa el 0.44 % del municipio y se localizan al Este abarcando una superficie de 0.72 km<sup>2</sup>.

**Andesita:** Roca ígnea volcánica (intermedia) de textura afanítica o porfírica, generalmente de color verde, pudiendo variar a rojizo, violáceo y otros colores, adquiridos por la alteración de los ferromagnesianos que contiene. Es la litología predominante, llegando a constituir el 70.86 % (114.82 km<sup>2</sup>).

**Basalto:** Roca ígnea volcánica básica. Contiene esencialmente minerales ferromagnesianos (augita, hornblenda), feldespatos, plagioclasas y olivino. Se dispone de manera diseminada en la región Sureste, representando aproximadamente el 0.57 % (0.09 km<sup>2</sup>).

**Dacita:** Roca ígnea volcánica, ácida, equivalente de la granodiorita, tiene textura afanítica. Predomina en la sección Occidental, aunque también se localiza en menor medida al Este conformando el 9.87 % (16 km<sup>2</sup>).

**Lahar:** Son depósitos de flujo volcánico poco consolidado que se localizan en la región Noreste abarcando una superficie de 30.19 km<sup>2</sup> que representan el 18.63 % del municipio.

**Toba andesítica:** Ocupan una pequeña zona en el extremo Sureste, principalmente en los límites con el municipio de Nealtican, cubriendo 0.19 km<sup>2</sup> (0.12%). Se caracterizan por ser producto de la consolidación de los materiales piroclásticos, bombas, lapilli, cenizas, con material sedimentario que favorece su cementación.

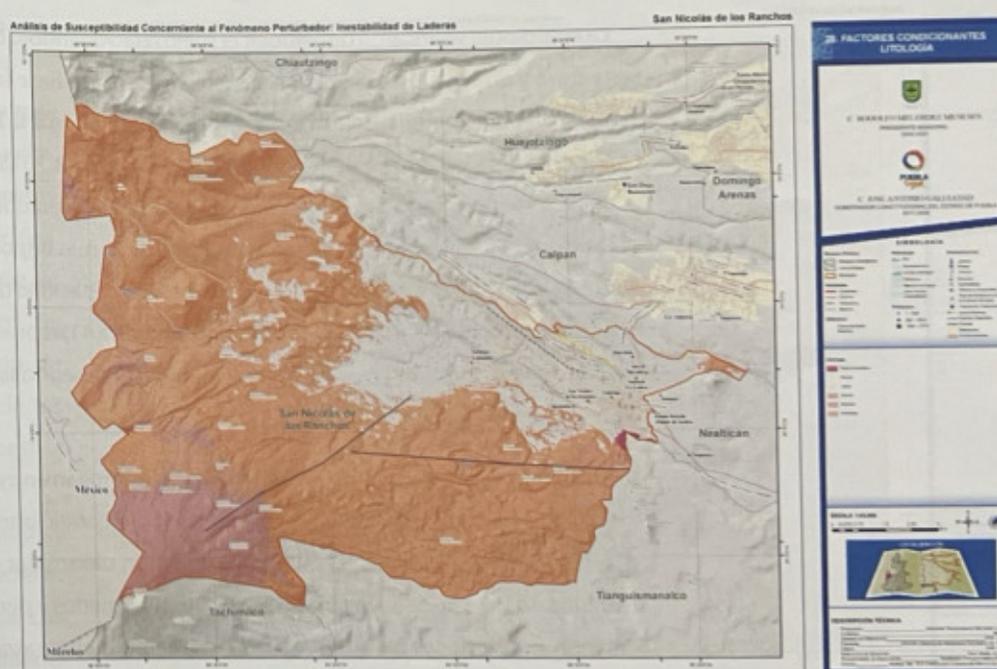


Figura 40. Mapa de Factores Condicionantes Litología

Fuente: Elaboración propia con detalle de imágenes satelitales, tomando como base datos vectoriales del SGM. Escala 1:50, 000 y 1:250, 000.

### 2.5.1.3 Edafología

La edafología se encarga de estudiar el suelo relacionándolo con su origen, se considera su textura y disposición a la erosión. La World Reference Base for Soil Resources define al suelo a cualquier material dentro de los 2 m de la superficie de la Tierra que esté en contacto con la atmósfera, con la exclusión de organismos vivos (WRB, 2015) la formación de los suelos es un proceso muy lento y su origen es el resultado de la interacción entre el sustrato rocoso y la atmósfera a través de los siglos. Sus características más importantes son el tipo de roca que lo originó, su espesor, la vegetación que posee y capacidad de drenaje que presente. El **Mapa de Factores Condicionantes Edafología (Figura 41)** representa la distribución de los diferentes tipos de suelo que existen en el municipio, según la WRB (2015) presenta las siguientes características:

- **Andosol:** Están integrados los suelos que se desarrollan en eyecciones volcánicas ricas en vidrio bajo casi cualquier clima (excepto bajo condiciones climáticas hiperáridas). Sin embargo, los andosoles también se pueden desarrollar en otros materiales ricos en silicato bajo meteorización ácida en climas húmedos y perhúmedos. Los andosoles tienen propiedades favorables para cultivar, para el enraizamiento de las plantas y la retención de agua. Estos suelos tienen colores oscuros debido a su composición mineralógica, en él se presenta una amplia gama de tipos de vegetación, este suelo representa el 34.97 % y abarca una superficie de 56.66 km<sup>2</sup> que va del Norte a Sur por el lado Occidental.
- **Arenosol:** Los Arenosoles comprenden suelos arenosos profundos. Esto incluye suelos de arenas residuales después de una meteorización in situ de sedimentos o rocas generalmente ricos en cuarzo. Constituyen el 46.48 % de la superficie municipal

## 2.5.1.6 Clasificación de vegetación y uso de suelo

y espacialmente constituyen una superficie de 75.31 km<sup>2</sup> que ocupa gran parte del centro y se extiende hacia el Este.

- **Leptosol:** Los leptosoles comprenden suelos muy delgados sobre roca continua y suelos que son extremadamente ricos en fragmentos gruesos. Son particularmente comunes en regiones montañosas. Principalmente terrenos en elevada o mediana altitud y con fuerte pendiente topográfica. La erosión es la mayor amenaza en las áreas de leptosoles, en particular en regiones de montaña en zonas templadas donde la presión del crecimiento de la población, la sobreexplotación y el aumento de la contaminación del medio ambiente conducen al deterioro de los bosques. Ocupan una superficie de 10.40 km<sup>2</sup> en los externos Noroeste y Suroeste, sumando el 6.42 % de la extensión municipal.
- **Regosol:** Suelos desarrollados sobre materiales poco consolidados y que presentan una escasa evolución, fruto generalmente de su reciente formación sobre aportes recientes no aluviales o localizarse en zonas con fuertes procesos erosivos que provocan un continuo rejuvenecimiento de los suelos. Ocupan una superficie de 19.64 km<sup>2</sup> la cual se localiza en la zona centro – Sur y representa el 12.12 % del municipio.

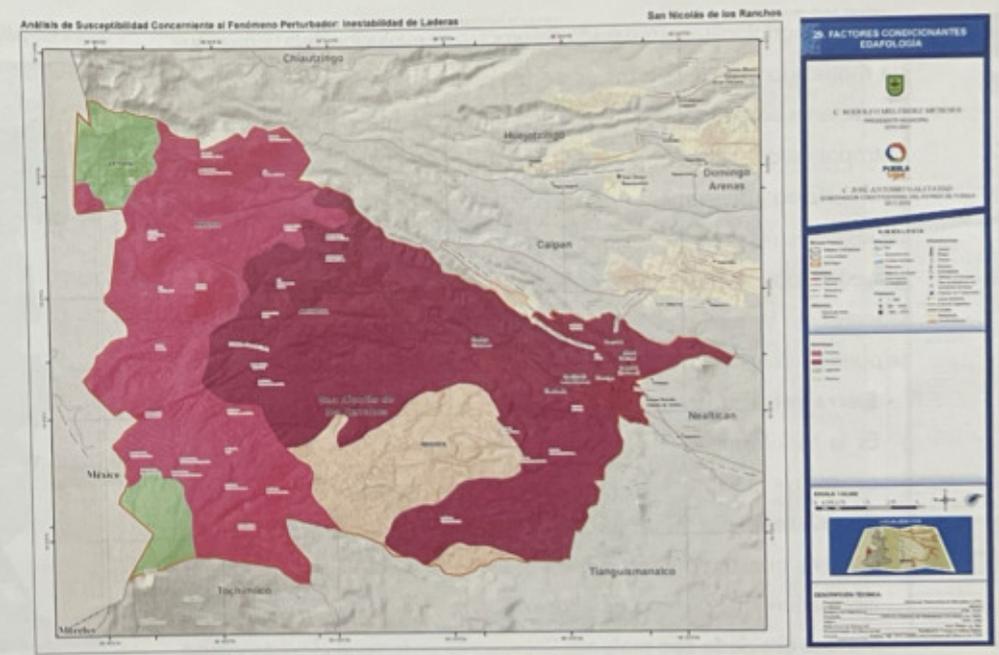


Figura 41. Mapa de Factores Condicionantes Edafología

Fuente: Elaboración propia con base en conjunto de datos vectoriales, Edafología, Serie II, escala 1:250, 000. INEGI, 2006.

### 2.5.1.5 Geomorfología

La geomorfología es el resultado del proceso de evolución de la tierra el que ha modelado el relieve a través de los periodos geológicos, ya que las condiciones del ambiente están en continuo cambio, no solo por actividades antropogénicas sino también por procesos y fenómenos naturales. La geomorfología desempeña un papel esencial en el análisis y entendimiento de los desastres naturales, ya que la forma del terreno asocia la acción de la gravedad sobre las pendientes con la susceptibilidad de los deslizamientos de laderas. En el Mapa de Factores Condicionantes Geomorfología (Figura 42) se pueden visualizar las siguientes topoformas:

- **Sierra volcánica con estrato volcanes o estrato volcanes aislados:** Es la topoforma que caracteriza la morfología del municipio, pues constituye el 99.20 %, lo que equivale a una superficie de 160.74 km<sup>2</sup>. Se caracteriza por ser un conjunto de montañas formadas por emisión de lava que dieron como origen a conos volcánicos compuestos alternadamente por capas de roca y cenizas.
- **Meseta asociada con malpaís:** Representa un terreno elevado y llano de limitada extensión (1.28 km<sup>2</sup>) cubierta por roca volcánica y carente de vegetación llegando a representar el 0.79 % del municipio.

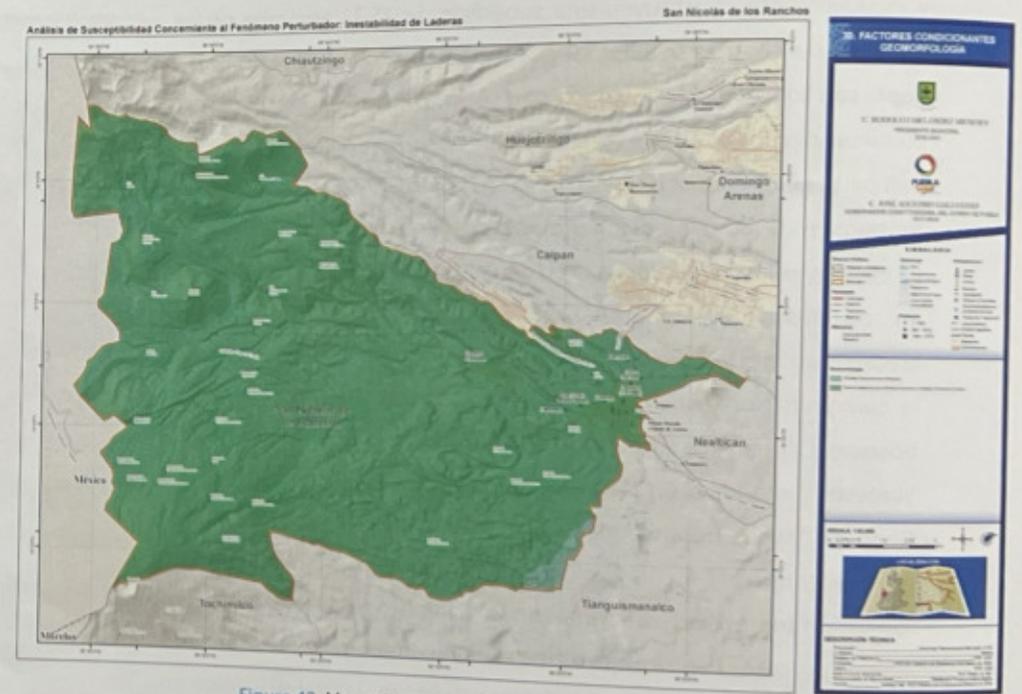


Figura 42. Mapa de Factores Condicionantes Geomorfología

Fuente: Elaboración propia con base en conjunto de datos vectoriales Fisigráficos, Sistema de Topoformas Serie I, Escala 1:1,000,000. INEGI, 2001.

## 2.5.1.6 Clasificación de vegetación y uso de suelo

Existen diversos factores generadores de inestabilidad de ladera causada por la actividad del hombre en su afán por ocupar la tierra, principalmente por las modificaciones a la geometría de las laderas, excavaciones para la construcción, procesos de urbanización, deforestación, construcción de vías de comunicaciones entre otras, por lo que estas actividades antropogénicas conllevan el mayor o menor medida a la generación de deslizamientos. El **Mapa de Factores Condicionantes Uso de Suelo** (Figura 43) representa la ocupación que un terreno específico posee en la actualidad. A menudo, grandes áreas naturales fueron cambiadas en un corto tiempo, por lo tanto, influyen fuertemente en los factores ambientales que controlan la estabilidad del paisaje acelerando la erosión del suelo por transporte eólico.

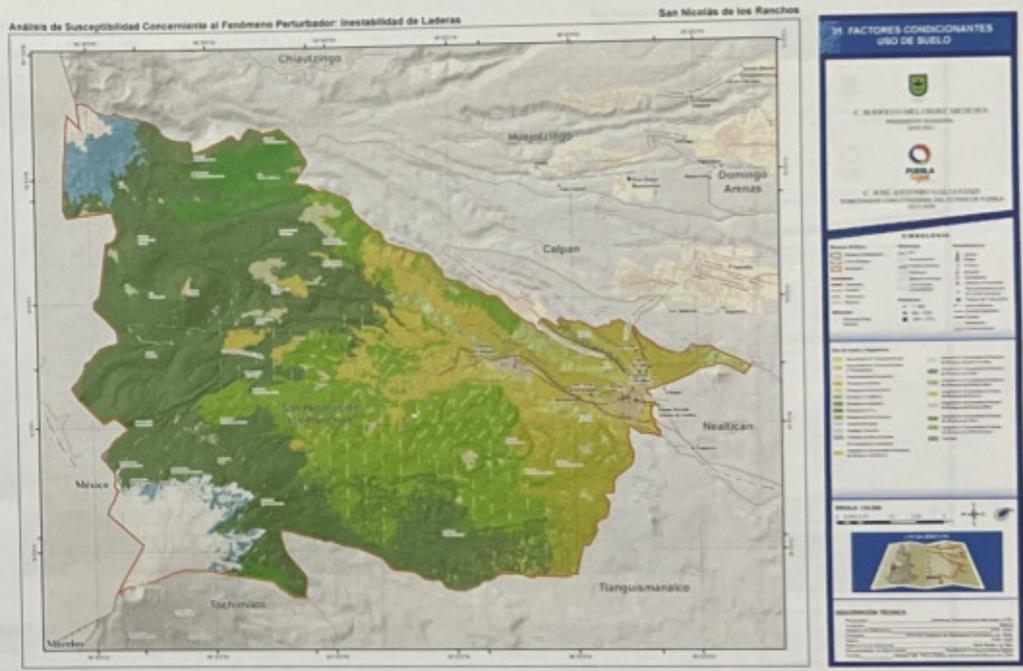


Figura 43. Mapa de Factores Condicionantes Uso de Suelo

Fuente: Elaboración propia con base en datos vectoriales, Uso de Suelo y Vegetación, Serie V, Escala 1:250,000, INEGI, 2011.

Tabla 42. Clasificación de vegetación y uso de suelo de San Nicolás de los Ranchos

CLASES	EXTENSIÓN (KM <sup>2</sup> )	OCUPACIÓN (%)	DESCRIPCIÓN
Agricultura de temporal anual y permanente	19.86	12.25	Terrenos que han sido destinados a zonas de cultivo, ocupa gran parte de la zona Noreste
Asentamientos humanos	1.65	1.02	Principales localidades de San Nicolás de los Ranchos
Bosque de Pino, Encino, Galería y Oyamel	84.43	55.57	Zonas boscosas constituyendo la vegetación predominante al ocupar espacialmente gran parte del municipio
Pastizal inducido	4.11	2.54	Áreas donde predominan pastos con pocos árboles y arbustos, resulta de la perturbación del hombre al sustituir la vegetación primaria por pastizales. Se localiza de manera dispersa a lo largo del municipio
Pradera de alta montaña	5.13	3.17	Constitución de especies de pastos de pocos centímetros de altura localizada al Noroeste y Suroeste
Sin vegetación aparente	9.11	5.62	Zonas donde no se tiene registro de algún tipo de vegetación situadas al Noroeste y Suroeste
Vegetación secundaria arbórea de bosque de Pino - Encino	18.92	11.67	Vegetación del tipo arbórea, presente en la región centro y Sureste
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de Pino - Encino	14.17	8.75	Asociación de vegetaciones secundarias arbustivas de diferentes clases dispuestas principalmente en las zonas meridionales
Cuerpos de agua	.0092	.0056	Cuerpos de agua asociados a los ríos y sus afluentes
Vialidades	0.59	0.36	Principales vías de comunicación
<b>TOTAL</b>	<b>162.03</b>	<b>100</b>	

Fuente: Elaboración propia con base en datos vectoriales, Uso de Suelo y Vegetación, Serie V, Escala 1:250, 000, INEGI, 2011.

## 2.5.1.7 Fallas y fracturas

El estudio de las fallas y fracturas puede ayudar a revelar planos estructurales útiles para comprender la causa de los deslizamientos de tierra en una región, estas características lineales forman discontinuidades de baja resistencia que interactúan con las fuerzas gravitacionales donde lo permitan el relieve y la disección local. Los lineamientos tienden a concentrar la infiltración de agua de lluvia o subterránea, dando lugar a una mayor presión de los poros, este aumento de la percolación de humedad asociada a lo largo de estas zonas de debilidad hace que el material sobre el plano afectado se desplace. El **Mapa de Factores Condicionantes Fallas y Fracturas (Figura 44)** se elaboró a partir de información de los estudios realizados por el Servicio Geológico Mexicano (SGM) y se complementó con el análisis de imágenes satelitales. Para la evaluación de las condiciones estructurales de la zona de estudio a la alta frecuencia de fallas y fracturas, así como de gran extensión, se generaron zonas de afectación considerando intervalos de distancias de 100, 500 y 1,000 metros (SEDESOL - COREMI, 2004).

En San Nicolás de los Ranchos se tiene registro de dos lineamientos por el SGM, ambos son fracturas; la de mayor longitud con 10.32 km presenta un rumbo de SE - NW, mientras que la segunda con rumbo de NE - SW se extiende a lo largo de 7.37 km. Del mismo modo el análisis de imágenes espaciales permitió identificar una fractura en la zona Noreste con rumbo SE- NW y longitud de 3.41 km.

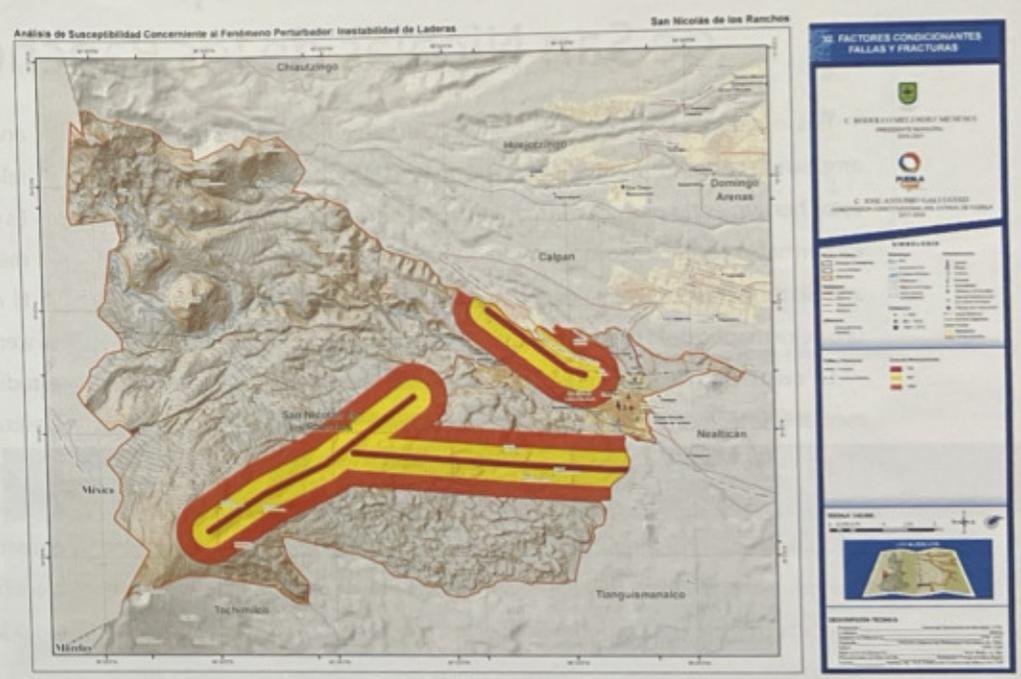


Figura 44. Mapa de Factores Condicionantes Fallas y Fracturas

Fuente: Elaboración propia con base en el detalle de imágenes satelitales.

## 2.5.2 Evaluación de susceptibilidad para el municipio de San Nicolás de los Ranchos

Los modelos de susceptibilidad de deslizamientos han sido utilizados ampliamente debido al auge de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), estas herramientas permiten la manipulación de grandes cantidades de datos e información espacial, como complemento, la información que se obtiene del análisis de imágenes satelitales enriquece la precisión del modelo, permitiendo un mejor mapeo de la susceptibilidad.

La evaluación de la susceptibilidad por deslizamientos de laderas se realizó mediante la técnica de Evaluación Multicriterio (EMC), se basa en el Método de las Jerarquías Analíticas (MJA) propuesto por Saaty en 1980. Este tipo de enfoque considera el conocimiento de las causas de deslizamiento en el área investigada; de ahí que los factores de inestabilidad sean clasificados y sus pesos ponderados (valor que indica importancia relativa) asignados de acuerdo a su importancia asumida o esperada en la generación de deslizamientos, en esta técnica el especialista usa su criterio para asignar pesos a los diferentes factores que representan mapas y que se consideran intrínsecamente relacionados con la ocurrencia de los deslizamientos e.g. pendientes, fallas y fracturas, geomorfología, etc.

Las ventajas que presenta este método son las siguientes:

- Presentan un sustento matemático.
- Permite desglosar y analizar un problema por partes.
- Permite incorporar aspectos cualitativos que suelen quedarse fuera del

análisis debido a su complejidad para ser medidos pero que pueden ser relevantes en algunos casos.

- Es de fácil aplicación y permite que su solución se pueda completar con métodos matemáticos de optimización.

El método de MJA ha sido ampliamente utilizado en la evaluación de susceptibilidad por deslizamientos de laderas, por ejemplo Roa (2006) en el estudio de "Aproximación al Mapa de Susceptibilidad y Amenazas por Deslizamientos de la Ciudad de Trujillo, Venezuela" detalla el proceso de producción de mapas de susceptibilidad y amenazas por deslizamientos calculados a través de la Evaluación Multicriterio (EMC) y bajo un ambiente SIG determina los pares de criterio o factores condicionantes, luego de ser identificados, estos son valorados y se les asigna un puntaje según el nivel de importancia (Huang *et al.*, 2003) (Tabla 43).<sup>[50]</sup>

**Tabla 43.** Factores condicionantes de la Ciudad de Trujillo, Venezuela

FACTOR	PESO
Inclinación de las pendientes	0.30
Disección al relieve	0.22
Cobertura vegetal	0.23
Distancia a drenajes	0.12
Unidades geomorfológicas	0.8
Formas de las pendientes	0.5

Fuente: SIGSA (2015). Estudio de Riesgo por Inestabilidad de Laderas.

[50] SIGSA (2015). Estudio de Riesgo por Inestabilidad de Laderas

## 2.5.2.1 Construcción de jerarquías

En los métodos de análisis multivariable el especialista es quien considera que un criterio es más importante que otro, generalmente esta relación se expresa con números llamados pesos ponderados. La determinación de los pesos asignados a los criterios se realiza mediante el Método de las Jerarquías Analíticas (MJA) desarrollado por Saaty en 1980. Se basa en la asignación de prioridades debido a la importancia relativa de los criterios para la generación del proceso de deslizamiento, llevado a cabo por la evaluación de pares (el análisis de relación solo se realiza de un par de criterios a la vez). Cada factor se valúa de acuerdo a una escala preestablecida de jerarquización, asignándole un valor entre 1 y 4 de acuerdo al nivel de importancia entre los factores (Tabla 44) de esta manera se obtienen todos los valores que conforman una matriz cuadrada de  $n \times n$  donde  $n$  representa el número de factores considerados, también llamada "matriz de comparación" (Tabla 45) la cual representa matemáticamente las jerarquías. A las comparaciones sobre la diagonal se les asigna el valor de 1, pues representa el valor de igual importancia respecto a un factor consigo mismo mientras que la relación de los factores  $a_{12}$  debe ser consistente para la relación de los elementos  $a_{21}$ , por lo que se asignan el valor recíproco de  $1/a_{12}$ , reduciendo el número de comparaciones, de tal manera que solo se evalúan los elementos del triángulo superior de la matriz, esto está justificado por un axioma de este método que se denomina "juicios recíprocos" definido como  $a_{ij} = 1/a_{ji}$ , donde  $a_{ij}$  es el valor de la comparación del criterio  $i$  respecto al  $j$ , y  $a_{ji}$  el correspondiente a la comparación del criterio  $j$  (columnas) en relación al  $i$  (filas) (Figura 45).

$$A = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \dots & 1 \end{pmatrix}$$

Figura 45. Matriz de comparación

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 44. Escala de Saaty para determinar el valor de pesos relativos

Intensidad	Definición	Explicación
1	Igual Preferencia	Los dos criterios (i,j) contribuyen de igual manera al proceso
2	Moderada Preferencia	El factor (i) es moderadamente más influyente que el factor (j)
3	Gran Preferencia	El factor (i) es mucho más influyente que el factor (j)
4	Absoluta Preferencia	El factor (i) es absolutamente más influyente que el factor (j)

$i =$  Criterio en la fila  $j =$  Criterio en la columna

Tabla 45. Ejemplo de construcción de jerarquías para determinar el valor de pesos relativos

	Pendientes	Litología	Geomorfología	Clasificación de Uso de Suelo	Topoformas	Intensidad de Vegetación	Fallas y Fracturas
Pendientes	1.0	2.0	3.0	2.0	3.0	4.0	1.0
Litología	1/2	1.0	2.0	3.0	2.0	2.0	1/2
Geomorfología	1/3	1/2	1.0	2.0	2.0	2.0	3
Clasificación de Uso de Suelo	1/2	1/3	1/2	1.0	2.0	2.0	3
Topoformas	1/3	1/2	1/2	1/2	1.0	2.0	3
Intensidad de Vegetación	1/4	1/2	1/2	1/2	1/2	1.0	3
Fallas y Fracturas	1.0	2.0	1/3	1/3	1/3	1/3	1.0

## 2.5.2.2 Relación de factores condicionantes

- **Relación Pendientes – Intensidad de Vegetación:** Algunos tipos de movimiento en masa se asocian por lo general a áreas donde hay poca cobertura vegetal, sobre todo si se encuentran en laderas con sistemas de pendientes accidentados, por lo que se valora esta comparación con gran preferencia.
- **Relación Pendientes – Litología:** El factor pendiente se considera de moderada preferencia en esta relación, pues el efecto que ejerce la gravedad sobre las laderas incrementa la susceptibilidad sobre todo en rocas poco consolidadas, como es el caso de los lahares, lo que se traduce a un menor grado de cohesión.
- **Relación Pendientes – Edafología:** En general las pendientes representan un parámetro que influye en la formación del suelo y condiciona los procesos erosivos, puesto que a mayor inclinación, mayor será la degradación, sobre todo la influencia de las pendientes sobre los suelos arenosos y leptosoles, de tal modo que se valora esta relación como de gran preferencia.
- **Relación Pendientes – Geomorfología:** Ambos factores se valúan con igual preferencia, pues el sistema de topoforma predominante es la sierra volcánica con estrato volcanes o estrato volcanes aislados con aproximadamente el 99.20 % del territorio, naturalmente presenta pendientes irregulares y pronunciadas.
- **Relación Pendientes - Uso de Suelo:** La interacción entre los factores antropogénicos, principalmente áreas que han sido deforestadas para usarse como terrenos de agricultura, asentamientos humanos y vialidades, con el efecto gravitacional en las zonas de pendientes abruptas, reúnen las condiciones favorables para la generación de deslizamientos en las zonas donde se yuxtapongan ambos factores, es por eso que se asigna el valor de absoluta preferencia.

### 2.2.2.2 Relación de factores condicionantes

- **Relación Pendientes – Fallas y fracturas:** Se pondera esta relación con el valor de gran preferencia, pues el grado de inclinación de las pendientes infiere la calidad topográfica del terreno, sirviendo como una primera inferencia para deducir zonas susceptibles.
- **Relación Intensidad de Vegetación – Litología:** El comportamiento de las laderas está en función del material litológico que lo conforma; sin embargo, dada la relación que existe entre zonas de lahares y áreas donde se presenta escasa y nula densidad de vegetación, esta relación se pondera con moderada preferencia.
- **Relación Intensidad de Vegetación – Edafología:** La asociación de los suelos arenosoles y leptosoles con las zonas de escasa y nula densidad de vegetación confieren al municipio las características idóneas para el fenómeno de deslizamientos, se asigna valor de moderada preferencia.
- **Relación Intensidad de Vegetación – Geomorfología:** Considerando que la falta de cobertura vegetal es uno de los principales elementos que contribuyen al deslizamiento de masas sobre todo en regiones montañosas, se considera que el factor intensidad de vegetación es moderadamente más influyente.
- **Relación Intensidad de Vegetación – Uso de suelo:** Se pondera esta relación con moderada preferencia, puesto que el crecimiento de las ciudades y la modificación del paisaje nativo por actividades antropogénicas modifican gravemente la estabilidad natural de las laderas en un corto periodo de tiempo.
- **Relación Intensidad de Vegetación – Fallas y fracturas:** Las raíces aumentan la cohesión del suelo y pueden actuar como anclajes en las discontinuidades disminuyendo la ocurrencia de deslizamientos, no obstante, el efecto contrario se

presenta cuando existe escasa y nula vegetación, siendo así que el factor intensidad de vegetación es mucho más influyente para el presente estudio.

- **Relación Litología – Edafología:** Ya que los suelos son el resultado directo de la desintegración de las rocas se asigna valor de moderada preferencia; las propiedades de ambos factores al asociarse, sobre todo en áreas donde se presentan lahares y arenosoles, facilitarán las condiciones favorables para que se presenten índices de susceptibilidad elevados.
- **Relación Litología – Geomorfología:** Se fija el valor de moderada preferencia, siendo el sistema de sierra volcánica con estrato volcanes o estrato volcanes aislados el cual, exhibe las características necesarias que suscitan índices altos de susceptibilidad, aunado a esto, los lahares contribuyen a que se presenten condiciones favorables que incrementen la susceptibilidad ante el fenómeno de inestabilidad de laderas, por lo que esta relación se valora con moderada preferencia.
- **Relación Litología - Uso de Suelo:** Dada la naturaleza que les dio origen, los lahares presentan un grado deficiente de consolidación. Se considera que las propiedades físicas de las rocas son mucho más influyentes, por lo que se pondera con valor de gran preferencia.
- **Relación Litología - Fallas y fracturas:** Ya que el comportamiento de una ladera está en función del material litológico del cual esta formando, se determina para esta relación el valor de moderada preferencia.
- **Relación Edafología – Geomorfología:** Ambos factores influyen de la misma manera al proceso, dada la topografía predominante y la disposición espacial de los suelos arenosoles y leptosoles.
- **Relación Edafología – Uso de suelo:** Aunque las actividades humanas tienden a modificar el relieve para su aprovechamiento, las propiedades naturales de las laderas

se ven afectadas en un corto periodo de tiempo, incrementando la susceptibilidad de deslizamiento en estas zonas, aunado a esto, los suelos Vertisoles y Regosoles por sus mismas propiedades físicas contribuyen al proceso, por lo que se valora esta relación con moderada preferencia.

- **Relación Edafología – Fallas y fracturas:** Se considera que el factor edafología es moderadamente más influyente sobre los lineamientos, ya que los procesos que generan la degradación de los suelos tanto antrópicos (deforestación, pastoreo) como naturales (climáticos, topográficos), pueden desencadenar deslizamientos de gran alcance ladera bajo, sobre todo en zonas de inclinaciones considerables a causa del efecto de la gravedad.
- **Relación Geomorfología – Uso de suelo:** La geomorfología desempeña un papel fundamental en el análisis de susceptibilidad de laderas, dada la topoforma predominante que le confiere al municipio una topografía irregular, este factor es mucho más influyente.
- **Relación Geomorfología – Fallas y fracturas:** Se fija valor de moderada preferencia ya que las causas de deslizamientos son principalmente determinadas por la geomorfología de las pendientes y sus relaciones estáticas.
- **Relación Uso de Suelo – Fallas y Fracturas:** La deforestación y modificación de la vegetación natural en un corto periodo de tiempo altera el comportamiento original de las laderas, incrementando el índice de susceptibilidad. Se pondera esta comparación de pares con moderada preferencia sobre los lineamientos.

Las comparaciones descritas anteriormente se pueden apreciar en la siguiente tabla.

Tabla 46. Matriz de jerarquización para el municipio de San Nicolás de los Ranchos

CONSTRUCCIÓN DE JERARQUÍAS PARA DETERMINAR VALOR DE PESOS RELATIVOS	Pendientes	Intensidad de Vegetación	Litología	Edafología	Geomorfología	Uso de Suelo	Fallas y Fracturas	$\Sigma x_{i,j}$	$\Sigma x_{i,j}/n$	Peso Relativo
Pendientes	1	2	3	3	1	4	3	17.00	2.43	0.2599
Intensidad de Vegetación	1/2	1	2	2	2	2	3	12.50	1.79	0.1911
Litología	1/3	1/2	1	2	2	3	2	10.83	1.55	0.1656
Edafología	1/3	1/2	1/2	1	1	2	2	7.33	1.05	0.1121
Geomorfología	1	1/2	1/2	1	1	3	2	9.00	1.29	0.1376
Uso de Suelo	1/4	1/2	1/3	1/2	1/3	1	2	4.92	0.70	0.0752
Fallas y Fracturas	1/3	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1	3.83	0.55	0.0586
									9.35	1.00

### 2.5.2.3 Determinación de factor para pesos relativos

Los mapas originales tienen diferentes significados y unidades de medida, por esta razón y para poder compararlos se requiere normalizar sus valores en un mismo nivel de evaluación, generalmente una escala que abarque los rangos de 0 a 1 donde el 0 representa la más baja potencialidad del criterio a desarrollar deslizamientos, mientras que 1 representa la más alta potencialidad. Para nuestro caso los valores fueron normalizados por el método de valor máximo, el cual consiste en dividir los valores de cada mapa por su máximo valor (Malczewski, 1999) (Ver tablas de valores normalizados).

Tabla 47. Valor normalizado de pendientes

Clase	Valor Normalizado
>45°	1.00
0°-15°	0.00
16°-30°	0.50
31°-45°	0.95

Tabla 48. Valor normalizado de intensidad de vegetación

Clase	Valor Normalizado
Escasa	0.90
Intensa	0.10
Moderada	0.20
Nula	1.00

Tabla 49. Valor normalizado de Fallas y Fracturas

Clase	Valor Normalizado
100 m	1.00
500 m	0.40
1000 m	0.10

Tabla 50. Valor normalizado de geomorfología

Clase	Valor Normalizado
Meseta asociada con malpais	0.60
Sierra volcánica con estrato volcanes	1.00

Tabla 51. Valor normalizado de edafología

Clase	Valor Normalizado
Andosol	0.90
Arenosol	0.70
Leptosol	1.00
Regosol	0.10

Tabla 53. Valor normalizado de litología

Clase	Valor Normalizado
Aluvial	0.75
Andesita	0.50
Basalto	0.25
Dacita	0.30
Lahar	1.00
Toba andesítica	0.05

Tabla 52. Valor normalizado de clasificación de vegetación y uso de suelo

Clase	Valor Normalizado
Agricultura de temporal anual	0.50
Agricultura de temporal anual y permanente	0.75
Asentamientos humanos	1.00
Bosque de Encino	0.20
Bosque de Encino - Pino	0.10
Bosque de Galería	0.75
Bosque de Oyamel	1.00
Bosque de Pino	1.00
Bosque de Pino - Encino	0.10
Cuerpo de agua	0.00
Pastizal inducido	0.65
Pradera de alta montaña	0.31
Sin vegetación aparente	1.00
Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino	0.20
Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino - Pino	0.20
Vegetación secundaria arbórea de bosque de Pino	0.20
Vegetación secundaria arbórea de bosque de Pino - Encino	0.20
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de Encino	0.25
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de Encino - Pino	0.25
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de Pino	0.25
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de Pino - Encino	0.25
Vialidad	1.00

La metodología aplicada es de naturaleza cualitativa y empírica, en la cual se emplean criterios para asignar calificaciones a los atributos que determinan la estabilidad de una ladera para el fenómeno de deslizamiento. Los valores son meramente indicativos y deberán revisarse caso a caso, ajustándolos a un contexto regional. Se califica el grado de influencia relativa que los factores citados tienen en la ocurrencia de un deslizamiento, y podrán adoptarse valores intermedios a los señalados. La utilización de este método es, sin embargo, fuertemente influenciada por el conocimiento del fenómeno a ser mapeado, así como de las características del paisaje (factores). Este conocimiento determina la robustez de la solución para el proceso de toma de decisiones ya que influye directamente en el nivel de compensación necesario a los factores.

## 2.6 MAPA RESULTANTE

### 2.6.1 Análisis del mapa de susceptibilidad

El mapa resultante de susceptibilidad de deslizamientos para laderas fue generado mediante técnicas de análisis multivariable, es el resultado de la sobreposición ponderada de los mapas indicadores que han sido descritos anteriormente a los cuales se les asignaron pesos relativos de acuerdo a la importancia que cada uno tiene sobre los deslizamientos, la identificación espacial de las zonas susceptibles a deslizamientos es una medida para mejorar la planificación urbana y uso de suelo; del mismo modo, es una herramienta que permite tomar acciones preventivas y de mitigación que se puedan implementar para reducir daños materiales y pérdidas humanas.

La zonificación de la susceptibilidad en el municipio de San Nicolás de los Ranchos (Figura 46) se representa a partir de una escala cromática de colores basándose en la clasificación que se menciona a continuación:

- **Muy alta susceptibilidad (código color rojo):** Áreas para las que las combinaciones de los factores influyen negativamente en la estabilidad de las laderas, donde los taludes presentan deslizamientos activos. Representa una extensión de 1.18 km<sup>2</sup> equivalente al 1.11 % de la superficie municipal. Este índice se visualiza en las zonas

más altas al Noroeste y Suroeste, los factores que influyen considerablemente son las pendientes superiores a los 45°, densidades de vegetación nula y escasa, así como suelos leptosoles.

- **Alta susceptibilidad (código color naranja):** Zonas en la que sus condiciones naturales de las laderas y/o taludes están sujetas a las actividades de deslizamiento. Ocupa el 11.60 % (18.80 km<sup>2</sup>) del municipio, espacialmente constituye las inmediaciones a las zonas de muy alta susceptibilidad, en donde las pendientes presentan un declive hacia las zonas centro y Este. Se asocia a diferentes elementos orográficos como los cerros Ocoteppec Chico, Cerro Gordo, y las barrancas La Espinera, Tenenpanco y Barranca Colorada, del mismo modo, al Este, las cañadas y barrancas en la zona baja del municipio, le confieren a las comunidades de Tecasastitla, Hueytlale, Alto El Mirador, Amanale (La Loma), Xaltetipa, Cimalontla, Santiago Xalitzintla, San Pedro Yancuitalpan, Tlalmimilolpa, Villas Santa Clara, Buena Vista (Villa Turística) y la cabecera municipal una alta susceptibilidad.
- **Moderada susceptibilidad (código color amarillo):** Regiones en las cuales las combinaciones de los

## 2.7 LEVANTAMIENTO EN CAMPO

factores poseen una posibilidad de afectación ante posibles deslizamientos, las superficies que presentan este índice de susceptibilidad se encuentran en la región centro y de manera dispersa al Suroeste y Noroeste, abarcando una extensión de 52.87 km<sup>2</sup> (32.63 %), contemplando las localidades de El Ranchito, La Venta y Apatlaco principalmente.

- **Baja susceptibilidad (código color verde claro):** Terrenos que no muestran evidencia de actividad previa de deslizamientos, el análisis de los factores muestra una posibilidad baja de que lleguen a presentarse deslizamientos. Constituyen una extensión territorial de 85.34 km<sup>2</sup> (52.67 %), ocupando las regiones donde las pendientes son inferiores a los 15°.
- **Muy baja susceptibilidad (código color verde oscuro):** Sectores que no muestran evidencia de actividad sujeta a deslizamientos, se considera muy improbable que se desarrollen deslizamientos a futuro. Con el 2.97 % del municipio, abarca una superficie de 4.85 km<sup>2</sup> la cual se localiza al Sur en los límites con Tianguismanalco.

Lo descrito anteriormente se encuentra en Anexos Mapa de Susceptibilidad por Inestabilidad de Laderas.

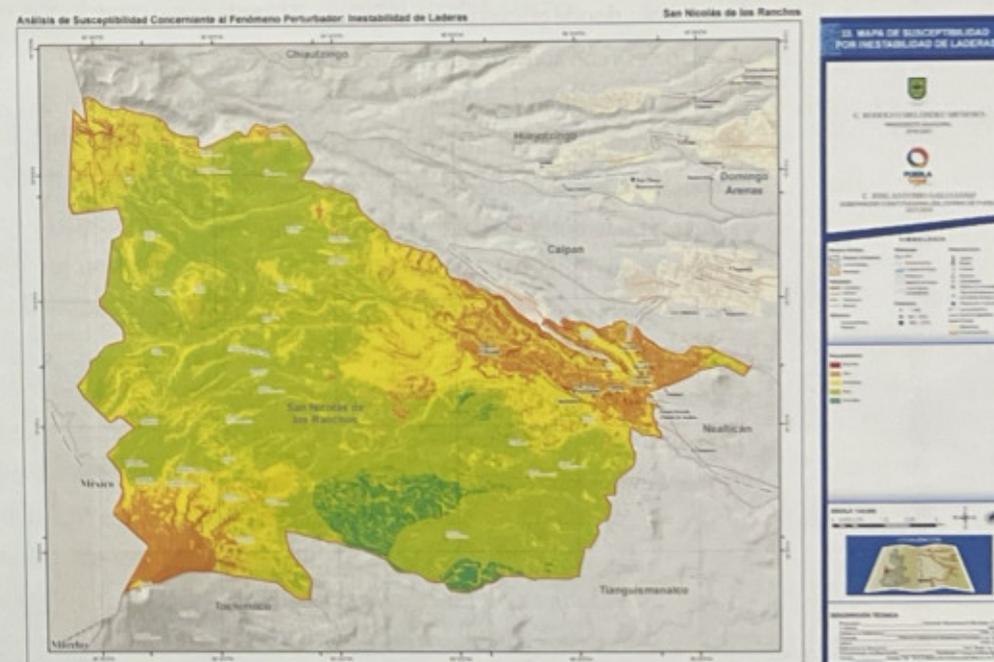
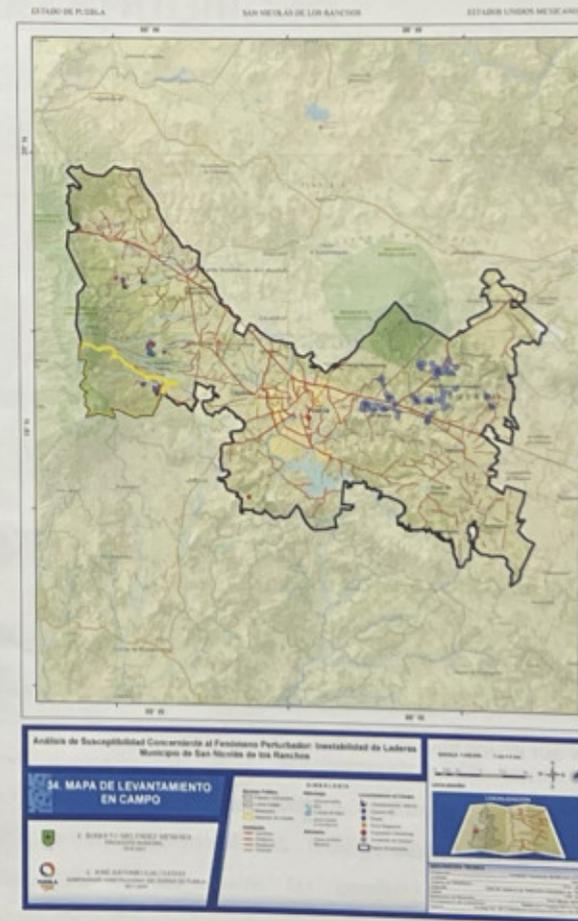


Figura 46. Mapa de Susceptibilidad por Inestabilidad de Laderas

Fuente: Elaboración propia a partir del análisis de los siete factores condicionantes.

## 2.7 LEVANTAMIENTO EN CAMPO

Con la finalidad de reforzar el análisis y resultados obtenidos en el estudio, se realizó una visita de campo en la Región Angelópolis, donde gracias a la participación de autoridades municipales y con apoyo del personal de Protección Civil, se obtuvieron distintas evidencias de los fenómenos perturbadores que afectan a la región. Como resultado de esta colaboración, fue posible realizar los ajustes necesarios para calibrar los diferentes modelos y datos de acuerdo con el fenómeno perturbador analizado en cada municipio. A continuación, se muestra una síntesis de las actividades que se realizaron en los municipios visitados de acuerdo con el fenómeno perturbador. Finalmente, se anexa un mapa con los puntos recolectados en campo (Figura 47). Para más detalles véase en Anexos Mapa de Levantamiento en Campo.



Fuente: Elaboración propia con apoyo de Protección Civil y Autoridades Municipales.

Figura 47. Mapa de Levantamiento en Campo

## Tormentas de granizo

El fenómeno natural de tormentas de granizo repercute en las viviendas donde los techos son de lámina, asbesto, teja o algún otro material endeble, es en este tipo de construcciones donde la población se ve afectada y queda expuesta ante los efectos de este fenómeno natural. Por otra parte, en los cultivos, es donde se puede notar los daños más considerables por la magnitud y la afectación al proceso de las actividades económicas, ya que, a pesar de que algunos agricultores cubren sus cultivos con mallas, en ocasiones, estos materiales ceden ante la fuerza y tamaño del granizo, afectando los cultivos y con ello generando grandes pérdidas económicas que se reflejan de manera regional por la escases y encarecimiento de los productos afectados.

En los municipios de la Región Angelópolis donde se hizo el análisis de este fenómeno perturbador, dentro de las actividades de campo, se generaron puntos con dispositivos de Sistema de Posicionamiento Global (GPS), se realizaron encuestas con la finalidad de dimensionar y entender la forma en la que este fenómeno afecta a los municipios estudiados y se tomaron fotografías a manera de evidencia.

Las actividades que se llevaron a cabo en el municipio de Acajete, donde gracias al apoyo de Protección Civil fue posible corroborarla información generada en gabinete, y se constató que las localidades de San Juan Tepulco, la cabecera municipal de Acajete y Santa Isabel Tepetzala son asentamientos donde se registran mayores estragos por este fenómeno. Los cultivos afectados en este municipio son el durazno y maíz. También se pudo notar que algunos asentamientos irregulares establecidos a orilla de la barranca sufren inundaciones.

La tipología de las viviendas de este municipio se caracteriza por tener techos de lámina y asbesto, acentuándose en la periferia del municipio, donde a decir de las personas encuestadas, el fenómeno de tormentas de granizo afecta considerablemente en temporada de lluvias.

## 2.7 LEVANTAMIENTO EN CAMPO



Fotografía 1. Vivienda afectada por tormentas de granizo.



Fotografía 3. Salones de la escuela primaria "Maculxochitl" con techo de lámina.



Fotografía 2. Ejemplo de vivienda con techo de lámina.



Fotografía 4. Cultivo de durazno, uno de los principales afectados por las tormentas de granizo.

Otro municipio que fue analizado por el tema de tormentas de granizo fue Amozoc, en este municipio también se llevaron a cabo actividades de reconocimiento de viviendas vulnerables, y se aplicaron encuestas. Gracias al apoyo de Protección Civil, se corroboró la información de los eventos históricos, y con la retroalimentación realizada con las personas de la tercera edad, se verificó que efectivamente se ha presentado este fenómeno natural, pero no con la continuidad que se da en otros municipios aledaños. La mayoría de los entrevistados se refirió a la tormenta de granizo que se suscitó hace diez años y que dejó afectaciones en los cultivos, animales de traspatio, ganado, techos de lámina y asbesto. En este municipio las afectaciones en los cultivos son principalmente de maíz; la zona donde recurrentemente se generan daños por este fenómeno es en la parte Norte del Municipio.



Fotografía 5. Ejemplo de construcción de las viviendas expuestas ante el fenómeno de tormentas de granizo.



Fotografía 6. Vivienda con techo de lámina en malas condiciones.



Fotografía 7. Campo destinado al cultivo de maíz, donde se han registrado pérdidas por las tormentas de granizo.



Fotografía 8. Vivienda de uso habitacional con características constructivas endebles.

## Inestabilidad de laderas

### San Nicolás de los Ranchos

El fenómeno perturbador analizado en el municipio fue inestabilidad de laderas, autoridades del municipio y Protección Civil sugirieron dos puntos a levantar, dos en la cabecera municipal de San Nicolás de los Ranchos en donde se ha presentado casos de derrumbes.

#### **Punto 1: San Nicolás de los Ranchos (cabecera municipal)**

El punto levantado se encuentra en el límite de la Barranca de Huiloac en la cabecera municipal de San Nicolás de los Ranchos. En esta ubicación, se presentó un derrumbe detonado por el sismo del 19 de septiembre del año 2017, afectando la galera de una casa que se encontraba sobre la ladera del

cerro; los daños presentados fueron la caída de la mitad de la galera.

Las características del punto levantado son: una altura de 2,431 m s.n.m, un deslizamiento de aproximadamente 20 metros de largo, 15 metros de altura y 15 metros de ancho; con una inclinación de ladera de 45° y una dirección de 83° NE.

La litología identificada fue en su totalidad de origen ígneo extrusivo, se observaron cenizas compactadas que dieron paso a la formación de tobas volcánicas, de igual forma se notó la presencia de andesitas y suelos medianamente compactados.



Fotografía 9, Fotografía 10 y Fotografía 11.

### Punto 2: Localidad San Pedro Yancuitalpan

A una altitud de 2,424 m s.n.m se levantó un punto en la localidad de San Pedro Yancuitalpan; se observó que el cerro ha sido cortado con la finalidad de tener espacio para asentamientos humanos, de acuerdo con comentarios de los pobladores, cada temporada de lluvias, entre los meses de julio y agosto, se presentan flujos de lodo que afectan a las

viviendas circundantes.

Las características del punto levantado son: una dirección de 13° NW y una inclinación de 37°; en el punto se observó una litología de origen ígneo extrusivo, producto de erupciones pasadas del volcán Popocatepetl, el material se caracteriza por su consistencia porosa y liviana, las capas de ceniza volcánica depositadas al cementarse formaron tobas volcánicas.



Fotografía 12, Fotografía 13 y Fotografía 14.

## Huejotzingo

El trabajo de campo se realizó con la finalidad de corroborar las zonas susceptibles a deslizamientos y a partir de estas, validar la capa de susceptibilidad generada en gabinete aplicando un análisis multivariable, mediante la recopilación de históricos y el análisis del fenómeno de inestabilidad de laderas. El recorrido se efectuó en el municipio de Huejotzingo acompañados por personal de Protección Civil, se realizó el levantamiento geológico de tres puntos en zonas que presentan susceptibilidad de laderas sobre la Barranca Mapalco, la litología presente está constituida por rocas ígneas extrusivas (tobas) y suelos medianamente compactados, la vegetación predominante que se observó durante el recorrido fue del tipo bosque de Encino (Fotografía 15).



Fotografía 15. Litología toba y vegetación predominante bosque de Encino.



## Localidad Santa María Atexcac

### Panteón Auxiliar Municipal

El primer punto se levantó dentro del panteón municipal a una altitud de 2,595 metros, longitud de  $-98,498^\circ$  Oeste y latitud de  $19,136^\circ$  Norte, se observaron asentamientos humanos aproximadamente a 5 metros de distancia de las laderas de la Barranca, la altura y ancho inferidas van de 51 a 100 metros así como la inclinación que esta entre los rangos de  $36^\circ$  a  $45^\circ$ , con una profundidad de 50 metros. La litología que se presenta en esta zona es de rocas sedimentarias tipo aluvial (Fotografía 16).



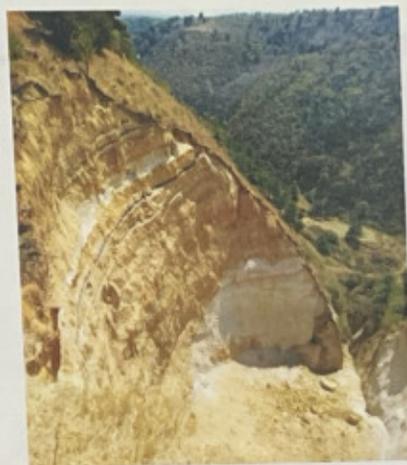
Fotografía 16. Barranca donde se sitúan asentamientos humanos.

### Localidad Santa María Nepopualco

El segundo punto fue levantado a la altitud de 2,650 metros, longitud de  $-98,505^{\circ}$  Oeste y latitud de  $19,149^{\circ}$  Norte, el deslizamiento que se presentó en esta área se debió al sismo del 19 de septiembre del año 2017 el cual provocó que la barranca se desgajara, este elemento orográfico rodea esta localidad, la profundidad y el ancho inferido fue aproximadamente de 800 y 80 metros respectivamente, con una inclinación mayor a  $45^{\circ}$ , se observó que en esta zona la litología presente es de rocas ígneas extrusivas tipo toba de color amarillo, también se observó que sobre las laderas se tienen asentamientos humanos (Fotografía 17).



Fotografía 17. Asentamientos humanos sobre la Barranca Nepopualco.



El tercer punto levantado también en la localidad de Santa María Nepopualco a la altitud de 2,602 metros, longitud de  $-98,498^{\circ}$  Oeste y latitud de  $19,154^{\circ}$  Norte, desde este punto la Barranca presenta mayor vegetación tipo encino. La litología es de rocas ígneas extrusivas tipo tobas volcánicas, se presentan asentamientos humanos a escasos metros de distancia de barranca (Fotografía 18). Con base en información expedida por el personal de Protección Civil durante el fenómeno de sismo ocurrido el 19 de septiembre de 2017 dos mujeres cayeron a la barranca mientras pastoreaban sus borregos. Afortunadamente no pasó a mayores y sobrevivieron.



Fotografía 18. Asentamientos humanos a escasos metros de distancia de barranca.

## San Salvador el Verde

El recorrido se efectuó en la cabecera municipal de San Salvador el Verde, la cual lleva el mismo nombre, acompañados por personal de Protección Civil, se realizó el levantamiento geológico de dos puntos en zonas que presentan susceptibilidad de laderas sobre la Barranca Tlatelpa, la litología presente está constituida por rocas ígneas extrusivas (tobas) y suelos medianamente compactados (Fotografía 19), la vegetación predominante que se observó durante el recorrido fue del tipo bosque de Encino constituido por árboles de Tejocote, Ciruelo, Pera, Durazno y Chabacano.



Fotografía 19. Litología constituida por rocas ígneas extrusivas (tobas).

### Colonia la Encinera

El primer punto se levantó a una altitud de 2,490 metros, longitud de  $-98,539^\circ$  Oeste y latitud de  $19,265^\circ$  Norte. La causa principal de la inestabilidad de laderas se debe a cortes de tierra para la generación de vías de acceso, ya que entre la barranca se cuenta con un pequeño puente (Paraje las Trojas), que conecta la localidad de San Salvador el Verde con la localidad de San Andrés, así mismo se sitúan asentamientos humanos aproximadamente a 2 metros de distancia de las laderas de la barranca, la profundidad y el ancho inferido es de aproximadamente 12 y 10 metros respectivamente con dirección de  $36^\circ$  SW (Fotografía 20).



Fotografía 20. Paraje las Trojas y bordes de la ladera de la barranca donde se sitúan asentamientos humanos.

### San Salvador el Verde (cabecera municipal)

El segundo punto fue levantado a la altitud de 2,394 metros, longitud de  $-98,514^\circ$  Oeste y latitud de  $19,266^\circ$  Norte, la Barranca Tlatelpa atraviesa la carretera que va de San Martín a San Salvador el Verde, la profundidad y el ancho inferido fue aproximadamente de 10 y 15 metros respectivamente, con dirección de  $85^\circ$  SW, se observaron asentamientos humanos y áreas de cultivo que se encuentran a menos de 2 metros de distancia de las laderas de la Barranca (Fotografía 21).



Fotografía 21. Barranca Tlatelpa.

## Tepeaca

El trabajo en campo se llevó a cabo en el municipio de Tepeaca Puebla, acompañados por personal de Protección Civil en las localidades de San Lorenzo la Joya y Tlayoatla.

### Localidad de San Lorenzo la Joya

El primer punto se levantó en la Barranca Paso San Lorenzo donde la causa principal de la inestabilidad de laderas es por las intensas lluvias durante los meses de agosto a septiembre, estas provocan el deslave de la barranca ocasionando que los sedimentos sean arrastrados a través de un canal de aguas pluviales generando afectaciones al puente de San Lorenzo (Fotografía 22).



Fotografía 22. Puente de San Lorenzo.

En lo que concierne a la litología de la localidad de San Lorenzo se observaron principalmente rocas ígneas extrusivas en unidades equidimensionales de tobas (Fotografía 23) con pequeñas fracturas, además de rocas sedimentarias tales como calizas y conglomerados (Fotografía 24). La altura del corte de la ladera es aproximadamente de 10 metros con un ancho de barranca de 3.5 metros, mientras que la pendiente es de  $20^\circ$  con una dirección de  $36^\circ$  NW.



Fotografía 23. Unidades equidimensionales de tobas.

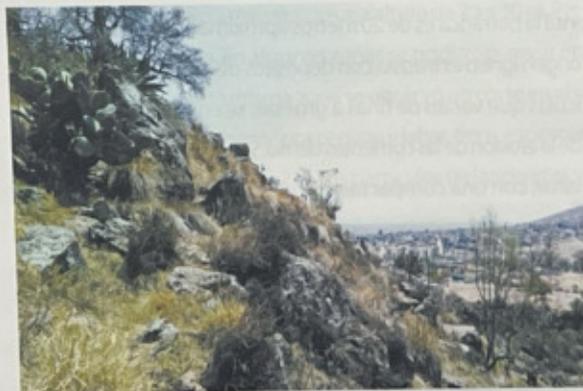


Fotografía 24. Rocas sedimentarias calizas y conglomerados.



### Localidad de Tlayoatla

El segundo punto fue levantado en la ladera de la localidad de Tlayoatla (San Miguel Tlayoatla), donde la dirección de esta ladera fue de 18° NE y su inclinación de 36° la causa principal de la inestabilidad de laderas fue por la actividad humana debido a que han generado vías de acceso. La altura aproximada de la ladera es de 25 a 30 metros, la vegetación en esta localidad es escasa, donde se observó árbol de Pirúl.



Fotografía 25. Ladera de la localidad de Tlayoatla.

En lo referente a la litología se observaron rocas ígneas extrusivas de color rojizo con cristales bien desarrollados, la geometría de las unidades es redondeadas a ligeramente agudos, con un alto grado de erosión (Fotografía 26).



Fotografía 26. Rocas ígneas extrusivas de color rojizo.

## Nealtican

Finalizado el trabajo en gabinete se procedió a realizar el trabajo en campo con la finalidad de obtener información y evidencias referente a las amenazas que afectan el municipio.

### **Barranca Alseseca**

El punto se ubica al Sureste de la localidad de Nealtican, en los límites con San Jerónimo Tecuanipan. Esta barranca es el cauce del Río Alseseca, el cual tiene un cauce importante en épocas de lluvias, alcanzando hasta más de 2 metros de altura, erosionando los depósitos que se encuentran presentes. La litología se observó desde la distancia, ya que el acceso es complicado; la altura que presenta la barranca es de 20 metros aproximadamente.

El tipo de roca observada es de origen ígneo extrusivo, con depósitos de cenizas y lahar; las cenizas se presentan con partículas que varían de finas a gruesas, se encuentran de forma tabular como consecuencia de la erosión de las corrientes del río. Sobre este depósito se encuentra una disposición de lahar, con una compactación media y fragmentos de tamaño medio.



Fotografía 27 Barranca Alseseca, Nealtican.

### Banco de rocas ígneas

Punto ubicado en el municipio de Nealtican, al Suroeste de la cabecera municipal, en los límites con el municipio de Tianguismanalco. En esta zona se localiza un importante banco de donde extraen roca de tipo volcánico, la cual los habitantes de este municipio actualmente comercializan en diferentes formas. Cabe mencionar que cerca de este banco se localiza un arroyo el cual anteriormente era un cauce de un río importante que es alimentado por las aguas de los volcanes.

La geología en esta zona se encuentra conformada por material volcánico, rocas ígneas extrusivas. El cerro que se explota se conforma en su totalidad por rocas riolíticas y andesíticas de coloración gris claro y rojizas, con una altura de 25 a 30 m. Presentan discontinuidades con un grado de fractura muy alto. En algunas zonas se podía observar en la base una capa de material menos compacto.

En esta misma zona se observó un corte en el suelo de 2 metros de profundidad, que se conforma principalmente por cenizas y lahar, tiene espesores mayores a 30 cm, presentan un rumbo NE 41° SW y un echado de 21°. Las partículas de las cenizas se presentan en un tamaño muy grueso.



Fotografía 28. Banco de roca ígnea. Límite municipal entre Nealtican y Tianguismanalco.

3.1 METADATOS

**3**

**FASE**

**ANEXOS**

## 3.1 METADATOS

Los metadatos son datos altamente estructurados que describen el contenido, la calidad, la condición y otras características de las capas de información. El llenado de los metadatos provee información necesaria para interpretar y procesar datos transferidos por otra organización.

Los metadatos están estructurados por un mínimo de elementos, definidos por algún estándar, donde los usuarios que los deseen compartir están de acuerdo con un significado preciso de cada elemento.<sup>[51]</sup> La información más importante que deben incluir los metadatos es:

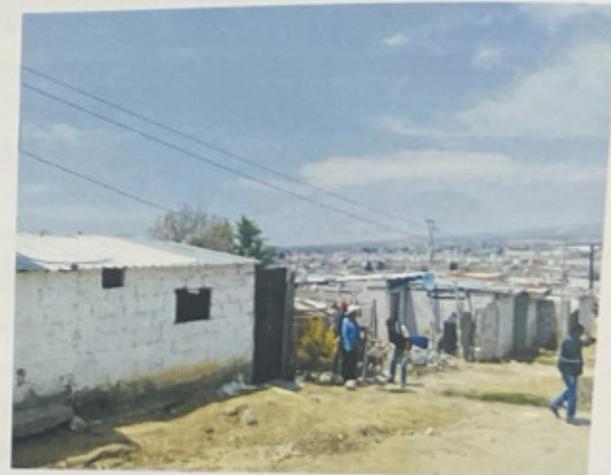
- Identificación: título, área incluida, descripción, temas, actualidad, restricciones, etc.
- Calidad de los datos: precisión, a qué nivel están completos los datos, linaje.
- Organización de los datos espaciales: vector, ráster, punto.
- Referencia espacial: proyección, datum, sistemas de coordenadas.
- Entidad y atributos: información acerca de entidades, atributos, dominio de valores de los atributos, entre otros.
- Distribución: distribuidor, formatos, medios, estatus, precio.
- Referencia de los metadatos: nivel de actualización, institución o persona responsable

El formato para el llenado de metadatos se estableció en la Norma Técnica para la elaboración de Metadatos Geográficos del INEGI.

[51] Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU). Términos de Referencia para la Elaboración de Atlas de Peligros y/o Riesgos 2016. Recuperado de: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/data/file/135433/TR\\_AR\\_231016\\_Pu\\_blico.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/data/file/135433/TR_AR_231016_Pu_blico.pdf)

## 3.2 EVIDENCIA FOTOGRÁFICA

Amozoc



Acajete



## 3.2 EVIDENCIA FOTOGRÁFICA

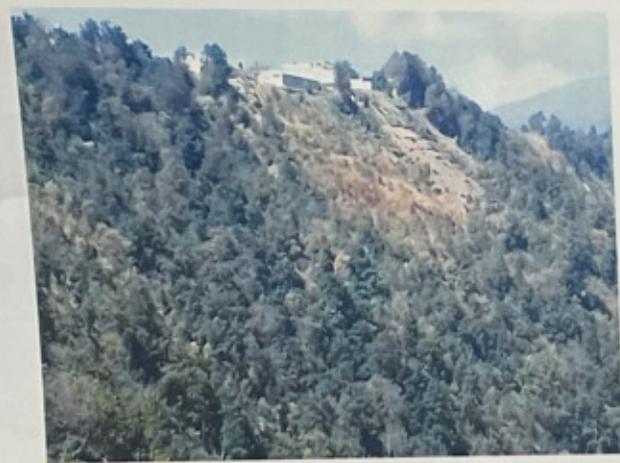


## San Nicolás de los Ranchos



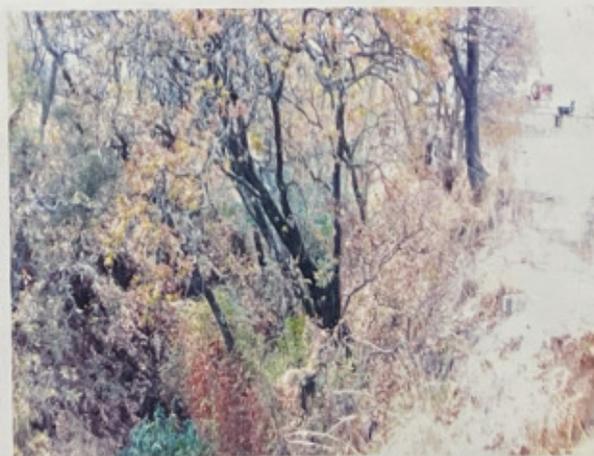
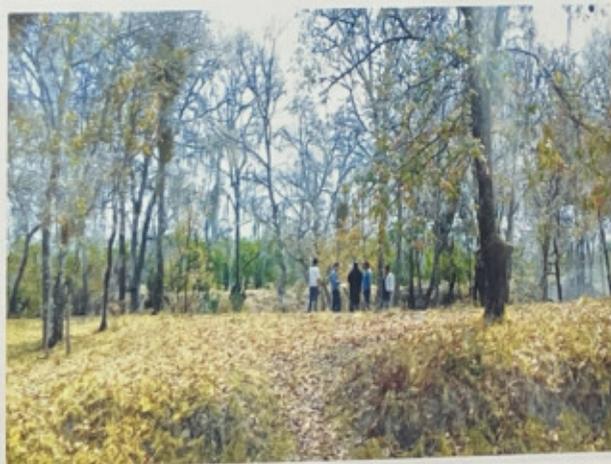
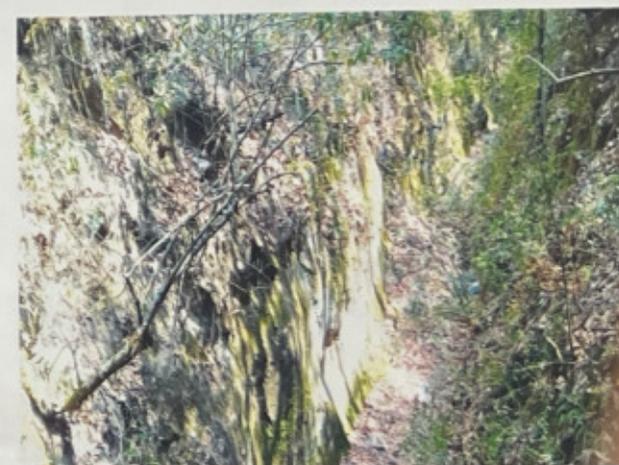


## Huejotzingo

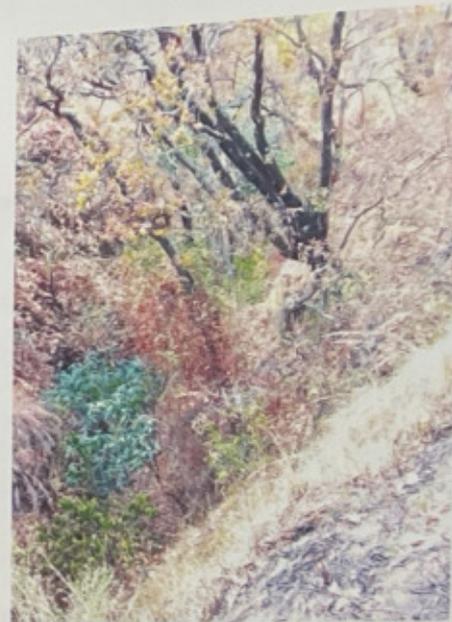




## San Salvador el Verde

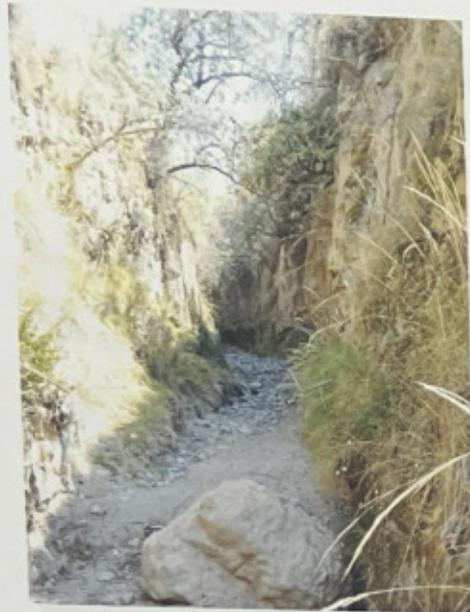


ANÁLISIS DE SUSCEPTIBILIDAD CONCERNIENTE AL FENÓMENO PERTURBADOR: INESTABILIDAD DE LADERAS



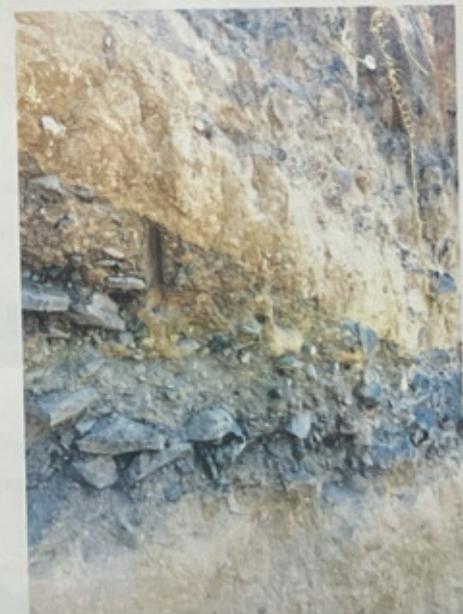
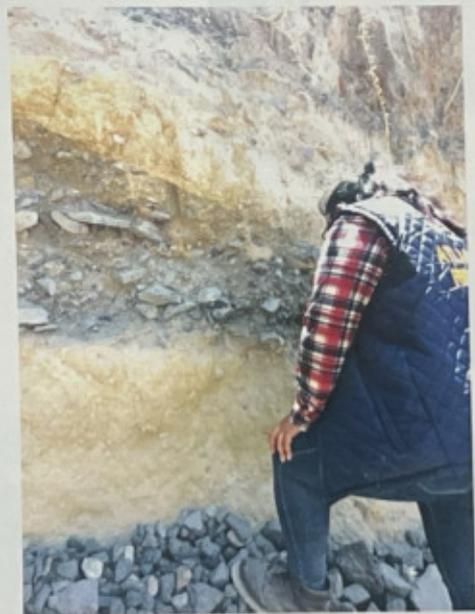
## Tepeaca





### 3.3 BIBLIOGRAFÍA

#### Nealtican





## 3.3 BIBLIOGRAFÍA

- Abril, A. (2011). *Estudio e Implementación de un Modelo para la Zonificación de Áreas Susceptibles a Deslizamiento Mediante el Uso de Sistemas de Información Geográfica: Caso de Estudio Sector Quimsacocha* (tesis de pregrado). Universidad de Cuenca, Ecuador.
- Alcántara, I. (2000). Landslides: ¿deslizamientos o movimientos del terreno? Definición, clasificaciones y terminología. *Investigaciones Geográficas (Mx)*, (41), 7-25.
- British Geological Survey [BGS]. (2017). What is a landslide?. UK: BGS. Recuperado en julio 2018, de <https://www.bgs.ac.uk/landslides/whatIs.html>.
- Centro Nacional de Prevención de Desastres [CENAPRED]. (1996) Serie de Fascículos: Inestabilidad de Laderas. Recuperado en enero de 2018 de <http://imcyc.com/biblioteca/ArchivosPDF/Taludes/4%20Inestabilidad%20de%20laderas%20naturales%20y%20taludes.pdf>.
- Centro Nacional de Prevención de Desastres [CENAPRED]. (2001) Serie de Fascículos: Inestabilidad de Laderas. Recuperado en enero de 2018 de <http://www.cenapred.unam.mx/es/DocumentosPublicos/PDF/SerieFasciculos/fasciculoladeras2.pdf>.
- Centro Nacional de Prevención de Desastres [CENAPRED]. (2006). Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos. Conceptos Básicos sobre Peligros, Riesgos y su Representación Cartográfica. México: CENAPRED.
- Centro Nacional de Prevención de Desastres [CENAPRED]. (2006). Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos. Fenómenos Geológicos. México: CENAPRED.
- Chacón, J., Irigaray, C., & Fernández, T. (1993). Methodology for large scale landslide hazard mapping using GIS. Landslides. En: *Proceedings of the VIIth International Conference and Fieldtrip on Landslides*. Bratislava, Slovakia.
- Comisión Nacional del Agua [CONAGUA]. Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Valle de Puebla (2104), Estado de Puebla.
- Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica de Puebla (CEIGEP). (S.F). Fichas Municipales: San Nicolás de los Ranchos. Recuperado de [http://ceigep.puebla.gob.mx/informacion\\_basica\\_municipio.php](http://ceigep.puebla.gob.mx/informacion_basica_municipio.php).

- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo social (CONEVAL), Medición de la pobreza, Estados Unidos Mexicanos 2010-2015, Indicadores de Pobreza.
- Consejo Nacional de Población (CONAPO). Proyecciones De la Población de los Municipios en México, 2010-2030.
- Cooke, R., & Doornkamp, J. (1974). *Geomorphology in Environmental Management*. Londres: Oxford University Press.
- Corominas, J., Einstein, H., Davis, T., Strom, A., Zuccaro, G., Nadim, F., & Verdel, T. (2015). Glossary of Terms on Landslides Hazard and Risk. *Engineering Geology for Society and Territory*, 2, 1778. Recuperado en julio 2018, De Springer International Publishing Switzerland Base de datos.
- Crozier, M. (1984). *Field Assessment of Slope Instability*. En: *Slope Instability*. Nueva York: John Wiley & Sons Ltd.
- Cruden, D., & Varnes, D. (1996) *Landslide Types and Processes*. En: *Landslides: Investigation and Mitigation*, Transportation Research Board (pp. 36-75). Washington D. C.: National Academy Press.
- Delgado, H., Navarro, M., & Abmelec, I.(S.F.). Volcán Concepción. Mapa de Amenaza Volcánica III. Universidad Autónoma de México. Recuperado de <http://www.geo.mtu.edu/volcanoes/delgadomaps/Mapa3.pdf>
- EPOCH. (1993). *The temporal occurrence and forecasting of landslides in the European community*. Francia: European Commission.
- Highland, L., & Bobrowsky, P. (2008). *The landslide handbook – A guide to understanding landslides*. Reston, Virginia, U. S.: United States Geological Survey. Recuperado en enero de 2018, de <https://pubs.usgs.gov/circ/1325/>.
- Huang, B., Cheu, R., & Liew, Y. (2003). GIS-AHP Model for HAZMAT Routing with Security Considerations. En: *IEEE 6<sup>th</sup> International Conference for Intelligent Transportation Systems*, Shanghai, China.
- Hutchinson, J. (1988). *General Report: Morphological and geotechnical parameters of landslides in relation to geology and hydrogeology. Proceedings, Fifth International Symposium on Landslides*. Lausana, Suiza.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), (2010). *Censo de Población y Vivienda 2010*.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), (2010). *Censo de Población y Vivienda 2010. Principales Resultados por Localidad (ITER)*.

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), (2010). Censo de Población y Vivienda 2010. Tabulados del Cuestionario Ampliado: Población ocupada y su distribución porcentual según sector de actividad económica para cada municipio.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), (2010). Censo de Población y Vivienda 2010. Tabulados del Cuestionario Básico: Tasas específicas de participación económica por municipio y grupos quinquenales de edad según sexo.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), (2015). Tabulados de la Encuesta Intercensal 2015. Población.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), (2015). Tabulados de la Encuesta Intercensal 2015.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), (2017). Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], (2015). Guía para la interpretación de cartografía Uso del suelo y vegetación Escala 1: 250, 000 Serie V.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2009). Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Puebla, San Jerónimo Xayacatlán.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2010). Censo de Población y Vivienda.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2015). Encuesta Intercensal.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), (2000). XII Censo General de Población y Vivienda 2000.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), (2000). XII Censo General de Población y Vivienda 2000. Principales resultados por localidad (ITER).
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática [INEGI] (2000). Síntesis Geográfica del Estado de Puebla.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática [INEGI], (2010). Compendio de información Geográfica Municipal 2010. San Nicolás de los Ranchos.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática [INEGI] (2002). Síntesis de Información Geográfica del Estado de San Luis Potosí.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. [INEGI], (2007). Diccionario de datos de Uso del Suelo y Vegetación 1:250, 000 (Vectorial).

- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. [INEGI], (2005). Guía para la interpretación de cartografía geológica.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. [INEGI], (2000). Diccionario de datos climáticos (Vectorial).
- Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED), (2010), Lengua Indígena.
- Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED), (2010), Educación.
- Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED), (2010), Vivienda.
- Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal [INAFED]. Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México. Estado de Puebla: San Nicolás de los Ranchos.
- Instituto para el Federalismo y el Desarrollo Municipal [INAFED]. (2010). Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México. Estado de Puebla.
- Instituto Registral y Catastral del Estado de Puebla (IRCEP), (2017). Límites Catastrales.
- Instituto Registral y Catastral del Estado de Puebla [IRCEP]. (2017). Límites Municipales.
- Irigaray, C. (1995). *Movimientos de ladera: inventario, análisis y cartografía de la susceptibilidad mediante un Sistema de Información Geográfica. Aplicación a las zonas de Colmenar (Málaga), Rute (Córdoba) y Montefrío (Granada)* (tesis doctoral). Universidad de Granada, España.
- Malczewski, J. (1999). GIS and Multiplecriteria Decision Analysis. New York: John Wiley & Sons.
- Mendoza, M., & Noriega, I., (2000). Deslizamientos de laderas en Teziutlán, Pue., provocados por las lluvias intensas de octubre de 1999. En: *Memorias del XX Congreso Nacional de Mecánica de Suelos*, SMMS, Oaxaca, Oax., México.
- Mendoza, A. L. (2017). Por daños en infraestructura, cierra museo en San Nicolás de los Ranchos. *Ángulo 7*. Recuperado en julio 2018, de <https://www.angulo7.com.mx/2017/09/17/danos-infraestructura-cierra-museo-san-nicolas-los-ranchos/>.
- Montiel, K., Montes, E., & Gouveia, E. (2009). Un ensayo de zonificación de áreas susceptibles a inestabilidad de laderas en el flanco norandino de Venezuela. *Revista Geográfica Venezolana*, (50), pp. 131-155.

## 3.4 GLOSARIO DE TÉRMINOS

- Ramos, R., Máximo, P., Narciso, J., Mirón, M., & Beltrán, M. (2012). Estudio Geoestadístico para obtener la gravedad local, pendiente y cálculo Hidrológico de las Barrancas Xaltelulco, Tepeloncocone, Tenepanco, Colorada y Quimichule del Volcán Popocatepetl. *Boletín de Ciencias de la Tierra*, 31, 65-83.
- Roa J. (2006). Aproximación al Mapa de Susceptibilidad y Amenazas por Deslizamientos de la Ciudad de Trujillo, Venezuela. *ÁGORA- Trujillo*, 9 (17), 45-83.
- Rojas. M. (2017). Deslaves alentan circulación de autos en carretera Paso de Cortés. Municipios Puebla. Recuperado en julio 2018, de <http://municipiospuebla.mx/nota/2017-09-06/san-pedro-cholula/deslaves-alentan-circulaci%C3%B3n-de-autos-en-carretera-paso-de-cort%C3%A9s/>.
- Saaty, T. (1980). *The analytic hierarchy process*. New York: McGraw-Hill.
- Secretaría de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano [SEDATU]. (2016). *Términos de Referencia para la Elaboración de Atlas de Peligros y/o Riesgos 2016*. México: SEDATU.
- Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) (2010). *Catálogo de Localidades, Resumen Municipal: San Nicolás de los Ranchos*.
- Secretaría de Gobernación [SEGOB]. Acuerdo por el que se dan a conocer los resultados del estudio técnico de aguas nacionales superficiales en las cuencas hidrológicas Río Amajac, Río Verde 2, Río Verde 2, Río Verde 3, Río Tamasopo 1, Río Tamasopo 2, Río Gallinas, Río El Salto, Río Valles, Río Tampaón 1, Río Choy, Río Coy 2, Río Tampaón 2, Río Huichihuayan, Río Moctezuma 3, Río Moctezuma 5,y Río Pánuco 1, mismas que forman parte de la subregión Hidrológica Río Pánuco, de la región hidrológica número 26 Pánuco. *Diario Oficial de la Federación [DOF]*. Recuperado en Julio de 2018, de [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5484625&fecha=30/05/2017](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5484625&fecha=30/05/2017).
- Secretaría de Gobernación, [SEGOB]. (2017). Declaratoria de Desastre Natural por la ocurrencia de sismo magnitud 7.1. *Diario Oficial de la Federación*. Recuperado en julio 2018, de [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5499060&fecha=28/09/2017](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5499060&fecha=28/09/2017).
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT] & Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas [CONANP], (2016). *Áreas Naturales Protegidas*. Recuperado en Julio de 2018, de <http://www.conanp.gob.mx/regionales/>.

- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT] & Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas [CONANP], (2013). Programa de Manejo Parque Nacional Iztaccihuatl Popocatepetl. Recuperado en Julio de 2018, de [http://www.conanp.gob.mx/datos\\_abiertos/DGCD/112.pdf](http://www.conanp.gob.mx/datos_abiertos/DGCD/112.pdf).
- SEDESOL-COREMI. (2004). Guía Metodológica para la Elaboración de Atlas de Peligros Naturales en Zonas Urbanas (Identificación y Zonificación). México.
- Servicio Geológico Mexicano (SGM), (s.f.). Geología. Recuperado en julio del 2018, de: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/157537/Que-es-la-Geologia.pdf>.
- Sistemas de Información Geográfica S.A. de C.V. [SIGSA]. (2015). Estudio de Riesgo por Inestabilidad de Laderas. Dirección Estatal de Protección Civil Zacatecas.
- Suarez, J. (1998). Deslizamientos y Estabilidad de Taludes en Zonas Tropicales. Bucaramba, Colombia.
- Suárez, J. (2009). Deslizamientos. Análisis geotécnico Vol. 1. Colombia: Universidad Industrial de Santander.
- Universidad de Buenos aires. Facultad de Agronomía, (s.f.). Cátedra de Edafología. Recuperado en julio del 2018, de: <https://www.agro.uba.ar/catedras/edafologia>.
- Varnes, D. (1978). Slope movement types and processes. En: Landslides: Analysis and Control. Special Report 176 (pp.11-33). Washington D. C.: National Academy of Sciences.
- Viltres, Y., & Guardado, R. (2014). Evaluación y cartografiado del peligro por deslizamientos en el municipio de Moa. *Minería y Geología*, 30 (3), 16-32.
- WP/WLI. (1995). A suggested method for describing the rate of movement of a landslide. *Bulletin of the International Association of Engineering Geology*, 52, pp. 75-78. Recuperado en julio de 2018 de <https://doi.org/10.1007/BF02602683>.
- WRB (2015). Base referencial mundial del recurso suelo 2014, Actualización 2015. Sistema internacional de clasificación de suelos para la nomenclatura de suelos y la creación de leyendas de mapas de suelos. Informes sobre recursos mundiales de suelos 106. Roma: FAO.

## 3.4 GLOSARIO DE TÉRMINOS

**Afloramiento:** Parte de un terreno visible en la superficie de la tierra.

**Amenaza:** Probabilidad de que un proceso se produzca en un determinado momento y lugar originando daño a la población, a sus bienes o al medio ambiente.

**Antropogénico:** Se refiere a los efectos, procesos o materiales que son el resultado de actividades humanas a diferencia de los que tienen causas naturales sin influencia humana.

**Basculamiento:** Moverse de un lado a otro un cuerpo que está unido a un eje vertical.

**Cartografía:** Conjunto de estudios y de operaciones científicas, artísticas y técnicas que intervienen en la elaboración o en el análisis de mapas, planos, cartas, perfiles, modelos tridimensionales o globos que representan la Tierra, o parte de la Tierra o cualquier cuerpo celeste a una determinada escala.

**Cuenca:** Depresión o concavidad sujeta al proceso de sedimentación de un río, se usa como sinónimo de hoya hidrográfica. La cuenca de un río es toda el área drenada del río y sus tributarios.

**Deforestación:** Pérdida de la vegetación natural de una región geográfica, producto de la actividad humana.

**Desastre:** Es el evento concentrado en tiempo y espacio, en el cual la sociedad o una parte de ella sufre un daño severo y pérdidas para sus miembros, de tal manera que la estructura social se desajusta y se impide el cumplimiento de las actividades esenciales de la sociedad, afectando el funcionamiento vital de la misma. Evento en donde ocurrieron decesos, lesiones y daños a la propiedad, bienes, servicios o al medio ambiente, con un alto costo en tiempo y dinero. Se puede considerar como una "amenaza consumada".

**Deslizamiento (avalancha):** Flujo extremadamente rápido y comúnmente formado de materiales de suelo o residuos de roca, a lo largo de una superficie principal más o menos plana.

**Deslizamiento (caído de rocas y escombros):** Desprendimiento repentino de uno o más bloques de suelo o roca que desciende en caída libre.

**Deslizamiento (flujo):** Movimiento relativo de las partículas o bloques pequeños, dentro de una masa que se mueve o desliza sobre una superficie definida de falla.

**Deslizamiento (reptación):** Movimiento del suelo subsuperficial desde una velocidad muy lenta a extremadamente lenta sin una superficie definida de falla.

**Deslizamiento (rotacional):** Desplazamiento rotacional, la superficie de falla es cóncava hacia arriba y el movimiento es rotacional con respecto al eje paralelo a la superficie y transversal al deslizamiento.

**Deslizamiento:** Consisten en un descenso masivo y relativamente rápido, a veces de carácter catastrófico, de materiales, a lo largo de una pendiente. El material se mueve como una masa única, no como varios elementos que se mueven a la vez. El deslizamiento se efectúa a lo largo de una superficie de deslizamiento, o plano de cizalla, que facilita la acción de la gravedad. Esta superficie se crea por la absorción de agua a una profundidad determinada, lo que implica un cambio de densidad de la capa subyacente que es lo que provoca la existencia de un plano de deslizamiento. Dependiendo de la profundidad a la que se encuentre la superficie de deslizamiento el movimiento en masa puede ser superficial, y que afecta a poco volumen, o profundo, y que afecta a grandes volúmenes. En la roca debe encontrarse una fisura que, al alterarse y humedecerse, el plano en el que se encuentra, permite el deslizamiento de la parte superior de la roca, a lo largo de la pendiente, por gravedad. Este fenómeno

es propio de las regiones de montaña húmeda. Puede desencadenarse por una labor de zapa en la base.

**Discontinuidad:** Es la falta de continuidad entre superficies geológicas tanto a nivel superficial como a profundidad ocasionada por fenómenos como rupturas en la sedimentación y que se puede comprobar por un cambio significativo de transmisión de las ondas sísmicas.

**Edafología:** Ciencia que se encarga de estudiar el suelo, su origen y evolución, así como los procesos físicos, químicos y biológicos que los componen.

**Erosión:** La remoción de suelo y particular de roca por el viento, ríos y hielo recibe el nombre de erosión.

**Estimación:** Es el conjunto de técnicas que permiten dar un valor aproximado de un parámetro de una población a partir de los datos proporcionados de una muestra.

**Factor condicionante:** Factor que influye en la inestabilidad de las laderas. Depende directamente de las características intrínsecas de las mismas.

**Falla lateral:** Falla en la que el desplazamiento se produce a través de un plano horizontal. En algunos casos el bloque superior se desplaza por varias decenas de kilómetros.

**Falla normal:** El bloque superior (el que está sobre el plano de falla) es el bloque hundido. Se produce por esfuerzos distensivos, ya que hay un aumento de la superficie.

**Falla:** Deslizamiento de bloques de la litosfera a lo largo de grandes grietas o fracturas. En la falla un bloque aparece elevado y otro deprimido.

**Fenómeno geológico:** Agente perturbador que tiene como causa directa las acciones y movimientos de la corteza terrestre a esta categoría pertenece los sismos, las erupciones volcánicas, los tsunamis, la inestabilidad de laderas, los flujos, los caídos o derrumbes, los hundimientos, la subsidencia y los agrietamientos.

**Fenómeno hidrometeorológico:** Agente perturbador que se genera por la acción de los agentes atmosféricos; tales como: ciclones tropicales, lluvias extremas, inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres; tormentas de nieve, granizo, polvo y electricidad; heladas; sequías; ondas cálidas y gélidas; y tornados.

**Fisiografía:** Elementos formadores del medio físico, provincias fisiográficas.

**Fotointerpretación:** Análisis y estudio de las fotografías

aéreas para un determinado fin. Ejemplo: Fotogeología, interpretación geológica.

**Fractura:** Rotura o abertura producida por esfuerzos.

**Geología:** Ciencia de la tierra que estudia sus materiales, estructura, procesos que actúan en su interior y sobre la superficie, minerales y rocas fósiles, terremotos y volcanes, montañas y océanos, suelos, paisajes, erosión y depósito, de igual manera se ocupa del origen del planeta y de los cambios que ha ido sufriendo a lo largo de toda su historia.

**Geomorfología:** Estudia las formas de la superficie terrestre (principales formas del relieve).

**Granulometría:** Es la medición de los granos de una formación sedimentaria y el cálculo de la abundancia de los correspondientes a cada uno de los tamaños previstos por una escala granulométrica con fines de análisis tanto de su origen como de sus propiedades mecánicas.

**Hacinamiento:** Se refiere al amontonamiento o acumulación de personas o animales en un solo lugar y el cual no cuenta con las dimensiones físicas para albergarlos. En otras palabras, el número de personas que allí se encuentran superan la capacidad total del espacio y no cuenta con la seguridad e higiene que corresponde.

## 3.5 LISTADO DE GRÁFICAS

## 3.6 LISTADO DE TABLAS

**Hidrografía:** Disciplina que estudia, describe e identifica en mapas las corrientes de agua presentes en la tierra.

**Horizonte de suelo:** Capa de material superficial o cercano y aproximadamente paralelo a la superficie del terreno, de características observables producidas mediante los procesos generadores de suelos.

**Inclinación:** Angulo que manifiesta la pérdida de la verticalidad original de la vegetación de objetos construidos por el hombre, localizado sobre la superficie inclinada de un talud o ladera natural que se encuentra en movimiento descendente a causa de su inestabilidad o falla.

**Indicador:** Se trata de un número o de un índice (un valor sobre una escala de medida) derivado de la observación de un conjunto de fenómenos. Variable que permite evaluar ciertos cambios en el curso del tiempo.

**Infraestructura:** Grupo de elementos o servicios que son necesarios o considerados necesarios para la invención o producción y marcha de una dada organización.

**Intemperismo:** Proceso geológico de degradación química de las rocas y materiales cuando son expuestas en la superficie terrestre.

**Jerarquía:** Organización por categorías o grados de importancia.

**Litología:** Ciencia que estudia el origen, evolución y clasificación de las rocas.

**Llanura:** Gran extensión de terreno más o menos plana donde no se observan elevaciones.

**Marginación:** Es un fenómeno multidimensional y estructural originado, en última instancia, por el modelo de producción económica expresado en la desigual distribución del progreso, en la estructura productiva y en la exclusión de diversos grupos.

**Material cohesivo:** Material coherente, se refiere a suelos en los cuales el agua absorbida y la atracción entre las partículas actúan conjuntamente para producir una masa que se mantiene unida y se deforma plásticamente con cantidades de agua variables, se llaman suelos cohesivos o arcillas.

**Material consolidado:** Material constituido por cualquiera de los tipos de roca que existen en la naturaleza.

**Meteorización:** Modificación de las propiedades físicas y químicas de una roca por la acción de agentes externos, tendientes a desintegrarla.

**Mina:** Yacimiento mineral que se puede extraer de un terreno para su explotación.

**Mineral:** Compuesto sólido inorgánico natural con estructura cristalina y composición química definida.

**Mitigación:** Son las acciones y medidas para impedir o disminuir el daño o la destrucción de los fenómenos naturales o tecnológicos en una zona urbana.

**Peligro:** Riesgo o contingencia inminente de que suceda algún mal.

**Pendiente:** Declive o desnivel entre alturas diferentes de la superficie.

**Pliégue:** Deformación resultante de la flexión o torsión de rocas.

**Población:** Grupo formado por las personas que viven en un determinado lugar.

**Poligénico:** Resultado de dos o más procesos de formación.

**Ponderación:** Determinar el peso o el valor de algo.

**Proyección poblacional:** Cálculo que expresa el crecimiento aproximado previsto en el número de habitantes de un lugar para un año futuro dado.

**Roca:** Sustancia sólida compuesta por uno o más minerales, originada en forma natural por procesos geológicos.

**Rocas ígneas extrusivas o volcánicas:** Son rocas formadas por un rápido enfriamiento de la lava, este proceso ocurre

cuando el magma es expulsado por los edificios volcánicos, que al contacto con la temperatura ambiental se enfría rápidamente, generando así cristales no apreciables a simple vista.

**Rocas ígneas intrusivas o plutónicas:** Son rocas formadas en el interior de la corteza terrestre, a través de un proceso de enfriamiento lento del magma, permitiendo que los cristales se formen de mejor manera. Estas rocas pueden ascender a la superficie mediante procesos orogénicos.

**Rocas sedimentarias:** Se forman por la precipitación de minerales y/o unión de fragmentos de rocas preexistentes.

**Sedimentación:** Proceso mediante el cual se asienta la materia orgánica y la mineral.

**Sierra:** Conjunto de montañas.

**Sistema de información geográfica:** Es un software específico que permite a los usuarios crear consultas interactivas, integrar, analizar y representar de una forma eficiente cualquier tipo de información geográfica referenciada asociada a un territorio, conectando mapas con bases de datos. El uso de este tipo de sistemas facilita la visualización de los datos obtenidos en un mapa con el fin de

reflejar y relacionar fenómenos geográficos de cualquier tipo, desde mapas de carreteras hasta sistemas de identificación de parcelas agrícolas o de densidad de población.

**Suelo:** Es la parte superficial de la corteza terrestre, biológicamente activa, que proviene de la desintegración o alteración física y química de las rocas y de los residuos de las actividades de seres vivos que se asientan sobre ella.

**Susceptibilidad:** Es una propiedad del terreno que indica que tan favorables o desfavorables son las condiciones de este, para que pueda ocurrir inestabilidad, y se refiere solamente a factores intrínsecos a los materiales naturales de la ladera, sin considerar factores desencadenantes, como sería el caso de la precipitación o la sismicidad.

**Tasa de crecimiento:** Valor porcentual del aumento de la población de un lugar en un periodo determinado.

**Tipo de suelo:** Clasificación de estructuras sólida y porosa, de composición heterogénea, que ocupa la parte más superficial de la litosfera.

**Tipología de vivienda:** Clasificación de viviendas a partir de la identificación de sus características arquitectónicas y estructurales.

**Topografía:** Arte de representar en un plano las formas del terreno y los principales detalles naturales o artificiales del mismo.

**Velocidad de deslizamiento:** Rapidez que puede recorrer un material a una distancia dada.

**Yacimiento:** Lugar en el que se encuentran de forma natural minerales, rocas o fósiles, especialmente cuando puede ser objeto de explotación.

**Zonación:** En términos generales, implica una división del terreno en áreas y su clasificación de acuerdo a su susceptibilidad por movimientos en masa.

## 3.5 LISTADO DE GRÁFICAS

GRÁFICA 1. PIRÁMIDE DE EDADES POR GÉNERO 2015

GRÁFICA 2. SECTORES ECONÓMICOS

GRÁFICA 3. CLASIFICACIÓN DE LAS INTENSIDADES DE VEGETACIÓN DEL MUNICIPIO DE SAN NICOLÁS DE LOS RANCHOS

## 3.6 LISTADO DE TABLAS

TABLA 1. FALLAS Y FRACTURAS DE SAN NICOLÁS DE LOS RANCHOS

TABLA 2. PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN DE SAN NICOLÁS DE LOS RANCHOS

TABLA 3. DISTRIBUCIÓN TERRITORIAL DE LA POBLACIÓN DEL MUNICIPIO

TABLA 4. ANALFABETISMO EN EL MUNICIPIO

TABLA 5. POBLACIÓN DE 3 AÑOS Y MÁS QUE ASISTIÓ A LA ESCUELA

TABLA 6. POBLACIÓN DE HABLA INDÍGENA

TABLA 7. LENGUAS INDÍGENAS HABLADAS EN EL MUNICIPIO

TABLA 8. LIMITACIÓN EN LA ACTIVIDAD

TABLA 9. MEDICIÓN DE LA POBREZA EN EL MUNICIPIO

TABLA 10. HACINAMIENTO

TABLA 11. MARGINACIÓN MUNICIPAL POR LOCALIDAD

TABLA 12. VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS EN EL MUNICIPIO CON PISO DE TIERRA

TABLA 13. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN DE LAS VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS

TABLA 14. COBERTURA DE SERVICIOS BÁSICOS EN VIVIENDAS

TABLA 15. CENTROS EDUCATIVOS

TABLA 16. CLÍNICAS Y HOSPITALES

TABLA 17. ADMINISTRACIÓN PÚBLICA

TABLA 18. RECREACIÓN Y CULTURA

TABLA 19. ASISTENCIA SOCIAL

TABLA 20. CLASIFICACIÓN DE LOS FENÓMENOS PERTURBADORES DE ORIGEN NATURAL

TABLA 21. FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS QUE AFECTAN EL MUNICIPIO DE SAN NICOLÁS DE LOS RANCHOS

TABLA 22. CARACTERÍSTICAS DE LAS TORMENTAS ELÉCTRICAS

TABLA 23. TIPOS DE RAYOS, SEGÚN SUS CARACTERÍSTICAS

TABLA 24. INDICADORES POR TORMENTAS ELÉCTRICAS EN EL MUNICIPIO DE SAN NICOLÁS DE LOS RANCHOS

TABLA 25. INDICADORES POR TORMENTAS DE GRANIZO EN EL MUNICIPIO DE SAN NICOLÁS DE LOS RANCHOS

TABLA 26. INDICADORES DE SEQUÍAS EN EL MUNICIPIO DE SAN NICOLÁS DE LOS RANCHOS

TABLA 27. INDICADORES DE HELADAS EN EL MUNICIPIO DE SAN NICOLÁS DE LOS RANCHOS

TABLA 28. INDICADORES DE ONDAS GÉLIDAS EN EL MUNICIPIO DE SAN NICOLÁS DE LOS RANCHOS

TABLA 29. INDICADORES DE ONDAS CÁLIDAS EN EL MUNICIPIO

TABLA 30. FENÓMENOS GEOLÓGICOS QUE AFECTAN EL MUNICIPIO DE SAN NICOLÁS DE LOS RANCHOS

TABLA 31. CARACTERÍSTICAS DE LOS MECANISMOS DE INESTABILIDAD DE LADERAS  
TABLA 32. FENÓMENO DE INESTABILIDAD DE LADERAS PARA EL MUNICIPIO DE SAN NICOLÁS DE LOS RANCHOS

TABLA 33. FENÓMENOS DE SISMOS PARA EL MUNICIPIO DE SAN NICOLÁS DE LOS RANCHOS

TABLA 34. FENÓMENO DE VOLCANES PARA EL MUNICIPIO DE SAN NICOLÁS DE LOS RANCHOS

TABLA 35. NIVEL DE ANÁLISIS DE LA AMENAZA IDENTIFICADA

TABLA 36. CLASIFICACIÓN DE LOS PROCESOS DE REMOCIÓN DE MASA

TABLA 37. ESCALA DE VELOCIDADES DE LOS MOVIMIENTOS DE LADERA

TABLA 38. NIVEL DE ANÁLISIS 1

TABLA 39. NIVEL DE ANÁLISIS 2

TABLA 40. FORMATO PARA LA ESTIMACIÓN DE SUSCEPTIBILIDAD

TABLA 41. CLASIFICACIÓN DE LOS INTERVALOS DE PENDIENTES

TABLA 42. CLASIFICACIÓN DE VEGETACIÓN Y USO DE SUELO DE SAN NICOLÁS DE LOS RANCHOS

TABLA 43. FACTORES CONDICIONANTES DE LA CIUDAD DE TRUJILLO, VENEZUELA

TABLA 44. ESCALA DE SAATY PARA DETERMINAR EL VALOR DE PESOS RELATIVOS

TABLA 45. EJEMPLO DE CONSTRUCCIÓN DE JERARQUÍAS PARA DETERMINAR EL VALOR DE PESOS RELATIVOS

TABLA 46. MATRIZ DE JERARQUIZACIÓN DEL MUNICIPIO DE SAN NICOLÁS DE LOS RANCHOS

TABLA 47. VALOR NORMALIZADO DE PENDIENTES

TABLA 48. VALOR NORMALIZADO DE INTENSIDAD DE VEGETACIÓN

TABLA 49. VALOR NORMALIZADO DE FALLAS Y FRACTURAS

TABLA 50. VALOR NORMALIZADO DE GEOMORFOLOGÍA

TABLA 51. VALOR NORMALIZADO DE EDAFOLOGÍA

TABLA 52. VALOR NORMALIZADO DE CLASIFICACIÓN DE VEGETACIÓN Y USO DE SUELO

TABLA 53. VALOR NORMALIZADO DE LITOLOGÍA

## 3.7 LISTADO DE FIGURAS

FIGURA 1. MAPA BASE TOPOGRÁFICO ESTATAL
FIGURA 2. MAPA BASE TOPOGRÁFICO MUNICIPAL
FIGURA 3. MAPA BASE TOPOGRÁFICO DE LA CABECERA MUNICIPAL
FIGURA 4. MAPA DE FISIOGRAFÍA - PROVINCIAS
FIGURA 5. MAPA DE FISIOGRAFÍA - SUBPROVINCIAS
FIGURA 6. MAPA DE GEOMORFOLOGÍA
FIGURA 7. MAPA DE GEOLOGÍA
FIGURA 8. ROSETA DE LINEAMIENTOS ESTRUCTURALES DEL MUNICIPIO DE SAN NICOLÁS DE LOS RANCHOS
FIGURA 9. MAPA DE EDAFOLOGÍA
FIGURA 10. MAPA DE HIDROGRAFÍA
FIGURA 11. MAPA DE CUENCAS
FIGURA 12. MAPA DE SUBCUENCAS
FIGURA 13. MAPA DE CLIMA
FIGURA 14. MAPA DE USO DE SUELO Y VEGETACIÓN
FIGURA 15. MAPA DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS FEDERALES
FIGURA 16. MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN
FIGURA 17. MAPA DE DENSIDAD DE LA POBLACIÓN POR MANZANA DE LA CABECERA MUNICIPAL
FIGURA 18. MAPA DE EQUIPAMIENTO E INFRAESTRUCTURA
FIGURA 19. MAPA DE AMENAZAS - TORMENTAS ELÉCTRICAS
FIGURA 20. MAPA DE AMENAZAS - TORMENTAS DE GRANIZO
FIGURA 21. MAPA DE AMENAZAS - INESTABILIDAD DE LADERAS
FIGURA 22. FRACTURAS EN MUSEO COMUNITARIO TEOTÓN
FIGURA 23. AFECTACIÓN A PRODUCTORES DE NUEZ DE CASTILLA
FIGURA 24. MAPA DE AMENAZAS - SISMOS

FIGURA 25. MAPA DE AMENAZAS - VULCANISMO A
FIGURA 26. MAPA DE AMENAZAS - VULCANISMO B
FIGURA 27. MAPA DE AMENAZAS - VULCANISMO C
FIGURA 28. MAPA DE HISTÓRICOS POR INESTABILIDAD DE LADERAS
FIGURA 29. DESPRENDIMIENTO DE ROCAS
FIGURA 30. VUELCO DE ROCAS
FIGURA 31. DESLIZAMIENTO ROTACIONAL
FIGURA 32. CORRIENTE DE DERRIBOS
FIGURA 33. EXPANSIÓN LATERAL
FIGURA 34. PRECIPITACIÓN A) DIARIA Y B) ACUMULADA EN TEZIJUTLÁN, PUE., SEPTIEMBRE - OCTUBRE 1999
FIGURA 35. ESQUEMA DEL MÉTODO DE JERARQUÍAS ANALÍTICAS PARA ASIGNACIÓN DE PESOS
FIGURA 36. ESCALA DE SAATY PARA DETERMINAR EL VALOR DE X <sub>j</sub>
FIGURA 37. FACTORES CONDICIONANTES
FIGURA 38. MAPA DE FACTORES CONDICIONANTES PENDIENTES
FIGURA 39. MAPA DE FACTORES CONDICIONANTES INTENSIDAD DE VEGETACIÓN
FIGURA 40. MAPA DE FACTORES CONDICIONANTES LITOLOGÍA
FIGURA 41. MAPA DE FACTORES CONDICIONANTES EDAFOLOGÍA
FIGURA 42. MAPA DE FACTORES CONDICIONANTES GEOMORFOLOGÍA
FIGURA 43. MAPA DE FACTORES CONDICIONANTES USO DE SUELO
FIGURA 44. MAPA DE FACTORES CONDICIONANTES FALLAS Y FRACTURAS
FIGURA 45. MATRIZ DE COMPARACIÓN
FIGURA 46. MAPA DE SUSCEPTIBILIDAD POR INESTABILIDAD DE LADERAS
FIGURA 47. MAPA DE LEVANTAMIENTO DE CAMPO

## 3.8 LISTADO DE MAPAS

MAPA 1. MAPA BASE TOPOGRÁFICO ESTATAL
MAPA 2. MAPA BASE TOPOGRÁFICO MUNICIPAL
MAPA 3. MAPA BASE TOPOGRÁFICO DE LA CABECERA MUNICIPAL
MAPA 4. MAPA DE FISIOGRAFÍA - PROVINCIAS
MAPA 5. MAPA DE FISIOGRAFÍA - SUBPROVINCIAS
MAPA 6. MAPA DE GEOMORFOLOGÍA
MAPA 7. MAPA DE GEOLOGÍA
MAPA 8. MAPA DE EDAFOLOGÍA
MAPA 9. MAPA DE HIDROGRAFÍA
MAPA 10. MAPA DE CUENCAS
MAPA 11. MAPA DE SUBCUENCAS
MAPA 12. MAPA DE CLIMA
MAPA 13. MAPA DE USO DE SUELO Y VEGETACIÓN
MAPA 14. MAPA DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS FEDERALES
MAPA 15. MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN
MAPA 16. MAPA DE DENSIDAD DE LA POBLACIÓN POR MANZANA DE LA CABECERA MUNICIPAL
MAPA 17. MAPA DE EQUIPAMIENTO E INFRAESTRUCTURA
MAPA 18. MAPA DE AMENAZAS - TORMENTAS ELÉCTRICAS
MAPA 19. MAPA DE AMENAZAS - TORMENTAS DE GRANIZO
MAPA 20. MAPA DE AMENAZAS - INESTABILIDAD DE LADERAS
MAPA 21. MAPA DE AMENAZAS - SISMOS
MAPA 22. MAPA DE AMENAZAS - VULCANISMO A
MAPA 23. MAPA DE AMENAZAS - VULCANISMO B
MAPA 24. MAPA DE AMENAZAS - VULCANISMO C
MAPA 25. MAPA DE HISTÓRICOS POR INESTABILIDAD DE LADERAS
MAPA 26. MAPA DE FACTORES CONDICIONANTES PENDIENTES
MAPA 27. MAPA DE FACTORES CONDICIONANTES INTENSIDAD DE VEGETACIÓN
MAPA 28. MAPA DE FACTORES CONDICIONANTES LITOLOGÍA
MAPA 29. MAPA DE FACTORES CONDICIONANTES EDAFOLOGÍA
MAPA 30. MAPA DE FACTORES CONDICIONANTES GEOMORFOLOGÍA
MAPA 31. MAPA DE FACTORES CONDICIONANTES USO DE SUELO
MAPA 32. MAPA DE FACTORES CONDICIONANTES FALLAS Y FRACTURAS
MAPA 33. MAPA DE SUSCEPTIBILIDAD POR INESTABILIDAD DE LADERAS
MAPA 34. MAPA DE LEVANTAMIENTO DE CAMPO

3.7 LISTADO DE FIGURAS

3.8 LISTADO DE MAPAS

### 3.9 ANEXO DE MAPAS





2. MAPA BASE TOPOGRÁFICO MUNICIPAL



C. RODOLFO MELÉNDEZ MENESES  
PRESIDENTE MUNICIPAL  
2016-2021



C. JOSÉ ANTONIO GALI FAYAD  
GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE PUEBLA  
2017-2018

SIMBOLOGÍA

<b>División Política</b>	<b>Idrología</b>	<b>Infraestructura</b>
Estado Colaborantes	Río	Iglesia
Límite Estatal	Espectáculo	Pinna
Municipio	Cuerpo de Agua	Arroyo
<b>Viaductos</b>	Estanque	Escuela
Carretera	Mancha de Agua	Comedor
Caminos	Zona Sujeta a Inundación	Ciudades y Hospedaje
Tercerera	Uso de Suelo	Red de Sistemas de la Calidad de Agua
Barrido	Vegetación	Planes de Tratamiento
<b>Población</b>	Cultivo	Unidad Educativa
1 - 500	Parcela	Carretera Desahucio
501 - 1500	Altometría	Puentes
1501 - 2776	Curva de Nivel	Mercaderes
	Manera	Comunicaciones

ESCALA 1:55,000



DESCRIPCIÓN TÉCNICA

Proyección: Universal Transversa de Mercator (UTM)  
 Unidades: Sistema de Referencia: WGS 1984  
 Datum: CRS-83 (Sistema de Referencia Geocéntrico de 1983)  
 Referencia de Elevación: Nivel Medio del Mar  
 Procedimiento de Digitalización: Reducción Fotogramétrica Digital  
 Edición: Análisis Ver. 10.1 Distribución Electrónica en formato de PDF



3. MAPA BASE TOPOGRÁFICO DE LA CABECERA MUNICIPAL



C. RODOLFO MELÉNDEZ MENESES  
PRESIDENTE MUNICIPAL  
2018-2021



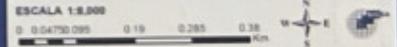
C. JOSÉ ANTONIO GALI FAYAD  
GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE PUEBLA  
2017-2018

SIMBOLOGÍA

División Política	Hydrología	Vegetación
Estación Contadora	Río	Canoas
Limite Estatal	Embalse	Canoas
Municipio	Cuerpo de Agua	Tanques
	Estrecho	Veredas
	Mancha de Agua	Breña
	Zona Sujeta a Inundación	Uso de Suelo
		Vegetación
		Cultivos
		Parcelas

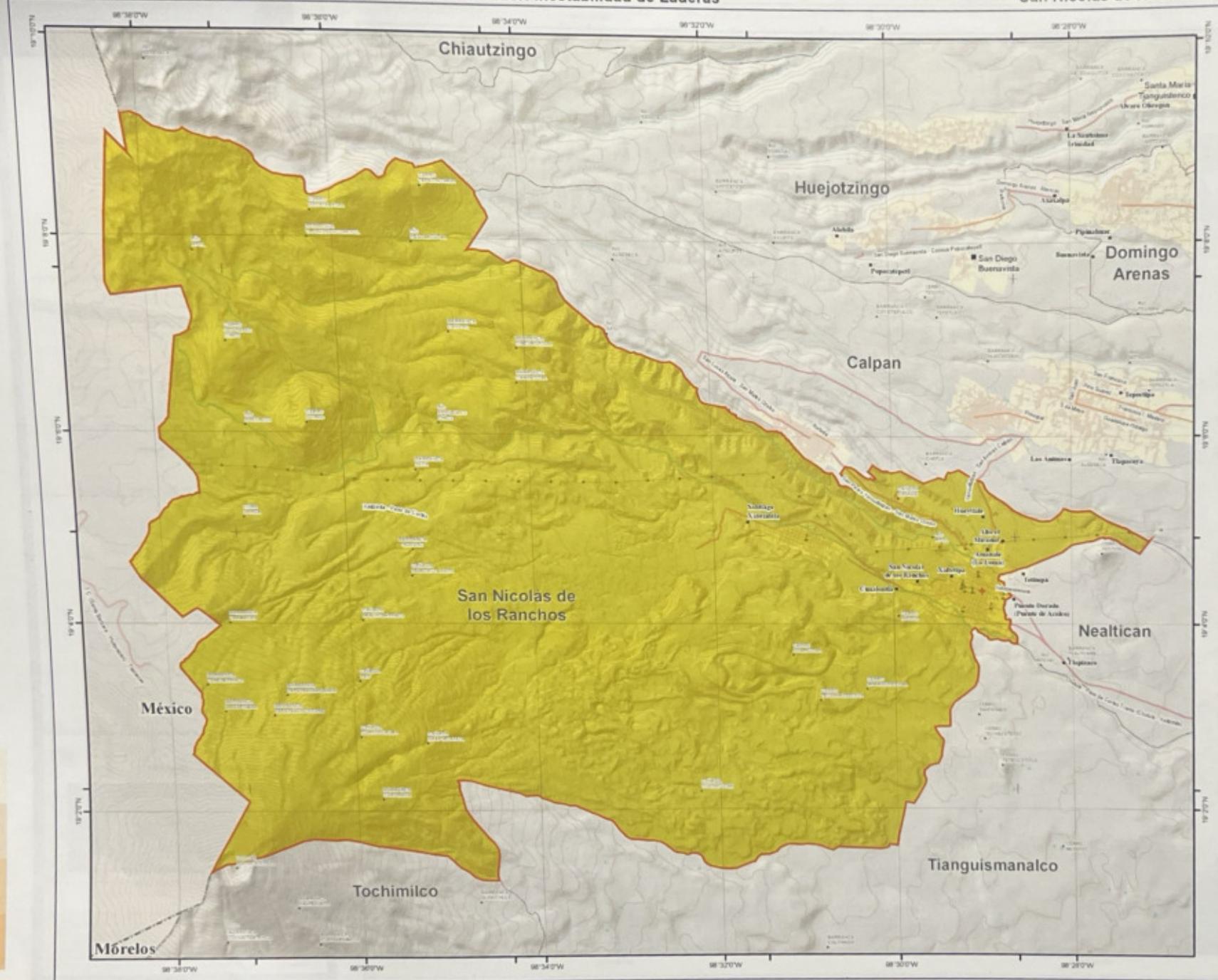
Infraestructura

Ignos	Clases y Hospitales
Presas	Red de Alcantarillas de la Cabecera de Agua
Aerovías	Plantas de Tratamiento
Escuelas	Plantas Purificadoras
Carreteras	Torre de Alta Tensión
	Lineas Eléctricas
	Cables Ópticos
	Puentes
	Alberca
	Andenes
	Cercados
	Vías de Ferrocarril
	Mercados
	Comunidades



DESCRIPCIÓN TÉCNICA

Proyección: Universal Transversa de Mercator (UTM)  
 Unidades: Metros  
 Sistema de Referencia: TRIP 2008  
 Elipsoides: GRS-80 (Sistema de Referencia Geocéntrico de 1980)  
 Datum: 1989 2008  
 Referencias de Elevación: Nivel Medio del Mar  
 Procedimiento de Elevación: Reducción Fotogramétrica Digital  
 Edición: ANIMap Ver. 16.5 Distribución Exclusiva en México de ESRI



#### 4. MAPA DE FISIOGRAFÍA - PROVINCIAS



C. RODOLFO MELÉNDEZ MENESES  
PRESIDENTE MUNICIPAL  
2018-2021



C. JOSÉ ANTONIO GALI FAYAD  
GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE PUEBLA  
2017-2018

#### SIMBOLOGÍA

División Política	Hydrología	Infraestructura
Estado Colindante	Río	Gasoducto
Limite Estatal	Excurrimiento	Presas
Municipio	Cuenca de Agua	Arroyos
Carretera	Estanque	Escuelas
Camino	Mancha de Agua	Conventos
Tercera	Cana Dulce	Clinicas y Hospitales
Quinta	Red de Alcantarales de la Cuenca de Agua	Plantas de Tratamiento
Altimetría	Población	Lineas Eléctricas
Curva de Nivel	1 - 500	Cercos Departivos
Isobata	501 - 1000	Puentes
	1001 - 2770	Mercados
		Construcciones

#### Provincias Fisiográficas

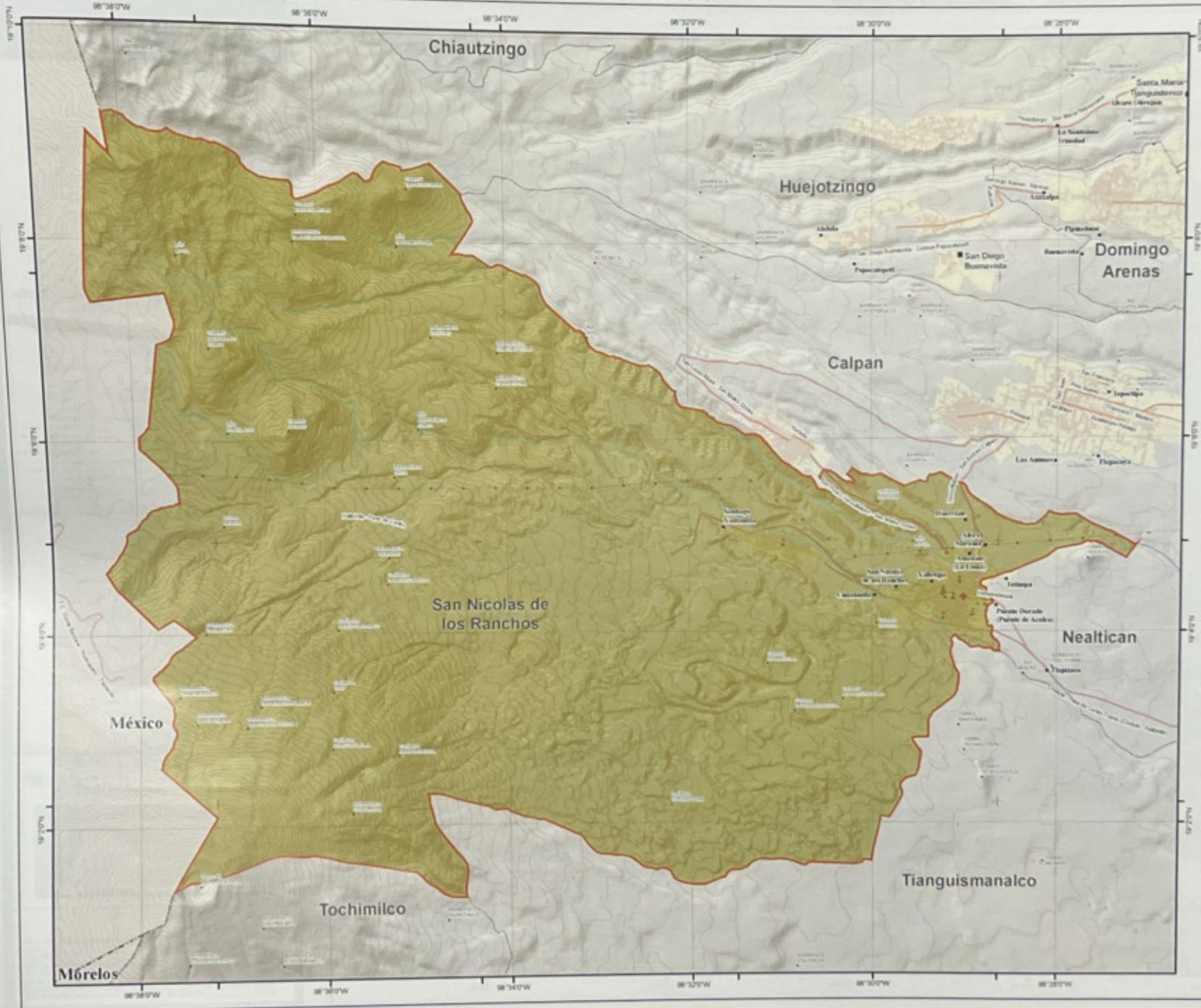
Epia Neovolcánica

ESCALA 1:65,000



#### DESCRIPCIÓN TÉCNICA

Proyección: Universal Transversa de Mercator (UTM)  
 Unidades: Metros  
 Sistema de Referencia: WGS-84 (Sistema de Referencia Geocéntrico de 1984)  
 Datum: WGS-84  
 Referencia de Elevación: Nivel Medio del Mar  
 Procedimiento de Elevación: Mediciones Fotogramétricas Digitales  
 Edición: 2018  
 Anillo: Ver 10.3 Construcción Evolutiva en Metros de Elmer



### 5. MAPA DE FISIOGRAFÍA - SUBPROVINCIAS



C. RODOLFO MELÉNDEZ MENESES  
PRESIDENTE MUNICIPAL  
2018-2021



C. JOSÉ ANTONIO GALI FAYAD  
GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE PUEBLA  
2017-2018

**SIMBOLOGÍA**

<p><b>División Política</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> Estado Constituyente</li> <li><span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> Límite Estatal</li> <li><span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> Municipio</li> </ul> <p><b>Vialidades</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="border-bottom: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; margin-right: 5px;"></span> Carretera</li> <li><span style="border-bottom: 1px dashed black; display: inline-block; width: 10px; margin-right: 5px;"></span> Camino</li> <li><span style="border-bottom: 1px dotted black; display: inline-block; width: 10px; margin-right: 5px;"></span> Terrestre</li> <li><span style="border-bottom: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; margin-right: 5px;"></span> Ferrocarril</li> </ul> <p><b>Altimetría</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #d3d3d3; margin-right: 5px;"></span> Cumbre de Nivel</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #e0e0e0; margin-right: 5px;"></span> Hondonada</li> </ul>	<p><b>Hydrología</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: blue; font-size: 1.2em;">~</span> Río</li> <li><span style="color: blue; font-size: 1.2em;">~</span> Efluente</li> <li><span style="color: blue; font-size: 1.2em;">~</span> Cauce de Agua</li> <li><span style="color: blue; font-size: 1.2em;">~</span> Estación</li> <li><span style="color: blue; font-size: 1.2em;">~</span> Mancha de Agua</li> <li><span style="color: blue; font-size: 1.2em;">~</span> Zona Sujeta a Inundación</li> </ul> <p><b>Población</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #d3d3d3; margin-right: 5px;"></span> 1 - 500</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #e0e0e0; margin-right: 5px;"></span> 501 - 1000</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #f0f0f0; margin-right: 5px;"></span> 1001 - 2000</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #ffffff; margin-right: 5px;"></span> 2001 - 20000</li> </ul>	<p><b>Infraestructura</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #d3d3d3; margin-right: 5px;"></span> Línea</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #e0e0e0; margin-right: 5px;"></span> Presa</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #f0f0f0; margin-right: 5px;"></span> Puente</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #ffffff; margin-right: 5px;"></span> Escuela</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #d3d3d3; margin-right: 5px;"></span> Cementerio</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #e0e0e0; margin-right: 5px;"></span> Clínicas y Hospitales</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #f0f0f0; margin-right: 5px;"></span> Red de Monitoreo de la Calidad de Agua</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #ffffff; margin-right: 5px;"></span> Plantas de Tratamiento</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #d3d3d3; margin-right: 5px;"></span> Línea Eléctrica</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #e0e0e0; margin-right: 5px;"></span> Carretera Desaprovechada</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #f0f0f0; margin-right: 5px;"></span> Puente</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #ffffff; margin-right: 5px;"></span> Moleculares</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #d3d3d3; margin-right: 5px;"></span> Construcciones</li> </ul>
--	--	--

**Subprovincias Fisiográficas**

- Lagos y Valles de Anfibios

ESCALA 1:65,000



**LOCALIZACIÓN**

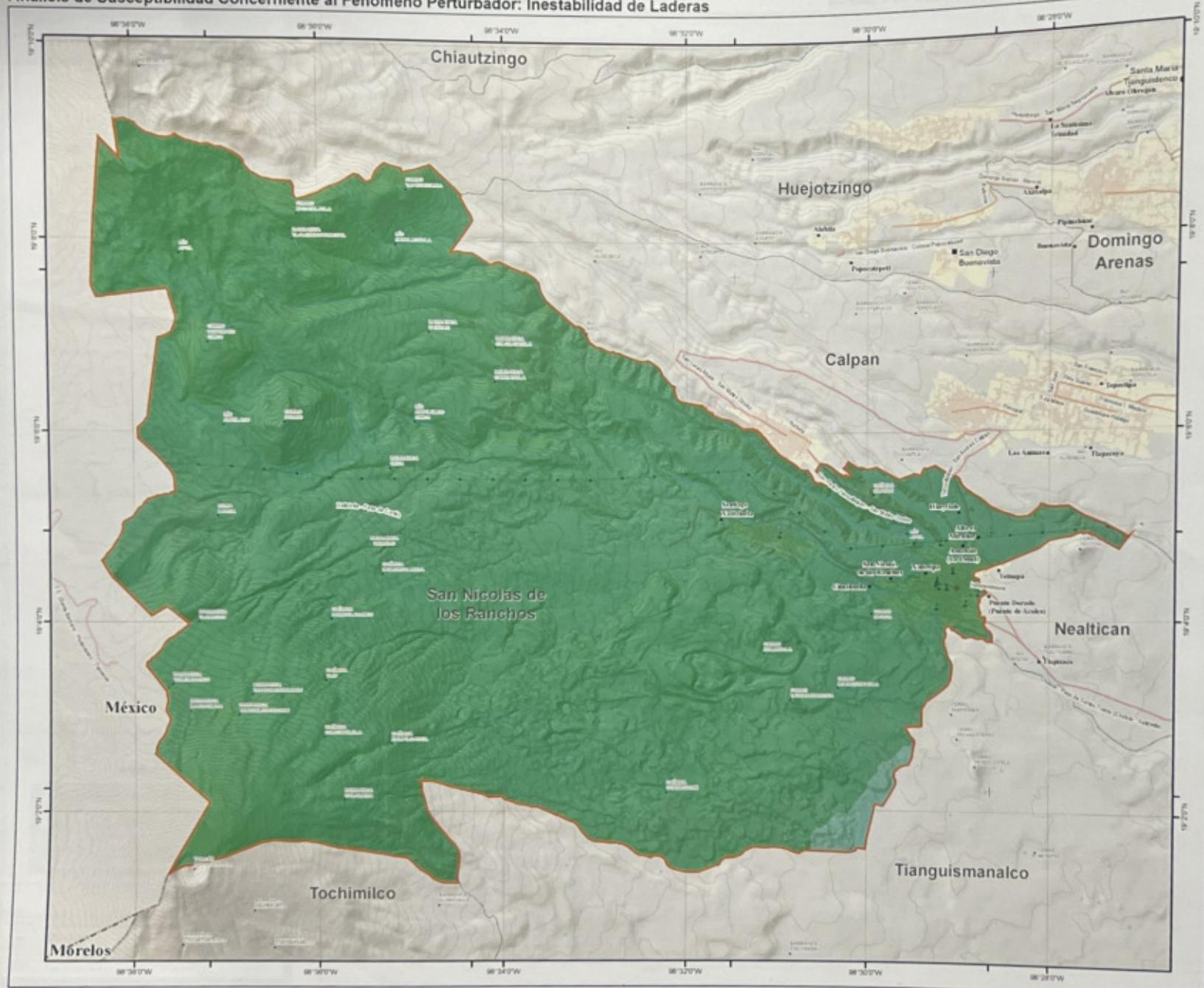


**DESCRIPCIÓN TÉCNICA**

Proyección: Universal Transversa de Mercator (UTM)  
 Unidades: Metros  
 Sistema de Referencia: [Illegible]  
 Datum: WGS-84 (Sistema de Referencia Geocéntrico de 1984)  
 Referencia de Elevación: Nivel Medio del Mar  
 Procedimiento de Elevación: Realización Fotogramétrica Digital  
 Edición: Arcting Ver 10.2 Distribución Exclusiva en México de ESRI

Análisis de Susceptibilidad Concerniente al Fenómeno Perturbador: Inestabilidad de Laderas

San Nicolás de los Ranchos



178

6. MAPA DE GEOMORFOLOGÍA



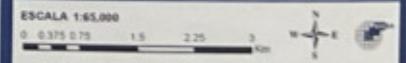
C. RODOLFO MELÉNDEZ MENESES  
PRESIDENTE MUNICIPAL  
2018-2021



C. JOSÉ ANTONIO GALI FAYAD  
GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE PUEBLA  
2017-2018

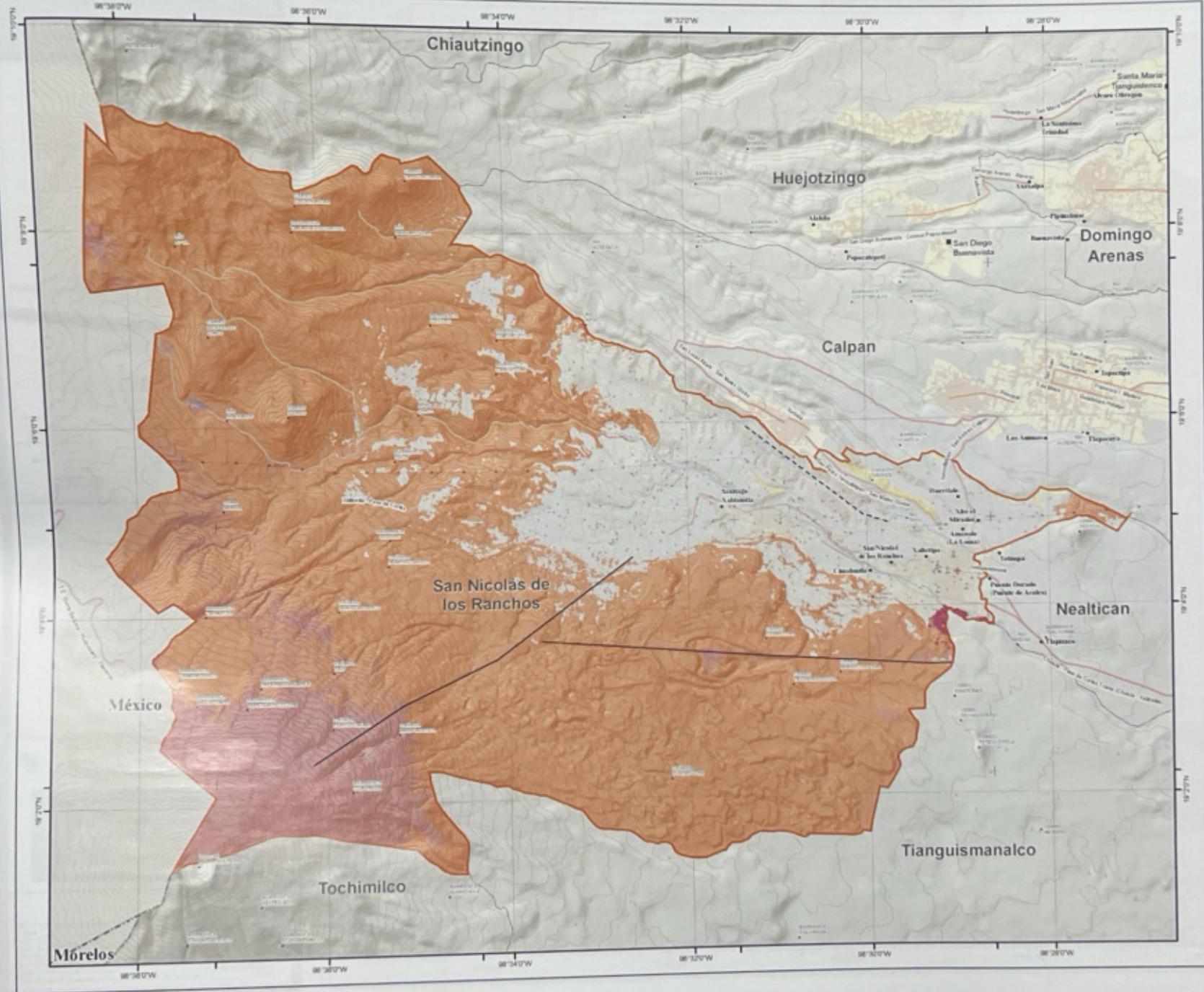
SIMBOLOGÍA

División Política	Geomorfología	Hidrología	Infraestructura
Estado Colimense	Monte Asociado con Mapan	Río	Urbano
Límite Estatal	Sierra Volcánica con Estrato Volcánico y Estrato Volcánico Residual	Escorrentamiento	Rural
Municipio		Cuerpo de Agua	Aviación
Vialidades		Estanque	Autobuses
Carretera		Mancha de Agua	Carreteras
Carretero		Zona Sujeta a Inundación	Ciudades y Poblados
Terraceros			Red de Monitoreo de la Cuenca de Agua Pluvial de Tránsito
Brenca			Planes de Ordenamiento Municipal
Altimetría			Línea Eléctrica
Curva de Nivel			Canales Drenantes
Mancha			Puentes
			Manzanas
			Comercios



DESCRIPCIÓN TÉCNICA

Proyección: Universal Transversa de Mercator (UTM)  
 Unidades: Metro  
 Sistema de Referencia: WGS 1984  
 Datum: GRS-80/Sistema de Referencia Geocéntrico de 1980  
 Coordenadas: UTM 2018  
 Referencia de Elevación: Nivel Medio del Mar  
 Proceso de Elaboración: Resolución Fotogramétrica Digital  
 Edición: ArcMap v. 10.3 Distribución Exclusiva en México de ESRI



### 7. MAPA DE GEOLOGÍA

**C. RODOLFO MELÉNDEZ MENESES**  
PRESIDENTE MUNICIPAL  
2019-2021

**C. JOSÉ ANTONIO GALI FAYAD**  
GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE PUEBLA  
2017-2018

SIMBOLOGÍA		
<b>Divisiones Políticas</b>	<b>Hydrología</b>	<b>Infraestructura</b>
Estado Constituyente	Río	Carretera
Límite Estatal	Embalse	Prova
Municipio	Campo de Agua	Antena
<b>Calidad de Agua</b>	Estación	Gasoducto
Canchales	Reserva de Agua	Comunicación
Canal	Dota Superficial	Ciudad y Proximidad
Tercera	Reserva de Agua a Frontal	Red de Monitoreo de la Calidad de Agua
Barrido	<b>Publicación</b>	Plantas de Tratamiento
<b>Altitud</b>	1 - 100	Línea Eléctrica
Curva de Nivel	501 - 1000	Cableado
Isocota	1001 - 2000	Canales
		Mercaderes
		Construcciones

Fallas y Fracturas	
Fractura	Fractura Inversa

Litología	
Toba Volcánica	Alcali
Lava	Basalto
Basalto	Andesita

**ESCALA 1:65,000**

0 0.375 0.75 1.5 2.25 3 Km

N  
E  
S  
O

**LOCALIZACIÓN**

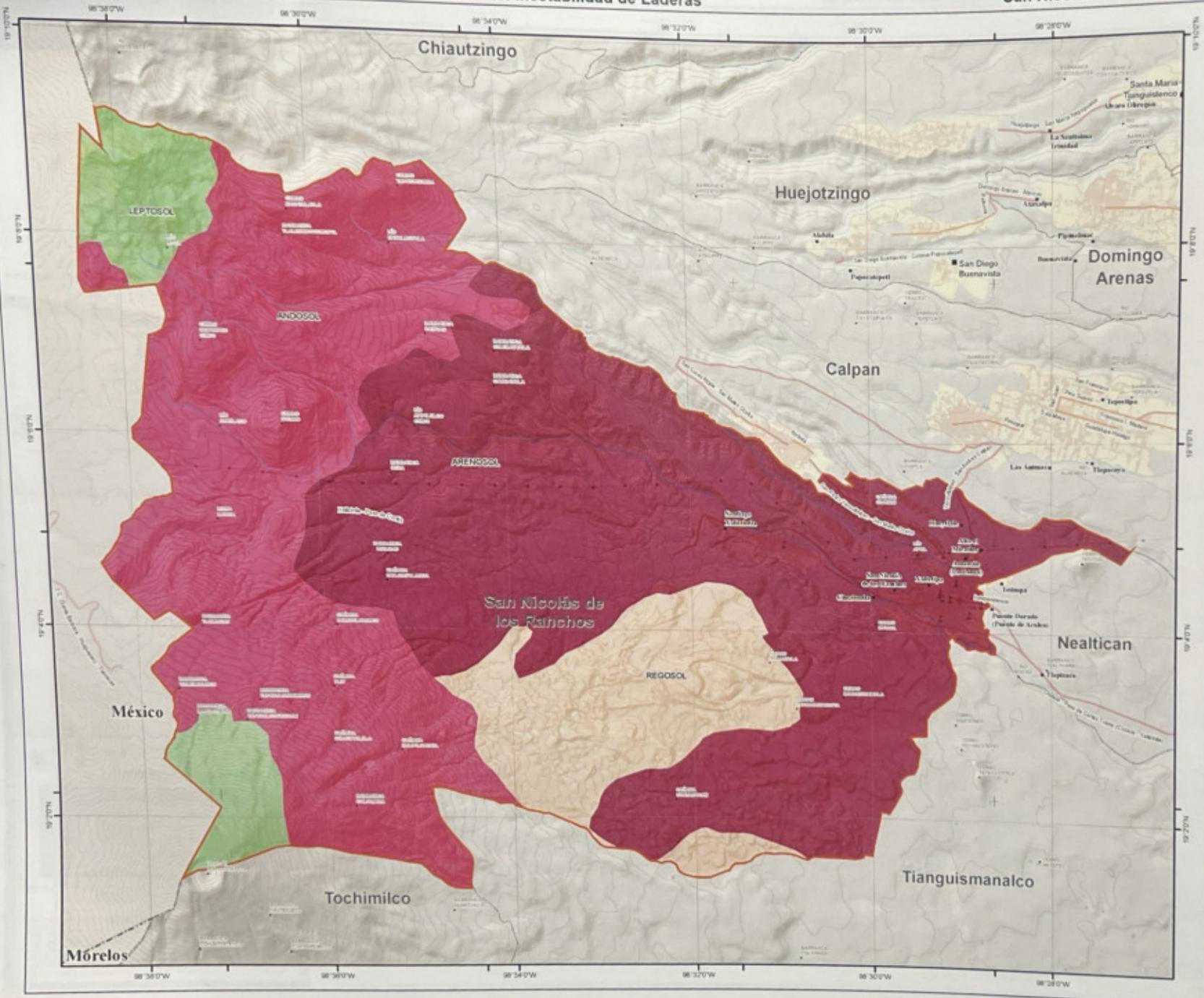
  

**DESCRIPCIÓN TÉCNICA**

Proyección: Universal Transversa de Mercator (UTM)  
 Unidades: Metros  
 Sistema de Referencia: ITRF 2000  
 Elipsoid: GRS-80 (Sistema de Referencia Geocéntrica de 1980)  
 Datum: 1984  
 Referencia de Elevación: Nivel Medio del Mar  
 Procedimiento de Elevación: Nivelación Trigonométrica Digital  
 Edición: 2021 Ver. 10.1 Distribución Externa de México de ESR

Análisis de Susceptibilidad Concerniente al Fenómeno Perturbador: Inestabilidad de Laderas

San Nicolás de los Ranchos



### 8. MAPA DE EDAFOLOGÍA

**C. RODOLFO MELÉNDEZ MENESES**  
PRESIDENTE MUNICIPAL  
2018-2021

**C. JOSÉ ANTONIO GALI FAYAD**  
GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE PUEBLA  
2017-2018

SIMBOLOGÍA	
<p><b>División Política</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Estados Colindantes</li> <li> Límite Estatal</li> <li> Municipio</li> </ul> <p><b>Validaciones</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Carretera</li> <li> Camino</li> <li> Derechura</li> <li> Bracha</li> </ul> <p><b>Altimetría</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Curva de Nivel</li> <li> Mancha</li> </ul>	<p><b>Hydrology</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Río</li> <li> Estructamiento</li> <li> Cuerpo de Agua</li> <li> Estanque</li> <li> Mancha de Agua</li> <li> Zona Superficial de Infiltración</li> </ul> <p><b>Población</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> 1-500</li> <li> 501-1500</li> <li> 1501-2770</li> </ul>
<p><b>Edafología</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Andisol</li> <li> Arenosol</li> <li> Leptosol</li> <li> Regosol</li> </ul>	<p><b>Infraestructura</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Iglesia</li> <li> Plaza</li> <li> Antena</li> <li> Escuela</li> <li> Cementerio</li> <li> Clínica y Hospital</li> <li> Red de Alcantarillado de la Cabecera de Agua</li> <li> Plantas de Tratamiento</li> <li> Línea Eléctrica</li> <li> Carretera Departamental</li> <li> Puente</li> <li> Mercadería</li> <li> Comisaría</li> </ul>

**ESCALA 1:65,000**

0 0.375 0.75 1.5 2.25 3 Km

**LOCALIZACIÓN**

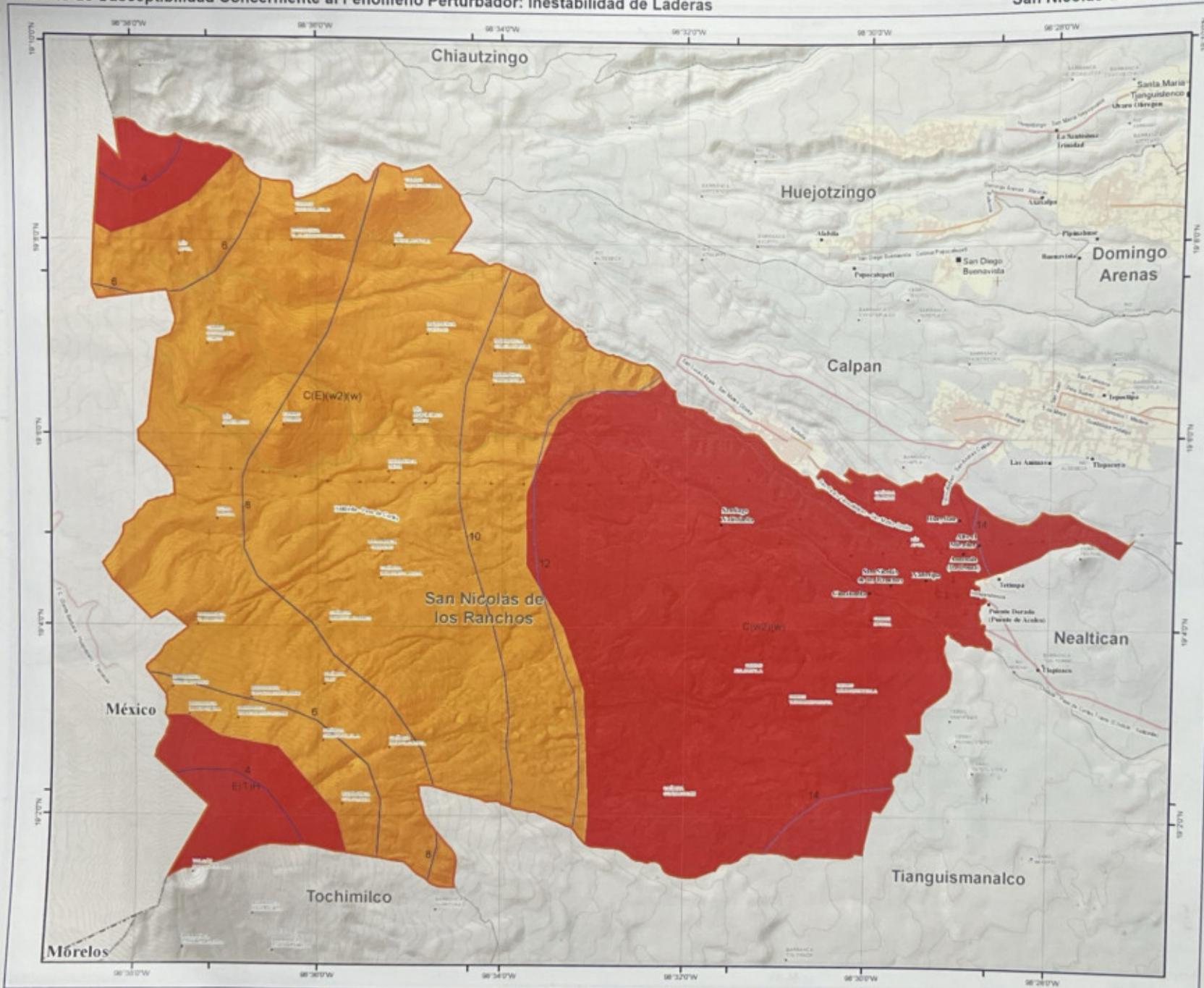
**DESCRIPCIÓN TÉCNICA**

Proyección: Universal Transversa de Mercator (UTM)  
 Sistema de Referencia: WGS 84  
 Sistema de Referencia: ITRF 2008  
 Datum: CGRS-80 (Sistema de Referencia Geocéntrico de 1980)  
 Referencia de Elevación: Mean Sea Level (MSL)  
 Procedimiento de Elaboración: Fotografía Aérea  
 Edición: AnMap Ver. 6.5.5 Distribución Exclusiva en México de ESR









## 12. MAPA DE CLIMA



**C. RODOLFO MELÉNDEZ MENESES**  
PRESIDENTE MUNICIPAL  
2018-2021



**C. JOSÉ ANTONIO GALI FAYAD**  
GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE PUEBLA  
2017-2018

### SIMBOLOGÍA

<p><b>División Política</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> Estado Colindante</li> <li><span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> Loteo Estatal</li> <li><span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> Municipio</li> </ul> <p><b>Viaductos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="border-bottom: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; margin-right: 5px;"></span> Carretera</li> <li><span style="border-bottom: 1px dashed black; display: inline-block; width: 10px; margin-right: 5px;"></span> Carretera</li> <li><span style="border-bottom: 1px dotted black; display: inline-block; width: 10px; margin-right: 5px;"></span> Carretera</li> <li><span style="border-bottom: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; margin-right: 5px;"></span> Bodega</li> </ul> <p><b>Altimetría</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="border-bottom: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; margin-right: 5px;"></span> Curva de Nivel</li> <li><span style="border-bottom: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; margin-right: 5px;"></span> Muestra</li> </ul>	<p><b>Hidrología</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: blue; font-size: 1.2em;">R</span> Río</li> <li><span style="color: blue; font-size: 1.2em;">E</span> Escorrente</li> <li><span style="color: blue; font-size: 1.2em;">C</span> Cauce de Agua</li> <li><span style="color: blue; font-size: 1.2em;">E</span> Estanque</li> <li><span style="color: blue; font-size: 1.2em;">M</span> Mancha de Agua</li> <li><span style="color: blue; font-size: 1.2em;">D</span> Zona Sujeta a Inundación</li> </ul> <p><b>Población</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: black; font-size: 1.2em;">●</span> 1 - 500</li> <li><span style="color: black; font-size: 1.2em;">●</span> 501 - 1000</li> <li><span style="color: black; font-size: 1.2em;">●</span> 1001 - 2770</li> </ul>	<p><b>Infraestructura</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: red; font-size: 1.2em;">+</span> Iglesia</li> <li><span style="color: red; font-size: 1.2em;">+</span> Panteón</li> <li><span style="color: red; font-size: 1.2em;">+</span> Antena</li> <li><span style="color: red; font-size: 1.2em;">+</span> Escuela</li> <li><span style="color: red; font-size: 1.2em;">+</span> Cementerio</li> <li><span style="color: red; font-size: 1.2em;">+</span> Clínica y Hospital</li> <li><span style="color: red; font-size: 1.2em;">+</span> Red de Alcantarillas de la Calidad de Agua</li> <li><span style="color: red; font-size: 1.2em;">+</span> Planta de Tratamiento</li> </ul> <p><b>Comunicaciones</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: red; font-size: 1.2em;">+</span> Línea Eléctrica</li> <li><span style="color: red; font-size: 1.2em;">+</span> Carretera Asfaltada</li> <li><span style="color: red; font-size: 1.2em;">+</span> Puente</li> <li><span style="color: red; font-size: 1.2em;">+</span> Muestreo</li> <li><span style="color: red; font-size: 1.2em;">+</span> Construcción</li> </ul>
--	---	---

<p><b>Temperatura (°C)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="border-bottom: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; margin-right: 5px;"></span> 14</li> <li><span style="border-bottom: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; margin-right: 5px;"></span> 12</li> <li><span style="border-bottom: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; margin-right: 5px;"></span> 10</li> <li><span style="border-bottom: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; margin-right: 5px;"></span> 8</li> <li><span style="border-bottom: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; margin-right: 5px;"></span> 6</li> <li><span style="border-bottom: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; margin-right: 5px;"></span> 4</li> </ul>	<p><b>Clima</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="background-color: yellow; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> ClE(w2)(w) Semiarido Subhúmedo</li> <li><span style="background-color: orange; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> ClE(w) Templado Subhúmedo</li> <li><span style="background-color: red; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> ETM Frio</li> </ul>
--	--

**ESCALA 1:65,000**

0 0.375 0.75 1.5 2.25 3 Km



**LOCALIZACIÓN**



### DESCRIPCIÓN TÉCNICA

Proyección: Universal Transversa de Mercator (UTM)  
 Unidades: Metros  
 Sistema de Referencia: ITM 2008  
 Especifica: CRS-83 (Sistema de Referencia Geocéntrica de 1983)  
 Datum: WGS 84  
 Referencia de Elevación: Nivel Medio del Mar  
 Procedimiento de Elevación: Realización Fotogramétrica Digital  
 Edición: AnMap Ver. 5.5.5 Distribución Exclusiva en México de ESRI





14. MAPA DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS FEDERALES



C. RODOLFO MELÉNDEZ MENESES  
PRESIDENTE MUNICIPAL  
2018-2021



C. JOSÉ ANTONIO GALI FAYAD  
GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE PUEBLA  
2017-2018

SIMBOLOGÍA

División Política	Hydrología	Infraestructura
Estado Condonante	Río	Ignos
Límite Estatal	Excomulgación	Preso
Municipio	Cuenco de Agua	Antena
Veredales	Estero	Escuela
Camino	Mancha de Agua	Comisaría
Camino	Zona Sujeta a Inundación	Ciudad y Hospital
Tercera	Publicación	Rod de Muestreo de la Calidad de Agua
Breña	1-500	Parque de Tratamiento
Alteoría	501-1500	Línea Eléctrica
Curva de Nivel	1501-2775	Cañal Colectivo
Mostrador		Puerto
		Interrupción
		Comunicaciones

Área Natural Protegida

Área Natural Interoctual-Papacotepetl

ESCALA 1:85,000



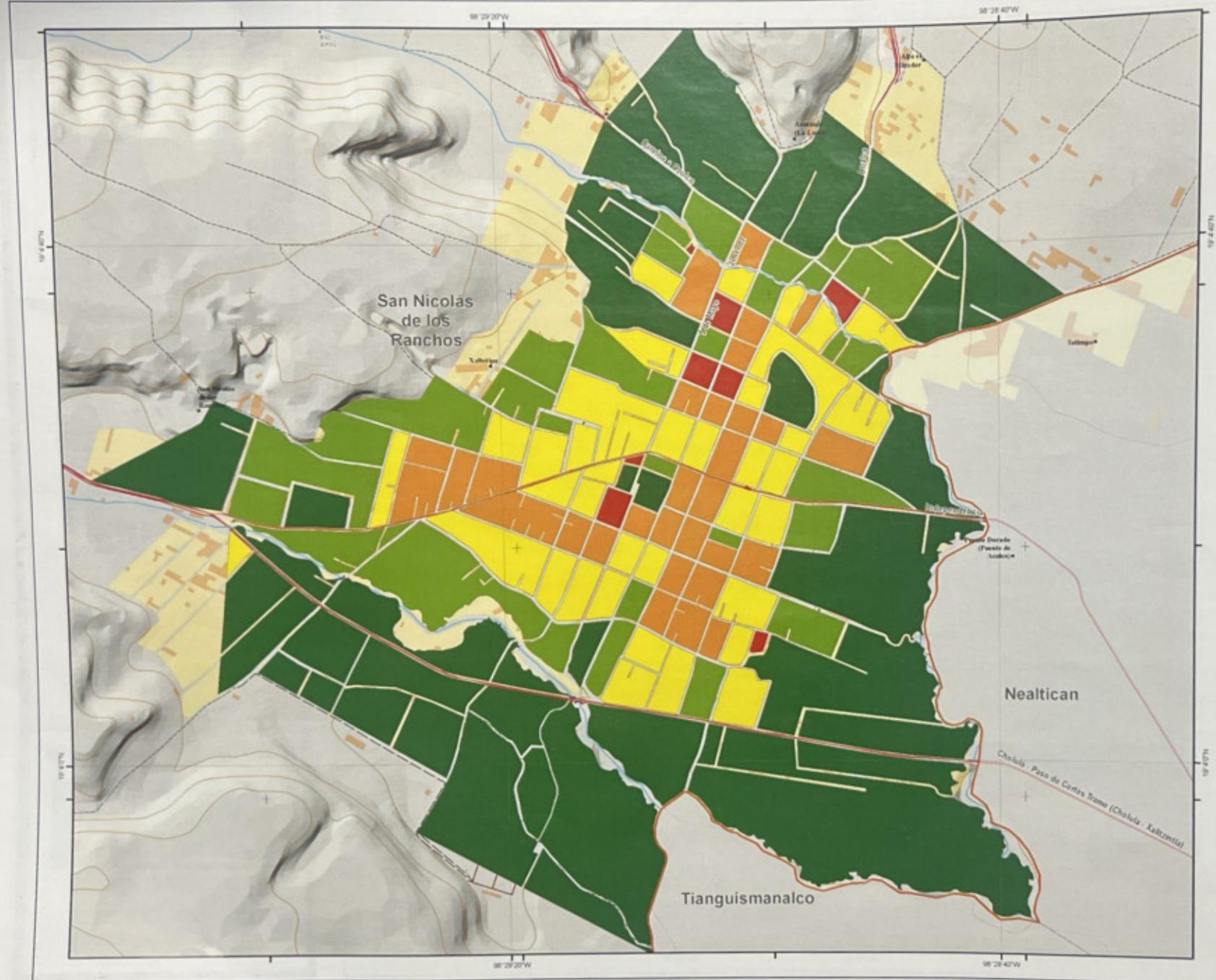
DESCRIPCIÓN TÉCNICA

Proyección: Universal Transversa de Mercator (UTM)  
 Datum: WGS 84 (Sistema de Referencia Geocéntrico de 1984)  
 Sistema de Referencia: Matras  
 Datum: CGD-80 (Sistema de Referencia Geocéntrico de 1980)  
 Referencia de Elevación: Nivel Medio del Mar  
 Procedimiento de Elaboración: Reducción Topográfica Digital  
 Estado: Avanzar por: 10.5 Construcción Escala en Milés de E.S.R.



Análisis de Susceptibilidad Concerniente al Fenómeno Perturbador: Inestabilidad de Laderas

San Nicolás de los Ranchos



188

**16. MAPA DE DENSIDAD DE LA POBLACIÓN POR MANZANA DE LA CABECERA MUNICIPAL**

C. RODOLFO MELÉNDEZ MENESES  
PRESIDENTE MUNICIPAL  
2016-2021

PUEBLA  
ESTADO LIBRE Y SOBERANO

C. JOSÉ ANTONIO GALI FAYAD  
GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE PUEBLA  
2017-2018

**SIMBOLOGÍA**

<b>División Política</b>	<b>Hidrología</b>	<b>Infraestructura</b>
Estados Colindantes	Río	Urbano
Límite Estatal	Embalsamiento	Proveo
Municipio	Cuerpo de Agua	Antena
<b>Vialidades</b>	Estrada	Estación
Carretera	Mancha de Agua	Carrizales
Carrilero	Zona Sujeta a Inundación	Ciudades e Intercambios
Tercerera		Torre de Alta Tensión
Variante		Línea Eléctrica
Brecha		Cableado
<b>Altimetría</b>		Cableado
Curva de Nivel		Vías de Ferrocarril
Marema		Mecanismo
		Construcciones

**Densidad de la Población (Pobl<sub>m2</sub>)**

0.00000 - 0.00257
0.00257 - 0.00441
0.00442 - 0.01123
0.01123 - 0.01845
0.01846 - 0.03566

**ESCALA 1:8,000**

0 0.04750 0.095 0.190 0.285 0.380 Km

**LOCALIZACIÓN**

**DESCRIPCIÓN TÉCNICA**

Proyección: Universal Transversa de Mercator (UTM)  
 Unidades: Metro  
 Sistema de Referencia: TIRF 2008  
 Elipsoidal: GRS-80 (Sistema de Referencia Geocéntrico de 1980)  
 Datum: TIRF 2008  
 Método de Elevación: Nivel Medio del Mar  
 Procedimiento de Elaboración: Resolución Fotogramétrica Digital  
 Edición: ArcMap v10.1 Distribución Exclusiva en México de ESRI



17. MAPA DE EQUIPAMIENTO E INFRAESTRUCTURA



C. RODOLFO MELÉNDEZ MENESES  
PRESIDENTE MUNICIPAL  
2018-2021



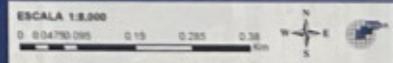
C. JOSÉ ANTONIO GALI FAYAD  
GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE PUEBLA  
2017-2018

SIMBOLOGÍA

División Política	Hidrología	Vialidades
Estado Constanza	Río	Carrizales
Límite Estatal	Embalse	Caminos
Municipio	Cuerpo de Agua	Tenencia
	Estación	Intersección
	Mancha de Agua	Carretera
	Zona Sujeta a Inundación	Uso de Suelo
		Vegetación
		Cultivos
		Pantanos

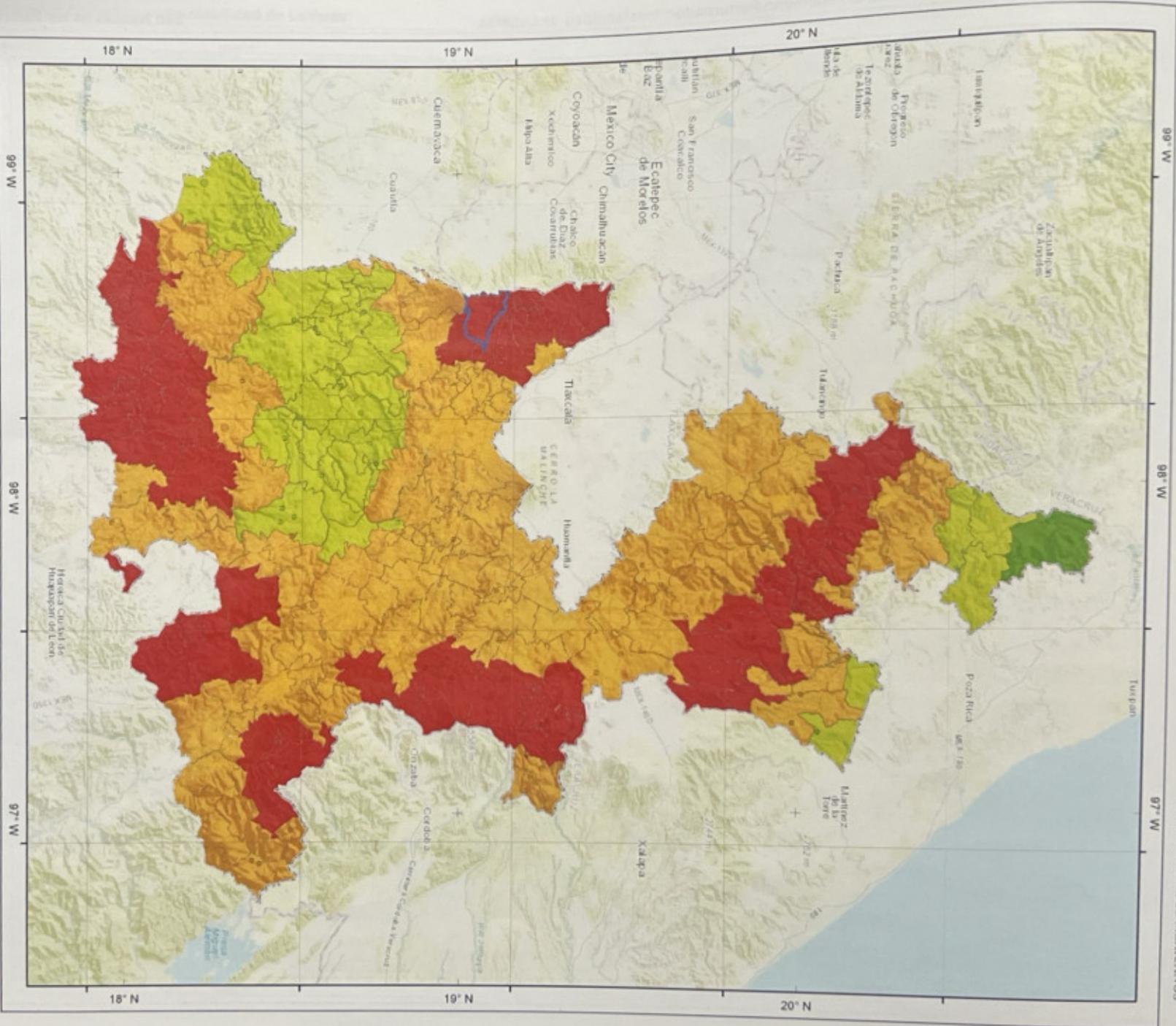
Infraestructura

- Iglesia
- Plaza
- Antena
- Escuela
- Caserío
- Clósets e Inodoros
- Red de Monitoreo de la Calidad de Agua
- Plantas de Tratamiento
- Plantas Potabilizadoras
- Torre de Alta Tensión
- Línea Eléctrica
- Carretera Expresiva
- Puente
- Alcantaral
- Canalón
- Vías de Acceso
- Mercaderías
- Construcciones



DESCRIPCIÓN TÉCNICA

Proyección: Universal Transversa de Mercator (UTM)  
 Unidades: Metros  
 Sistema de Referencia: TMS 2008  
 Esquina: UTM-8J (Sistema de Referencia Geocéntrico de 1985)  
 Datum: WGS 1984  
 Referencia de Elevación: Nivel Medio del Mar  
 Procedimiento de Elevación: Nivelación Fotogramétrica Digital  
 Edición: ArctMap Ver. 10.3 Distribución Evolutiva en México de ESRI



**Análisis de Susceptibilidad Conciente al Fenómeno Perturbador: Inestabilidad de Laderas**  
 Municipio de San Nicolás de los Ranchos

**18. MAPA DE AMENAZAS -  
 TORMENTAS ELÉCTRICAS**

C. RODOLFO MEL ENDEZ MIENESIS  
 PRESIDENTE MUNICIPAL  
 2018-2021



C. JOSÉ ANTONIO GALLIYAY  
 GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE PUEBLA  
 2017-2018

**LEYENDA**

**Division Política**

- Estado
- Municipio
- Comunidad
- Manejo de Erosión

**Simbología**

**Clima de tipo**

- Seco
- Subhúmedo
- Subtemplado
- Templado
- Subtemplado
- Subhúmedo
- Seco

**Indicadores**

- Índice de Susceptibilidad
- Índice de Vulnerabilidad
- Índice de Peligro por Tormentas Eléctricas

**Vulnerables**

- Alta
- Medio
- Baja

**ESCALA 1:150,000 1 cm = 15 km**

**LOCALIZACIÓN**

**DESCRIPCIÓN TÉCNICA**

Proyecto: "Análisis de Susceptibilidad a Fenómenos Perturbadores"

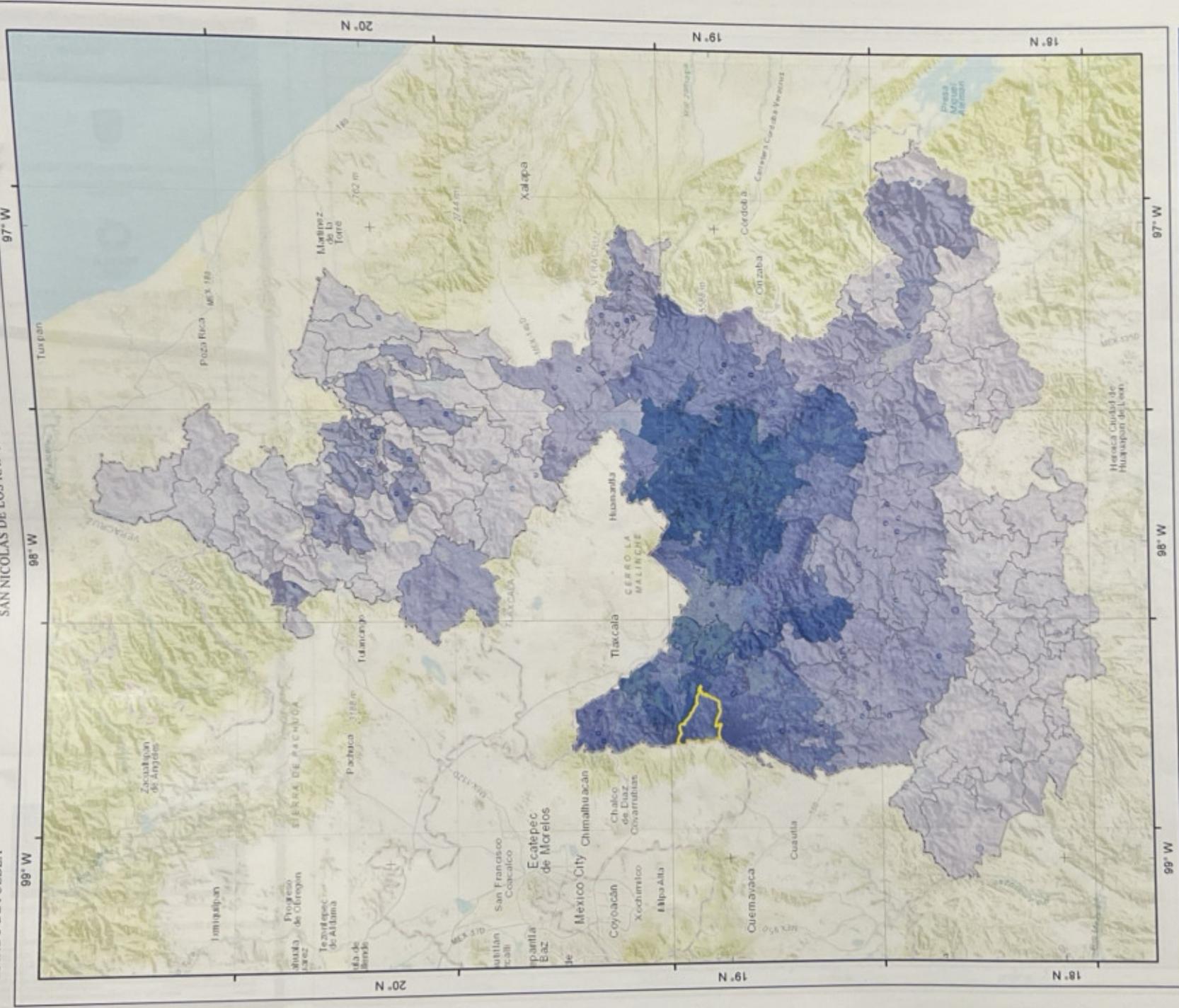
Elaborado por: **DRS del Estado de Puebla** (Sistema de Información Geográfica)

Fecha de Elaboración: **2018**

Revisión: **2018**

Autores: **DRS del Estado de Puebla**

Analista: **DRS del Estado de Puebla**



## Análisis de Susceptibilidad Concerniente al Fenómeno Perturbador: Inestabilidad de Laderas

Municipio de San Nicolás de los Ranchos

### 19. MAPA DE AMENAZAS - TORMENTAS DE GRANIZO

C. RODOLFO MELENDEZ MENESES  
PRESIDENTE MUNICIPAL  
2018-2021

C. JOSÉ ANTONIO GALIAYAD  
GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE PUEBLA  
2017-2018



**Diversión Pública**

Estados Colonizadores  
Límite Estatal  
Límite Municipal  
Municipio de Estado

Almuerzo  
Café de Hoy  
Muestra

**Hidrología**

Río  
Embalse  
Cuerpo de Agua  
Zona Sujeta  
a Inundación

#### SIMBOLOGÍA

**Infraestructura**

Carreteras  
Biciclovías  
Ferrocarril  
Vialidad

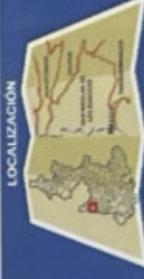
**Índice de Peligro por Tormentas de Granizo**

Muy alto  
Alto  
Medio  
Bajo  
Muy bajo

ESCALA 1:1,100,000 1 cm = 11 km



LOCALIZACIÓN



DESCRIPCIÓN TÉCNICA

Proyecto: Urbanización Tormentas de Granizo (UTG)  
Unidad de Referencia: UTM  
Escala: 1:100,000  
Datum: UTM  
Proyección de Coordenadas: UTM  
Proyección de Eje X: Norte  
Proyección de Eje Y: Este  
Autor: M. en C. Rodolfo Meléndez Meneses  
Año: 2018



## 20. MAPA DE AMENAZAS - INESTABILIDAD DE LADERAS



**C. RODOLFO MELÉNDEZ MENESES**  
PRESIDENTE MUNICIPAL  
2018-2021



**C. JOSÉ ANTONIO GALI FAYAD**  
GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE PUEBLA  
2017-2018

**SIMBOLOGÍA**

<p><b>Divisiones Políticas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> Estados Colindantes</li> <li><span style="border-bottom: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; margin-right: 5px;"></span> Límite Estatal</li> <li><span style="border-bottom: 2px solid black; display: inline-block; width: 10px; margin-right: 5px;"></span> Municipio</li> </ul> <p><b>Vías</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="border-bottom: 2px solid red; display: inline-block; width: 10px; margin-right: 5px;"></span> Carretera</li> <li><span style="border-bottom: 1px solid red; display: inline-block; width: 10px; margin-right: 5px;"></span> Camino</li> <li><span style="border-bottom: 1px dashed black; display: inline-block; width: 10px; margin-right: 5px;"></span> Terrestre</li> <li><span style="border-bottom: 1px dashed black; display: inline-block; width: 10px; margin-right: 5px;"></span> Brecha</li> </ul> <p><b>Altimetría</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #f0f0f0; margin-right: 5px;"></span> Curva de Nivel</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #f0f0f0; margin-right: 5px;"></span> Mancha</li> </ul>	<p><b>Hidrología</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: blue; font-size: 1.2em;">~</span> Río</li> <li><span style="color: blue; font-size: 1.2em;">~</span> Excarremento</li> <li><span style="color: blue; font-size: 1.2em;">~</span> Cuenca de Agua</li> <li><span style="color: blue; font-size: 1.2em;">~</span> Estero</li> <li><span style="color: blue; font-size: 1.2em;">~</span> Mancha de Agua</li> <li><span style="color: blue; font-size: 1.2em;">~</span> Zona Sujeta a Inundación</li> </ul> <p><b>Población</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #f0f0f0; margin-right: 5px;"></span> 1 - 500</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #f0f0f0; margin-right: 5px;"></span> 501 - 1000</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #f0f0f0; margin-right: 5px;"></span> 1001 - 2776</li> </ul>	<p><b>Infraestructura</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #f0f0f0; margin-right: 5px;"></span> Iglesia</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #f0f0f0; margin-right: 5px;"></span> Panteón</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #f0f0f0; margin-right: 5px;"></span> Antena</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #f0f0f0; margin-right: 5px;"></span> Escuela</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #f0f0f0; margin-right: 5px;"></span> Cementerio</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #f0f0f0; margin-right: 5px;"></span> Clínica y Hospital</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #f0f0f0; margin-right: 5px;"></span> Red de Alcantarillado de la Cuidad de Agua</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #f0f0f0; margin-right: 5px;"></span> Planta de Tratamiento</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #f0f0f0; margin-right: 5px;"></span> Línea Eléctrica</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #f0f0f0; margin-right: 5px;"></span> Carretera Dependiente</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #f0f0f0; margin-right: 5px;"></span> Puente</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #f0f0f0; margin-right: 5px;"></span> Miercurio</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #f0f0f0; margin-right: 5px;"></span> Construcción</li> </ul>
---	---	---

**Susceptibilidad**

- Muy Alta
- Alta

**ESCALA 1:55,000**

0 0.375 0.75 1.5 2.25 3 Km

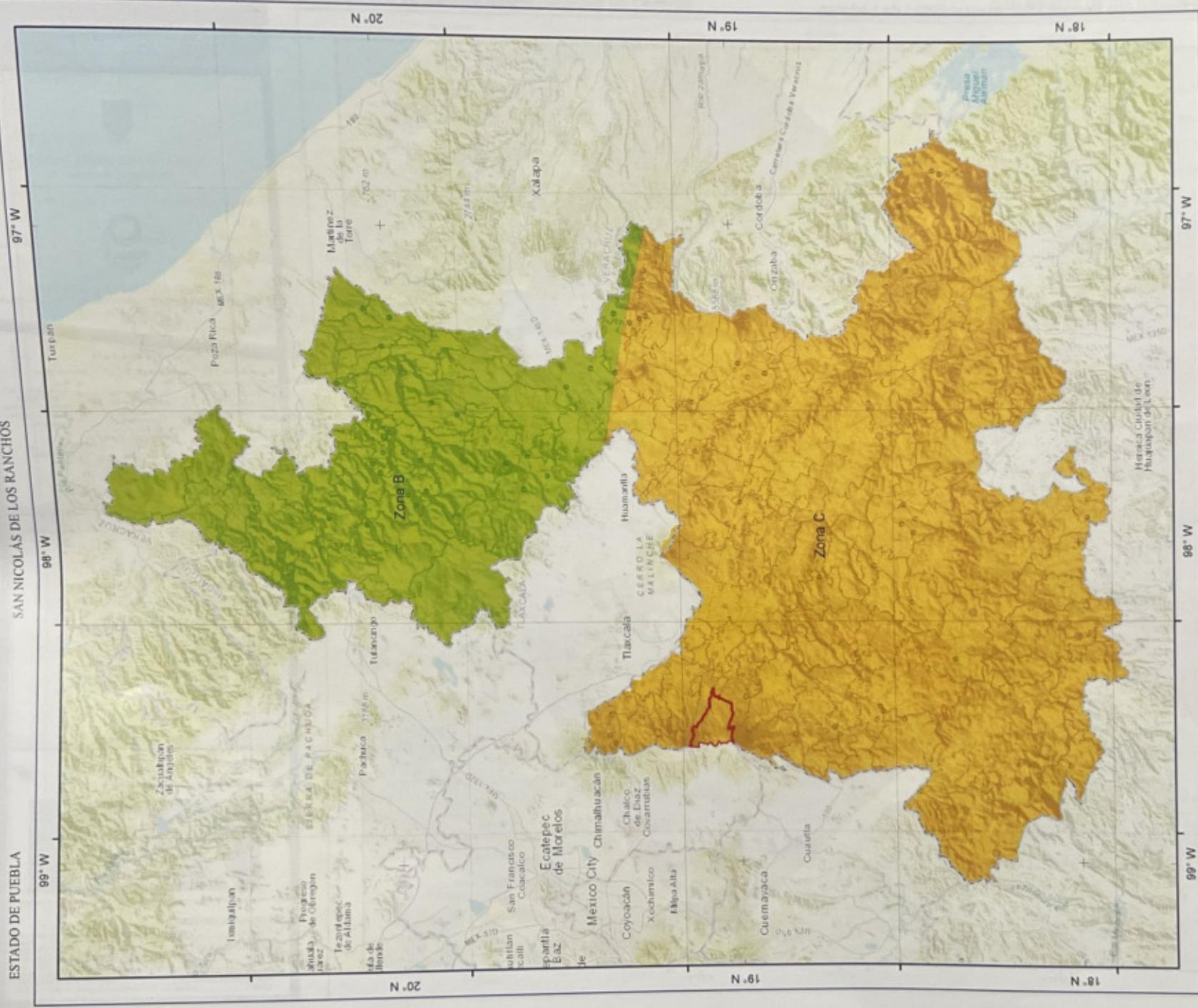


LOCALIZACIÓN



**DESCRIPCIÓN TÉCNICA**

Proyección: Universal Transversa de Mercator (UTM)  
 Límite: Metros  
 Sistema de Referencia: WGS-84  
 Datum: CGD-60 (Sistema de Referencia Geocéntrico de 1960)  
 Referencia de Elevación: Nivel Medio del Mar  
 Proceso de Elevación: Nivel Medio del Mar  
 Proceso de Elevación: Reducción Fotogramétrica Digital  
 Edición: Archivo: UTM 16 U Contorno: Encuesta en Metros de ESSE



**Análisis de Susceptibilidad Concerniente al Fenómeno Perturbador: Inestabilidad de Laderas**  
**Municipio de San Nicolás de los Ranchos**

**21. MAPA DE AMENAZAS - SISMOS**

C. RODOLFO MELÉNDEZ MENESES  
 PRESIDENTE MUNICIPAL  
 2015-2021

C. JOSÉ ANTONIO GALI FAYAD  
 GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE PUEBLA  
 2011-2018

- Dirección PUEBLA**
- Estados Condonados
  - Límite Estatal
  - Municipios
  - Municipio de Estudio

- Abrreviatura**
- Corre de Nivel
  - Mansión

- Hidrología**
- Río
  - Escorrentamiento
  - Cuerpo de Agua
  - Zona Sujeta a Inundación

**SIMBOLOGÍA**

- Infraestructura**
- Presas
  - Red de Alcantarillas de Saneamiento
  - Planta de Tratamiento
  - Planta Purificadora
  - Tanja Urbana

- Región de Protección Sísmica CFE 2015**
- Nivel de Peligro
  - 2004 C. MEDIO
  - 2004 C. ALTO

- Vías**
- Carreteras
  - Autopistas
  - Vías de Ferrocarril
  - Vías de Troncal

ESCALA 1:1,100,000 1 cm = 11 km

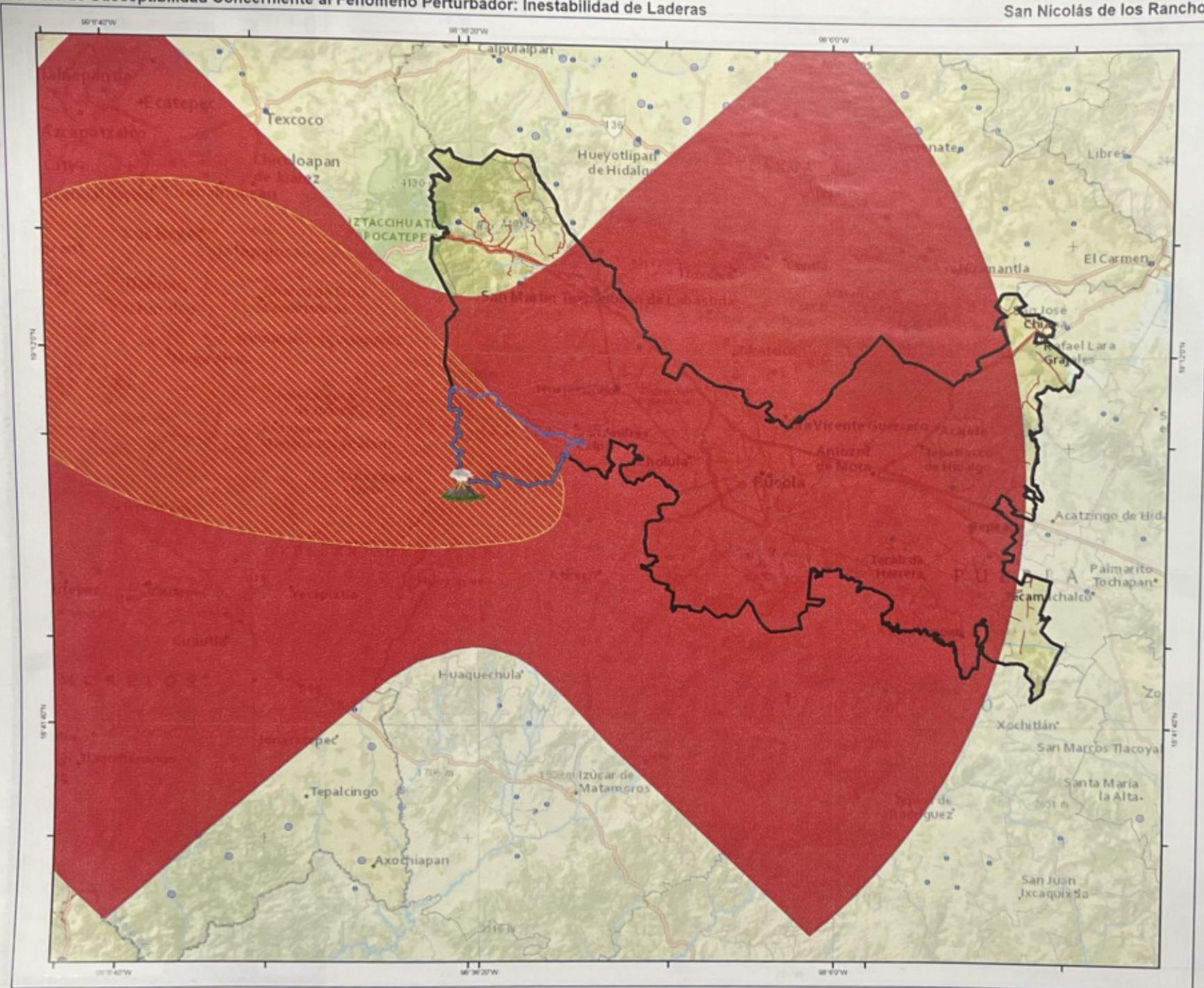


**LOCALIZACIÓN**



**DESCRIPCIÓN TÉCNICA**

Proyección: Universal Transversa de Mercator (UTM)  
 Sistema de Referencia: GRS80 (Sistema de Referencia Geocéntrico de 1980)  
 Datum: NAD 83 (North American Datum of 1983)  
 Referencia de Elevación: Nivel Medio del Mar  
 Proceso de Escaneación: Resolución Fotogramétrica Digital  
 Escala: Actual por: IIG Distribución Electrónica en México de 2008



**22. MAPA DE AMENAZAS - VULCANISMO A**

C. RODOLFO MELÉNDEZ MENESES  
PRESIDENTE MUNICIPAL  
2018-2021

C. JOSÉ ANTONIO GALI FAYAD  
GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE PUEBLA  
2017-2018

**SIMBOLOGÍA**

<b>División Política</b>	<b>Hidrología</b>	<b>Infraestructuras</b>
Estados Constituidos	Río	Finca
Linea Estatal	Excurso	Red de Manantiales de la Catted de Agua
Municipios	Corpo de Agua	Planta Tratamiento
Municipio de Estudio	Zona Sujeta a Inundacion	Planta Potabilizadora
<b>Vulcanes</b>	<b>Poblacion</b>	<b>Atenuante</b>
Conos	1 - 500	Curva de Nivel
Perifoneo	501 - 1000	Mostrador
Estuero	1001 - 2000	
Volcanes	2001 - 2770	

**Área de por lo Menos 10 cm de Tefo y Mayor Probabilidad de Caída de Conos**

Área de por lo Menos 10 cm de Tefo

Mayor Probabilidad Caída Conos

Volcan Popocatepetl

Region Anepiquita

ESCALA 1:500,000

0 3 6 12 18 24 Km

**LOCALIZACIÓN**

**DESCRIPCIÓN TÉCNICA**

Proyección: Universal Transversa de Mercator (UTM)

Unidades: Metros

Sistema de Referencia: WGS 84 (Sistema de Referencia Geocéntrico de 1984)

Equivalencia: 1984 - 2011

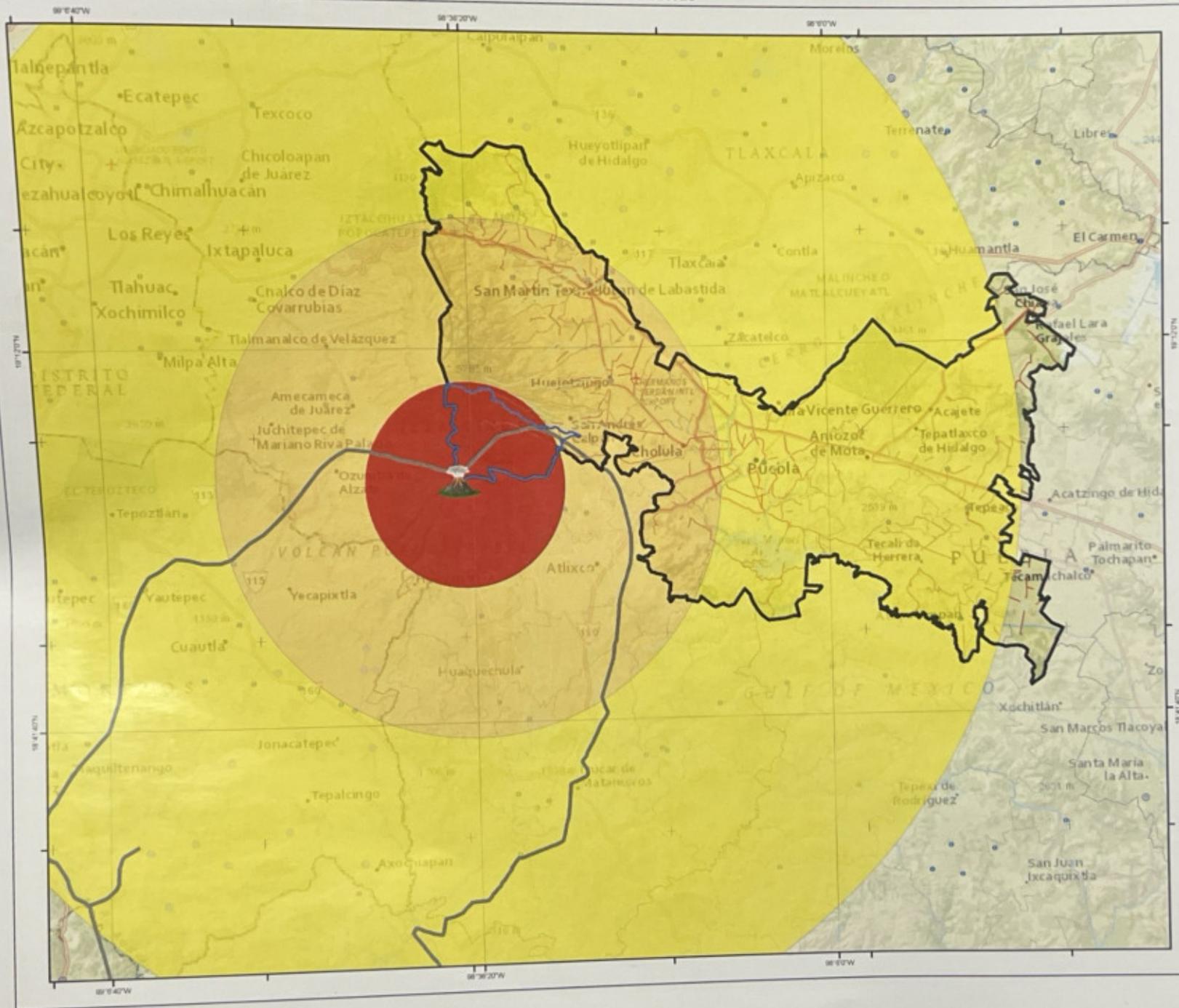
Datos: 1:500,000

Referencia de Elevación: Nivel Medio del Mar

Procedimiento de Elevación: Nivel Medio del Mar

Edición: 2018

Arreglo: Ver. 10.3 (Sistema de Información Geográfica)



### 23. MAPA DE AMENAZAS - VULCANISMO B

C. RODOLFO MELÉNDEZ MENESES  
PRESIDENTE MUNICIPAL  
2018-2021

C. JOSÉ ANTONIO GALI FAYAD  
GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE PUEBLA  
2017-2018

SIMBOLOGÍA		
<b>División Política</b> Estado Constituyente Límite Estatal Municipios Municipio de Estudio	<b>Hidrología</b> Río Escorrente Cauce de Agua Zona Sujeta a Inundación	<b>Subestructuras</b> Presa Red de Drenaje de la Cuenca de Agua Plantas de Tratamiento Planta Fertilizadora Traza Urbana
<b>Validades</b> Carretera Ferrocarril Acueducto Volcán	<b>Alturas</b> 7 - 500 501 - 1000 1001 - 2000	<b>Alturas</b> Cota de Nivel Nivel

**Área de Peligro por Caída de Materiales Volcánicos y Grandes Flujos de Lodo**

- Graneros Piques de Lodo
- Alta
- Mediana
- Baja
- Volcan Presente
- Región Amenazada

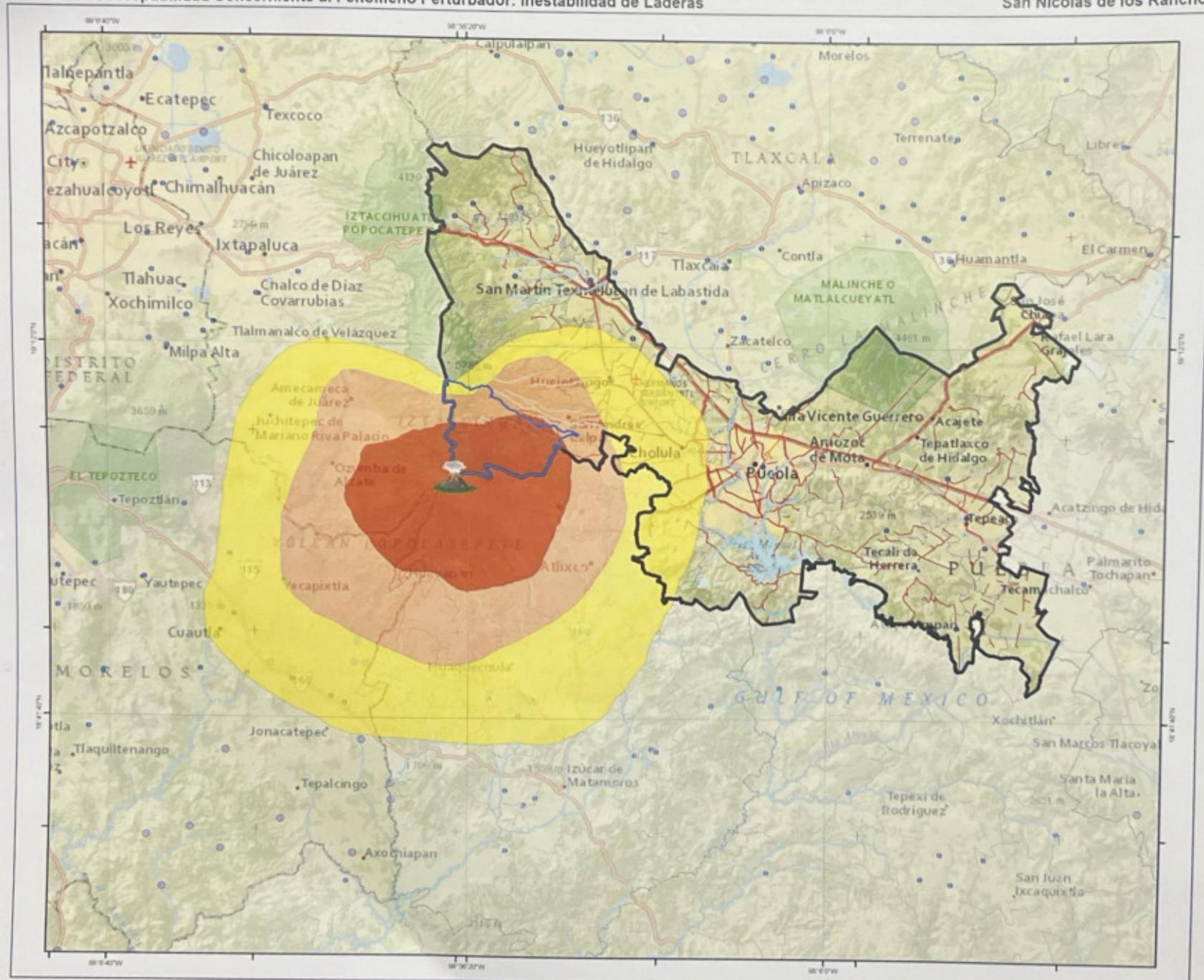
**ESCALA 1:500,000**

0 3 6 12 18 24 Km

**LOCALIZACIÓN**

**DESCRIPCIÓN TÉCNICA**

Proyección: Universal Transversa de Mercator (UTM)  
 Unidad: Metro  
 Sistema de Referencia: WGS 1984  
 Datum: CGD-83 (Sistema de Referencia Geocéntrico de 1983)  
 Referencia de Elevación: Nivel Medio del Mar  
 Procedimiento de Elevación: Estación Fotogramétrica Digital  
 Edición: Fecha: Ver. 10.0 Distribución Externa en México de EGRE



**24. MAPA DE AMENAZAS - VULCANISMO C**

**C. RODOLFO MELÉNDEZ MENESES**  
PRESIDENTE MUNICIPAL  
2018-2021

**C. JOSÉ ANTONIO GALI FAYAD**  
GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE PUEBLA  
2017-2018

**SIMBOLOGÍA**

<b>División Política</b>	<b>Hydrología</b>	<b>Infraestructura</b>
Estado Colimato	Río	Rasa
Límite Estatal	Extructor	Rasa de Montaña de la Cumbre de Agua
Municipio	Cuerpo de Agua	Planta de Tratamiento
Municipio de Estudio	Zona Sana a Inundación	Planta Productora de Energía
<b>Vulcanismo</b>	<b>Población</b>	<b>Atmética</b>
Concreta	1 - 500	Cumbre de Torre
Perforación	501 - 1500	Montaña
Excavación	1501 - 2770	
Volcán		

**Área de Peligro por Flujo de Material Volcánico**

- Alto
- Medio
- Bajo

**ESCALA 1:500,000**

**LOCALIZACIÓN**

**DESCRIPCIÓN TÉCNICA**

Proyección: Universal Transversa de Mercator (UTM)  
 UTM: 18Q  
 Sistema de Referencia: WGS 84 (Sistema de Referencia Geocéntrico de 1984)  
 Datum: GRS 80 (Sistema de Referencia Geocéntrico de 1980)  
 Referencia de Elevación: Nivel Medio del Mar (1988)  
 Procedimiento de Elaboración: Realización Fotogramétrica Digital  
 Edición: ArMap 10.1 (Corrección Evolutiva en México de ESRI)



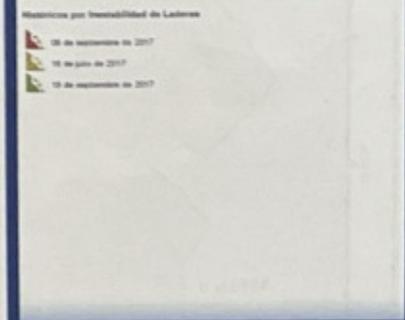
25. MAPA DE HISTÓRICOS POR INESTABILIDAD DE LADERAS

  
**C. RODOLFO MELÉNDEZ MENESES**  
 PRESIDENTE MUNICIPAL  
 2018-2021

  
**C. JOSÉ ANTONIO GALI FAYAD**  
 GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE PUEBLA  
 2017-2018

**SIMBOLOGÍA**

División Política	Hydrology	Infraestructura
<ul style="list-style-type: none"> <li>Estados Condonados</li> <li>Límite Estatal</li> <li>Municipio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Río</li> <li>Cañonamiento</li> <li>Cuerpos de Agua</li> <li>Estacion</li> <li>Mancha de Agua</li> <li>Zona Sujeta a Inundación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calle</li> <li>Finca</li> <li>Acueducto</li> <li>Escuela</li> <li>Concejal</li> <li>Clinica y Hospital</li> <li>Red de Alcantarillas de la Cabecera de Agua</li> <li>Planta de Tratamiento</li> <li>Línea Eléctrica</li> <li>Cableado Telefónico</li> <li>Puentes</li> <li>Mercaderes</li> <li>Comunicaciones</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Carretera</li> <li>Caminos</li> <li>Tercerera</li> <li>Barranca</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mancha de Agua</li> <li>Zona Sujeta a Inundación</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Alfombra</li> <li>Cerro de Nival</li> <li>Volcán</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mancha de Agua</li> <li>Zona Sujeta a Inundación</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Población</li> <li>1 - 500</li> <li>501 - 1000</li> <li>1001 - 2778</li> </ul>	



**DESCRIPCIÓN TÉCNICA**

Proyección: Universal Transversa de Mercator (UTM)  
 Unidades: Metros  
 Sistema de Referencia: TFR 2008  
 Datum: CORS-83 (Sistema de Referencia Geocéntrico de 1980)  
 Método de Elevación: Nivel Medio del Mar  
 Referencia de Elevación: FTSP 2008  
 Procedimiento de Elevación: Remoción Fotogramétrica Digital  
 Edición: ArctMap ver. 10.1. Distribución Exclusiva en México de ESRI



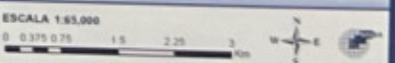
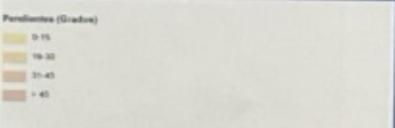
26. FACTORES CONDICIONANTES PENDIENTES

  
 C. RODOLFO MELÉNDEZ MENESES  
 PRESIDENTE MUNICIPAL  
 2018-2021

  
 C. JOSÉ ANTONIO GALI FAYAD  
 GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE PUEBLA  
 2017-2018

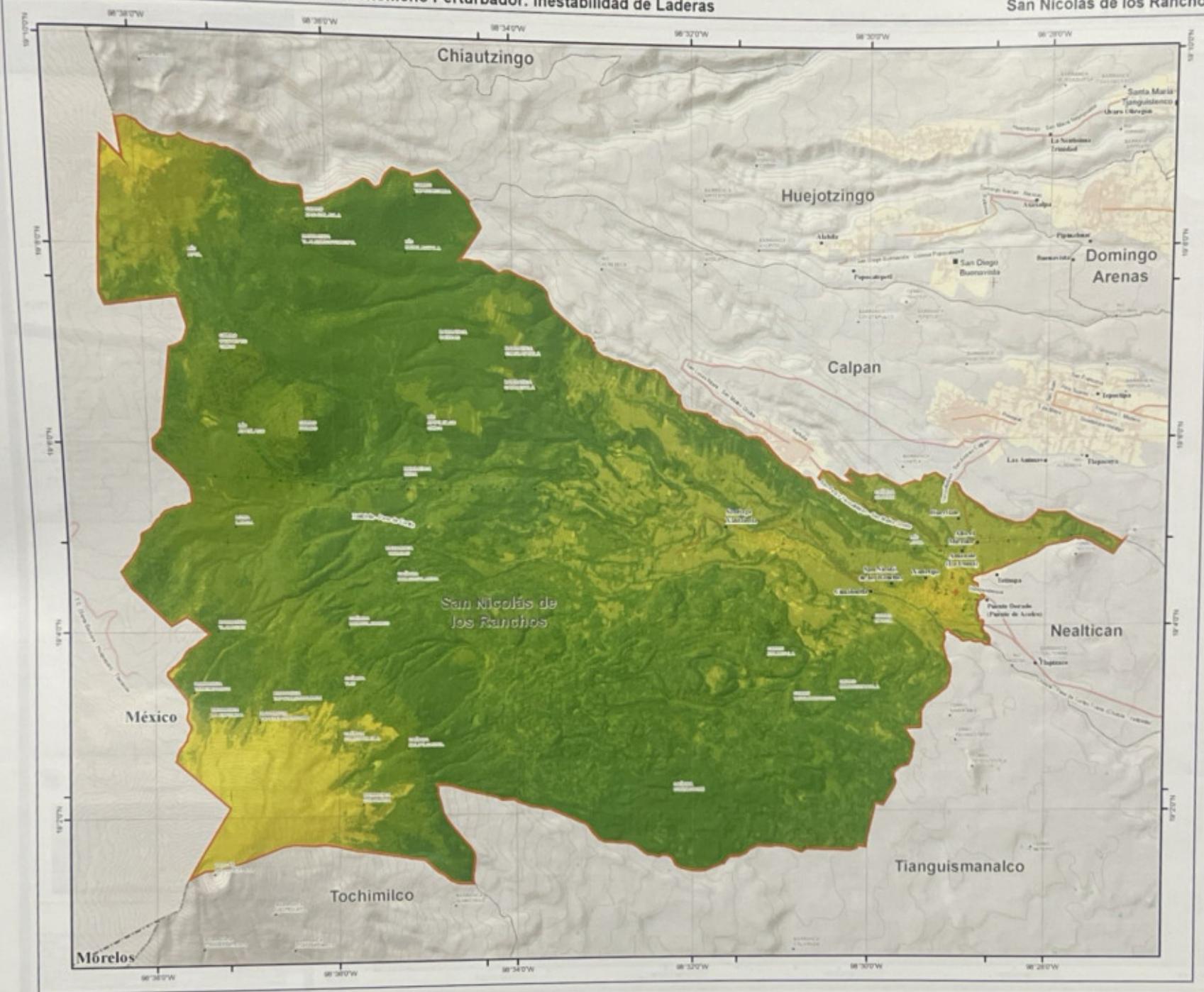
**SIMBOLOGÍA**

<b>División Política</b>	<b>Hidrología</b>	<b>Infraestructura</b>
Estado Condantes	Río	Grutas
Limite Estatal	Excurso	Prova
Municipio	Cuenca de Agua	Antena
<b>Validades</b>	Estacion	Estacion
Carretera	Mancha de Agua	Camionero
Camino	Zona Cuarta	Ciudad y Hospitales
Tercera	Instalacion	Red de Montañas de la Capital de Agua
Barrido	<b>Poblacion</b>	Planes de Traslado
<b>Alturas</b>	1-500	Linea Electrica
Curva de Nivel	501-1500	Carretera Operativa
Mostrer	1501-2770	Puerto
		Maestranza
		Comunicaciones



**DESCRIPCIÓN TÉCNICA**

Proyección: Universal Transversa de Mercator (UTM)  
 Unidades: Metros  
 Sistema de Referencia: 17QD  
 Datum: WGS-84 (Sistema de Referencia Geocentrico de 1984)  
 Referencia de Elevación: Nivel Medio del Mar  
 Procedimiento de Digitación: Metodología Fotogramétrica Digital  
 Edición: ArcMap Ver. 10.3 Correlación Evolución en Métrica de 2590



27. FACTORES CONDICIONANTES INTENSIDAD DE VEGETACIÓN



C. RODOLFO MELÉNDEZ MENESES  
PRESIDENTE MUNICIPAL  
2016-2021



C. JOSÉ ANTONIO GALI FAYAD  
GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE PUEBLA  
2017-2018

SIMBOLOGÍA

División Política	Hydrografía	Infraestructura
Estado Condicionado	Río	Carretera
Límite Estatal	Excurso	Autopista
Municipio	Cuadro de Agua	Canal
Validación	Mancha de Agua	Estación
Carretera	Zona Sujeta a Inundación	Comercio
Canal		Clonaje e Inyecciones
Servicio		Red de Monitoreo de la Calidad de Agua
Brecha		Planta de Tratamiento
Altitud		Línea Sísmica
Curva de Nivel		Canal Desagüe
Mostrador		Puente
		Manzanera
		Compuerción

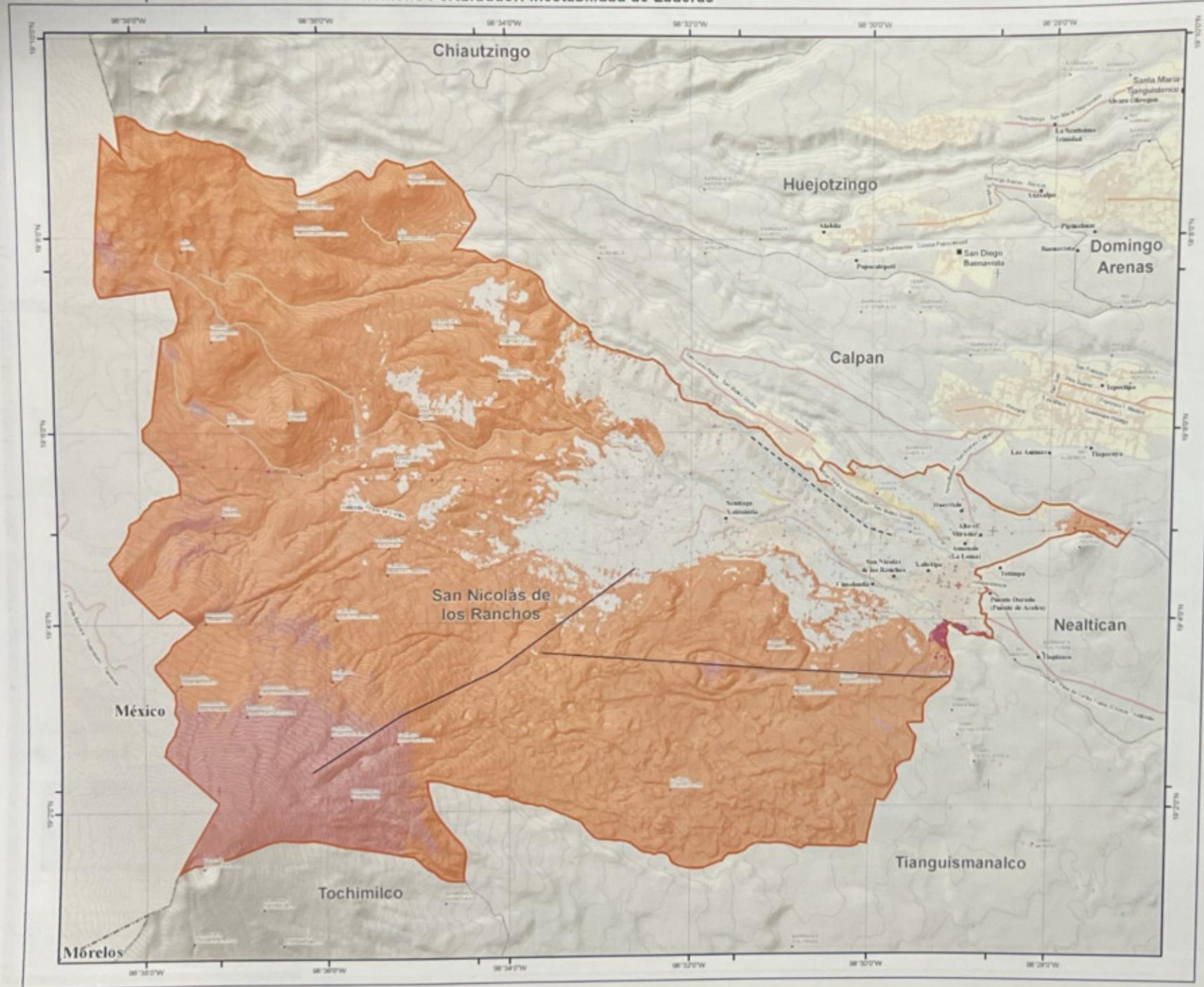
Intensidad de Vegetación

Vegetación Intensa
Vegetación Moderada
Vegetación Escasa
Vegetación Poca



DESCRIPCIÓN TÉCNICA

Proyección	Universal Transversa de Mercator (UTM)
Unidades	Metros
Sistema de Referencia	ITRF 2000
Escala	1:65,000 (Sistema de Referencia Geocéntrico de 1985)
Datos	INIF 2008
Referencia de Elevación	Nivel Medio del Mar
Procedimiento de Digitación	Reducción Fotogramétrica Digital
Edición	ArcMap 10.1 (Distribución Educativa en México de ESSE)



### 28. FACTORES CONDICIONANTES LITOLÓGICA

**C. RODOLFO MELÉNDEZ MENESES**  
PRESIDENTE MUNICIPAL  
2018-2021

**C. JOSÉ ANTONIO GALI FAYAD**  
GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE PUEBLA  
2017-2018

#### SIMBOLOGÍA

<b>División Política</b> Estado Constituyente Límite Estatal Municipio	<b>Hidrología</b> Río Escurrimiento Cuenca de Agua Estero Mancha de Agua Zona Sujeta a Inundación	<b>Infraestructura</b> Iglesia Plaza Antena Escuela Cementerio Clínica y Hospital Red de Alcantarillas de la Cuidad de Agua Planta de Tratamiento Línea Eléctrica Carretera Expresiva Puente Mercaderes Construcciones
<b>Viabilidad</b> Carretera Camino Ferrocarril Branca	<b>Población</b> 1 - 500 501 - 1500 1501 - 2770	
<b>Altitudinaria</b> Curva de Nivel Muestra		

#### Litología

Toba Andesita Micasa Lataca Dacita Basalto Andesita
--

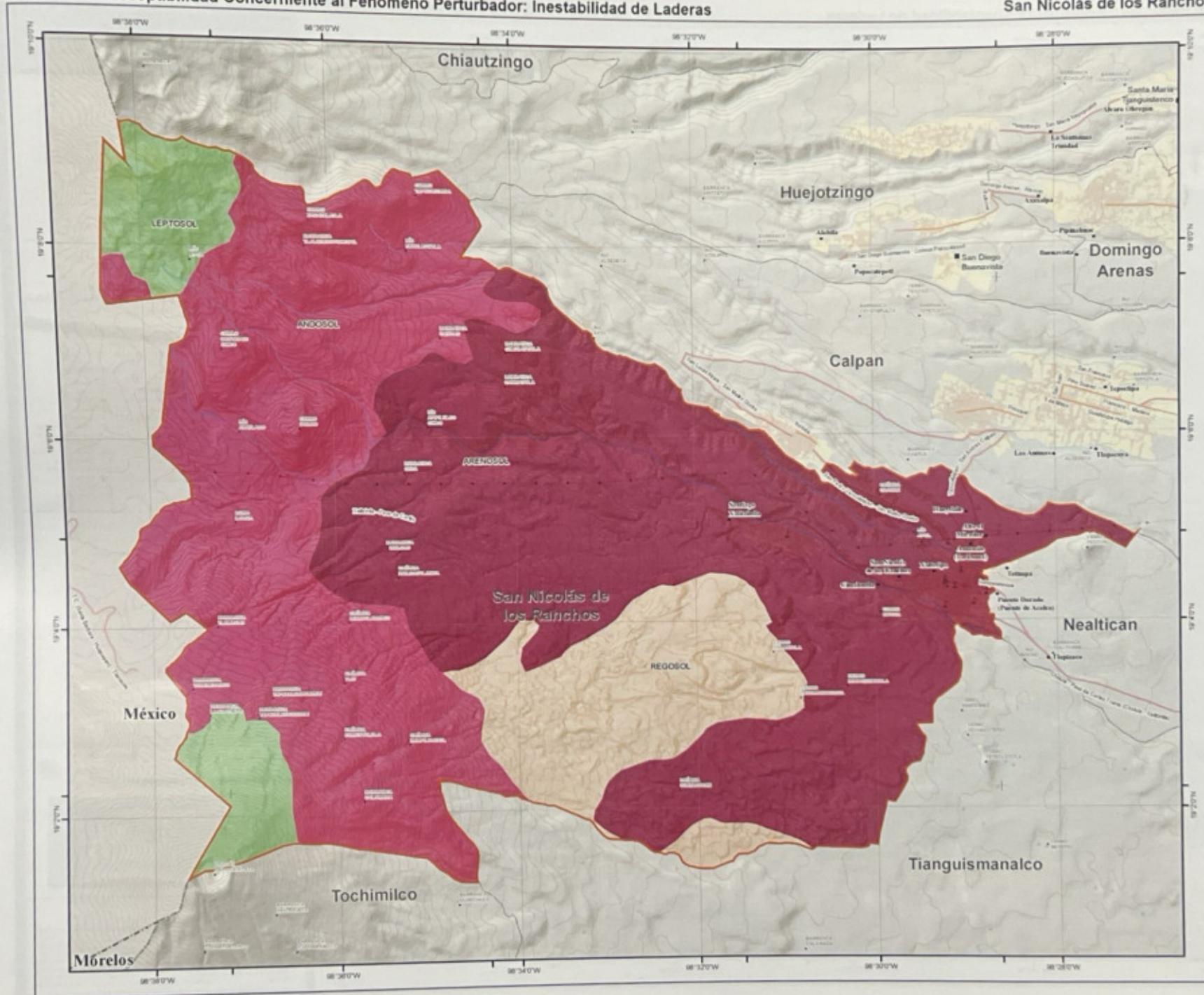
**ESCALA 1:65,000**

0 0.375 0.75 1.5 2.25 3 Km

**LOCALIZACIÓN**

#### DESCRIPCIÓN TÉCNICA

Proyección: Universal Transversa de Mercator (UTM)  
 Unidades: Metros  
 Sistema de Referencia: WGS 1984  
 Datum: OSG-S2 (Sistema de Referencia Geocéntrico de 1984)  
 Referencia de Elevación: Nivel Medio del Mar  
 Procedimiento de Elaboración: Resolución Fotogramétrica Digital  
 Escala: ArctMap V16.1E Distribución Exclusiva en México de ESRI



### 29. FACTORES CONDICIONANTES EDAFOLOGÍA

C. RODOLFO MELÉNDEZ MENESES  
PRESIDENTE MUNICIPAL  
2018-2021

C. JOSÉ ANTONIO GALI FAYAD  
GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE PUEBLA  
2017-2018

SIMBOLOGÍA		
<b>División Política</b> Estado Condonado Límite Estatal Municipio Vialidades Carretera Camino Terrestre Brújula Altimetría Curva de Nivel Muestra	<b>Hidrología</b> Río Cauce Cauce de Agua Estanque Sistema de Agua Cauce Sujeto a Inundación Población 1-100 101-1000 1001-2770	<b>Infraestructura</b> Línea Poste Antena Escuela A Convención Clínica y Hospital Red de Abastecimiento de la Ciudad de Agua Planteo de Troncos Línea Eléctrica Carretera Operativa Puente Muro Construcción

**Edafología**  

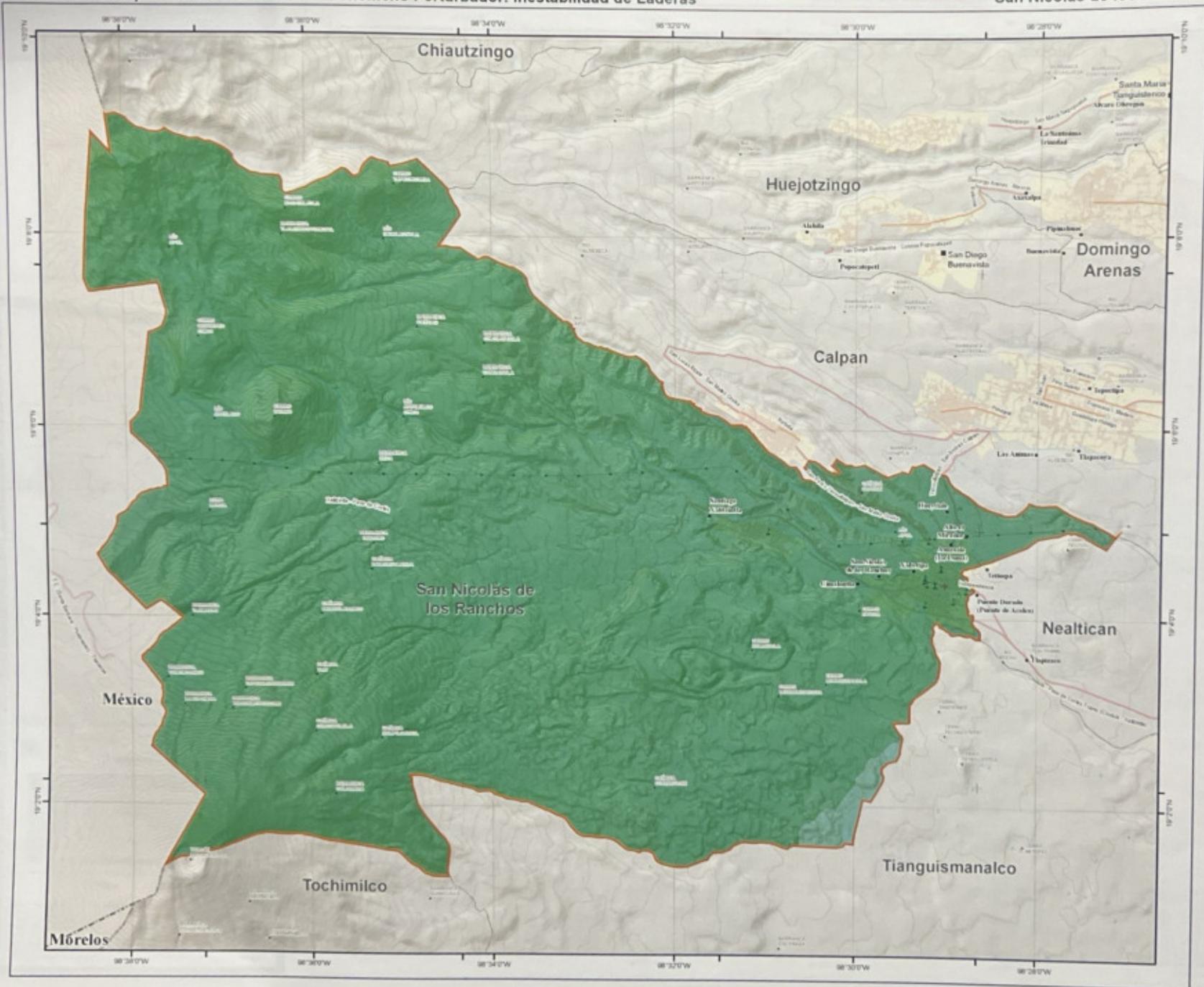
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #800000; border: 1px solid black;"></span> Arenoso
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #C00000; border: 1px solid black;"></span> Arenoso
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #008000; border: 1px solid black;"></span> Leptosol
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #D2B48C; border: 1px solid black;"></span> Regosol

**ESCALA 1:65,000**

**LOCALIZACIÓN**

**DESCRIPCIÓN TÉCNICA**  

Proyección	Universal Transversa de Mercator (UTM)
Unidades	Metros
Sistema de Referencia	ITSP 2008
Epoca	1985-83 (Sistema de Referencia Geocéntrico de 1985)
Datum	WGS-84 (Sistema de Referencia Geocéntrico de 1984)
Referencia de Elevación	Nivel Medio del Mar
Procedimiento de Elevación	Realización Fotogramétrica Digital
Edición	Arctag v. 10.3 Distribución Exhauriva en México de ESR



30. FACTORES CONDICIONANTES GEOMORFOLOGÍA

  
**C. RODOLFO MELÉNDEZ MENESES**  
 PRESIDENTE MUNICIPAL  
 2018-2021  
  
**C. JOSÉ ANTONIO GALI FAYAD**  
 GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE PUEBLA  
 2017-2018

**SIMBOLOGÍA**

<b>División Política</b>	<b>Hidrología</b>	<b>Infraestructura</b>
Estados Colindantes	Río	Iglesia
Línea Estatal	Escurrimiento	Rovina
Municipio	Campo de Agua	Antena
<b>Viabilidad</b>	Estanque	Escuela
Caminata	Mancha de Agua	Cementerio
Camino	Zona Sujeta a Inundación	Clinica y Hospital
Tercerera	<b>Población</b>	Red de Alcantarillado de la Calidad de Agua
Branca	1 - 1000	Plantas de Tratamiento
<b>Altimetría</b>	1001 - 1500	Climas y Frecuencias
Cursos de Tíval	1501 - 2779	Planta de Tratamiento de la Calidad de Agua
Maestra	Punto	Planta de Tratamiento
	Mencionado	Planta de Tratamiento
	Construcción	Planta de Tratamiento

**Geomorfología**

- Sierra Asociada con Maguey
- Sierra Volcánica con Estrato Volcánico + Estrato Volcánico Asociado

ESCALA 1:65,000



**LOCALIZACIÓN**



**DESCRIPCIÓN TÉCNICA**

Proyección: Universal Transversa de Mercator (UTM)  
 Límite: 17°W 2000  
 Sistema de Referencia: 17°W 2000  
 Datum: 1985 (Sistema de Referencia Geocéntrico de 1985)  
 Referencia de Elevación: 1797 2000  
 Procedimiento de Elevación: Nivel Medio del Mar  
 Método de Elevación: Nivel Medio del Mar





32. FACTORES CONDICIONANTES FALLAS Y FRACTURAS

  
 C. RODOLFO MELÉNDEZ MENESES  
 PRESIDENTE MUNICIPAL  
 2018-2021

  
 C. JOSÉ ANTONIO GALI FAYAD  
 GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE PUEBLA  
 2017-2018

**SIMBOLOGÍA**

División Política	Hidrología	Infraestructura
Estado (línea roja)	Río (línea azul)	Carretera (línea roja)
Municipio (línea naranja)	Embalse (línea azul)	Camino (línea roja)
Comunidad (línea amarilla)	Estero (línea azul)	Troncal (línea roja)
Veredas (línea verde)	Reserva de Agua (línea azul)	Brincos (línea roja)
Carretera (línea roja)	Zona Sujeta a Inundación (línea azul)	Alimentación (línea roja)
Camino (línea roja)		Curva de Nivel (línea roja)
Troncal (línea roja)		Montaña (línea roja)
Brincos (línea roja)		
Alimentación (línea roja)		
Curva de Nivel (línea roja)		
Montaña (línea roja)		

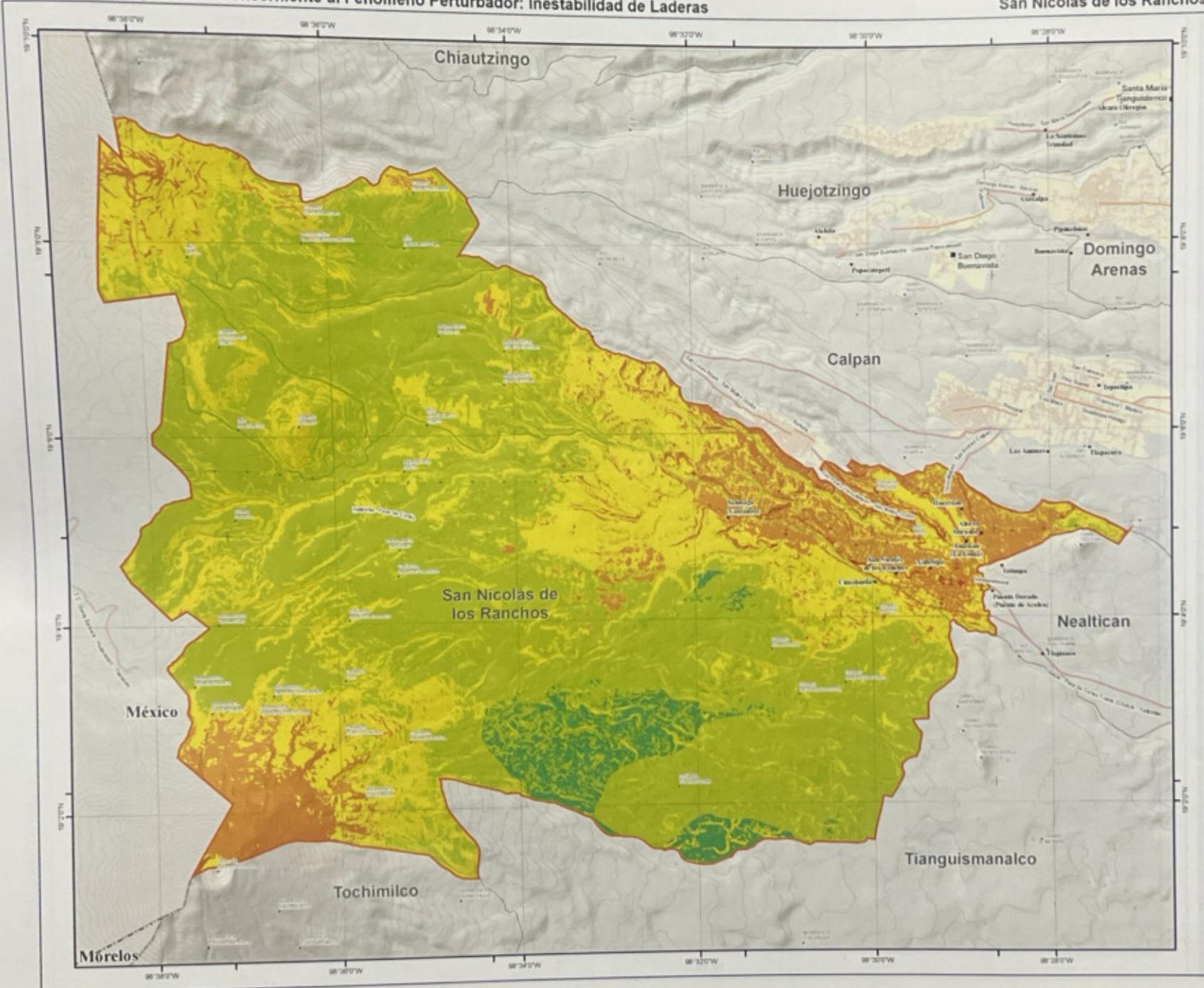
**Fallas y Fracturas**

Fractura	Zona de Afectación (m)
Fractura (línea roja)	100 (rojo)
Fractura tectónica (línea roja)	500 (amarillo)
	1000 (naranja)



**DESCRIPCIÓN TÉCNICA**

Proyección: Universal Transversa de Mercator (UTM)  
 Datum: Métrica  
 Sistema de Referencia: UTM  
 Etimología: 1783 2008  
 Datum: 1984-83 (Sistema de Referencia Geocéntrico de 1984)  
 Referencia de Elevación: Nivel Medio del Mar (1984)  
 Procedimiento de Elevación: Nivel Medio del Mar  
 Etimología: Resolución Fotogramétrica Digital  
 Fecha: Archivo Ver. 10.8 Distribución Exclusiva en México de ESR



### 33. MAPA DE SUSCEPTIBILIDAD POR INESTABILIDAD DE LADERAS



**C. RODOLFO MELÉNDEZ MENESES**  
PRESIDENTE MUNICIPAL  
2018-2021



**C. JOSÉ ANTONIO GALI FAYAD**  
GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE PUEBLA  
2017-2018

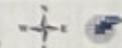
SIMBOLOGÍA		
<b>División Política</b> Estado Constituyente Límite Estatal Municipio <b>Vialidades</b> Carretera Camino Teracerca Branca <b>Altitudinal</b> Curva de Nivel Meters	<b>Hidrología</b> Río Documento Cuerpo de Agua Estanque Alcantarilla de Agua Zona Sujeta a Inundación <b>Población</b> 1-100 101-1000 1001-2775	<b>Infraestructura</b> Gasca Pasa Antena Estación Comandancia Clínica y Hospital Red de Monitoreo de la Calidad de Agua Hospital de Tratamiento Línea Eléctrica Cancha Deportiva Puente Mencionada Construcción

**Susceptibilidad**

- Muy Alto
- Alto
- Moderado
- Bajo
- Muy Bajo

**ESCALA 1:65,000**

0 0.375 0.75 1.5 2.25 3 Km



**LOCALIZACIÓN**



**DESCRIPCIÓN TÉCNICA**

Proyección: Universal Transversa de Mercator (UTM)  
 Sistema de Referencia: WGS 1984  
 Esquema: UTM  
 Datum: WGS 1984  
 Referencia de Elevación: Nivel Medio del Mar  
 Procedimiento de Digitación: Resolución Fotogramétrica Digital  
 Edición: Arctig 100, S.C. Distribución Exclusiva en México de ESRI



**Sistemas de Información Geográfica, S.A. de C.V.**  
**Atlas de Riesgos** Análisis de Susceptibilidad Conciente al Fenómeno Perturbador:  
Inestabilidad de Laderas, Municipio de San Nicolás de los Ranchos - 2018  
Estado de Puebla

