HIDALGO
PRIMERO EL PUEBLO
2022-2028

Estado Libre y Soberano de Hidalgo

SISTEMA ESTATAL DE PROTECCIÓN CIVIL HIDALGO

ATLAS DE RIESGOS NOPALA DE VILLAGRÁN

2026

GOBIERNO DEL ESTADO LIBRE Y SOBERANO DE HIDALGO

Estado Libre y Soberano
de Hidalgo

ATLAS DE RIESGOS NOPALA DE VILLAGRÁN

2026

Estado Libre y Soberano de Hidalgo

HIDALGO
PRIMERO EL PUEBLO
— 2022 - 2028 —

Gobernador del Estado de Hidalgo

Lic. Julio Ramón Menchaca Salazar

Secretario de Gobierno

Lic. Guillermo Olivares Reyna

SISTEMA ESTATAL DE PROTECCIÓN CIVIL HIDALGO

Subsecretario de Protección Civil y Gestión de Riesgos

Dr. Román Bernal Díaz

Directorio de Ecosistemas Productivos S.A. de C.V.

Director General

M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

Gerente Administrativo

Ing. Químico Francisco Fabián Duarte García

Jefe de Geólogos

Geólogo Christian St. Clair Castro

Jefe de Proyecto

Geólogo Alejandro Cornelio Quijada Espinoza

Supervisor de proyecto

Ing. Geóloga Ambiental Ana Laura Cruz Calva

Ing. Geóloga Ambiental Sandra Lizbeth Félix Bernabe

Ing. Geofísico Luis Manuel González Trejo

Edición

Lic. en Comunicación Marlet Irani Hernández González

M. en C. en Automatización y Control Enrique Hernández Rodríguez

M. en C. en Automatización y Control Lizet Carmona Rosas

Personal Técnico

Ing. Geóloga Ambiental Akatzin Joselyn Melo Moreno

Ing. Geóloga Ambiental Araceli Martínez Juárez

Ing. Geólogo Ambiental Juan Carlos Serrano Cancino

Ing. Geóloga Ambiental Kelly Vidal Barrera

Ing. Geóloga Ambiental Kenya Roshell Peña Baños

Ing. Geóloga Ambiental Lesly Beatriz Olguin Blanco

Ing. Geólogo Ambiental Luis Alberto Reyes García

Ing. Geólogo Ambiental Luis Daniel Morales León

Ing. Geóloga Ambiental María Paula Sánchez Lara

Ing. Geóloga Ambiental Naara Noemí Vásquez Avila

Ing. Geóloga Ambiental Valeria Samperio Ruiz

Ing. Geóloga Ambiental Dulce Sarahi Cruz Fernández

Ing. Minera Metalúrgica Montserrat Muñoz Ramos

ECOSISTEMAS PRODUCTIVOS S.A. de C.V.

ÍNDICE

Declaración técnica de autenticidad, elaboración y producción 1

Agradecimientos 2

Presentación 3

Prólogo 3

Resumen 3

CAPÍTULO I. ASPECTOS GENERALES 4

Introducción 5

Antecedentes 6

Objetivos 7

- **Objetivo general 7**
- **Objetivos específicos 7**

Alcances 7

Metas 7

Metodología general 8

- **Primera etapa 8**
- **Segunda etapa 8**
- **Tercera etapa 8**

Definiciones y conceptos básicos de la gestión integral del riesgo 9

- **Peligro 9**
- **Vulnerabilidad 9**
- **Riesgo 9**
- **Desastre 9**
- **Comunicación del riesgo 9**

CAPÍTULO II. DETERMINACIÓN DE NIVELES DE ÁNALISIS Y ESCALAS DE REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA 10

Zona de estudio 11

- **Ubicación 11**

Mapa base 13

- **Mapa base urbano 15**

CAPÍTULO III. CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL MEDIO NATURAL 17

Regiones geoculturales 18

Altimetría 20

Provincias fisiográficas 22

Geomorfología 24

Tipos de erosión 26

Edafología 28

Ecosistemas 31

- **Uso de suelo y vegetación 31**
- **Áreas naturales protegidas 33**
- **Bosques y selvas 35**

Geología 37

- **Unidades litológicas 37**
- **Estructuras geológicas 40**

Hidrografía 43

- **Cuencas hidrográficas 45**
- **Subcuencas hidrográficas 47**

Climatología 49

Temperatura 51

- **Temperatura media anual 51**

Clasificación de la sequía 53

Precipitación 56

- **Precipitación media anual 56**

Días con granizo al año 58

Días con heladas 60

Días con tormentas eléctricas.....62

Zonificación eólica..... 64

CAPÍTULO IV. CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS SOCIALES, ECONÓMICOS, DEMOGRÁFICOS Y MARCO GEOESTADÍSTICO. 66

Dinámica demográfica.....67

Proyección de la población 67

Distribución de la población 67

Densidad de población 69

Población indígena 69

Población de 60 años y más 69

Pobreza y hacinamiento.....69

Marginación 70

Educación 70

Limitaciones en la actividad y salud .70

Empleo e ingreso 71

Marco geoestadístico 72

Cementerios 72

Templos.....72

Centros de asistencia médica 72

Escuelas 75

Instalaciones deportivas o recreativas e instalaciones gubernamentales 76

Plazas.....79

Pozos y tanques de agua 79

Vías de acceso 79

Tipología de vivienda..... 83

CAPÍTULO V. FENÓMENOS GEOLÓGICOS Y ASTRONÓMICOS 84

Fenómenos geológicos..... 85

Inestabilidad de laderas 85

Caída de rocas.....87

Deslizamiento de laderas.....92

Flujos 96

Hundimientos (subsidencia) y agrietamientos del terreno 99

Sismicidad..... 102

Actividad volcánica.....135

Tsunamis..... 150

Licuación de suelos.....152

Karstificación 157

Fenómenos astronómicos.....159

Impactos de meteoritos y asteroides ...159

Clima espacial.....163

CAPÍTULO VI. FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS..... 164

Fenómenos hidrometeorológicos 165

Ciclones tropicales.....165

Ondas gélidas 170

Ondas cálidas.....173

Sequías.....177

Inundaciones..... 181

Tormentas de granizo 204

Tormentas de nieve 207

Tormentas eléctricas.....214

Tornados.....219

Tormentas de polvo..... 223

Vulnerabilidad física por vientos.....224

CAPÍTULO VII. FENÓMENOS QUÍMICO TECNOLÓGICOS 231

Fenómenos químico-tecnológicos.. 232

Susceptibilidad por fenómenos químicos-tecnológicos.....237

Derrames..... 240

Fugas tóxicas 242

Explosiones..... 244

Incendios 246

Ductos de combustible.....258
Autotransporte de sustancias peligrosas 266
Transporte ferroviario de sustancias peligrosas 271
CAPÍTULO VIII. FENÓMENOS SANITARIO-ECOLÓGICOS 274
Fenómenos sanitario-ecológicos 275
Epidemias y pandemias.....277
Plagas y otras enfermedades 282
Contaminación 286
Contaminación de aire 286
Contaminación de agua..... 288
Contaminación de suelo 291
Contaminación de alimentos.....293
CAPÍTULO IX. FENÓMENOS SOCIO-ORGANIZATIVOS 294
Fenómenos socio-organizativos.....295
Inconformidad social.....295
Eventos masivos.....296
Accidentes viales 300
Incidencia delictiva 302
Vulnerabilidad social 304
Accidentes aéreos y marítimos..... 307
Terrorismo y sabotaje.....307
Interrupción y afectación de servicios básicos e infraestructura estratégica . 308
CAPÍTULO X. PROPUESTAS DE ESTUDIO, OBRAS Y ACCIONES. ..309
Propuestas de estudios, obras y acciones.....310
Fenómenos geológicos..... 310
Fenómenos hidrometeorológicos..... 310
Fenómenos químico-tecnológicos 312
Fenómenos sanitario-ecológicos 312
Fenómenos socio–organizativo 312
Medidas generales 313
CAPÍTULO XI. MEMORIA DE CÁLCULO 314
Memoria de cálculo 315
Fenómenos geológicos.....315
Fenómenos hidrometeorológicos.....345
Fenómenos socio-organizativos.....361
ANEXOS.....370
GLOSARIO 375
BIBLIOGRAFÍA 383

Declaración técnica de autenticidad, elaboración y producción

Bajo protesta de decir verdad, Ecosistemas Productivos, S.A. de C.V., empresa con sólida trayectoria en el ámbito de los estudios técnicos, geográficos y ambientales, especializada en la identificación, análisis y manejo de riesgos en distintas regiones del país, declara que el presente documento, denominado Atlas de Riesgos de Nopala de Villagrán, es de autoría propia y auténtico de la empresa; resultado del trabajo profesional de su equipo técnico y multidisciplinario.

Este documento consta de un total de 399 páginas, elaboradas mediante un proceso metodológico riguroso, sustentado en investigación de campo, análisis técnico y revisión documental. La impresión del Atlas se realizó en la ciudad de Pachuca de Soto, Hidalgo, durante el año 2026, cumpliendo con los estándares técnicos y editoriales requeridos para publicaciones de este tipo.

Se certifica que la totalidad de los datos, análisis, mapas, gráficas e interpretaciones incluidas en el documento son verídicos, actuales y verificables, y que se obtuvieron a través de fuentes primarias y secundarias, complementadas con trabajo de gabinete y exhaustivo trabajo de campo en la zona de estudio.

Durante el desarrollo del proyecto se realizaron visitas de campo que incluyeron entrevistas, recorridos, observaciones, registros georreferenciados y verificación de información institucional. Estas actividades permitieron obtener datos confiables y comprender el contexto local de manera integral, lo que respalda la validez técnica y científica del contenido.

El resultado final representa una síntesis precisa, útil y actualizada de la situación de la región, con el propósito de apoyar procesos de planeación, toma de decisiones, formulación de políticas públicas y estrategias de desarrollo sustentable.

Con la presente declaración, Ecosistemas Productivos, S.A. de C.V. reafirma su compromiso con la generación de conocimiento técnico de calidad, actuando con ética profesional, transparencia y responsabilidad social, y pone esta obra a disposición de autoridades, investigadores, estudiantes, organizaciones sociales y ciudadanía interesada en promover un desarrollo informado y participativo.

Agradecimientos

Ecosistemas Productivos, S.A. de C.V. expresa su más sincero agradecimiento a la presidenta Municipal de Nopala de Villagrán, Mtra. Diana Moreno Rea, y a la Titular de Protección Civil TBGIR, C. Asusena Olguín Cruz, por las atenciones, facilidades y valiosa información brindada durante la elaboración del presente Atlas de Riesgos del Municipio de Nopala de Villagrán.

Asimismo, se reconoce el apoyo y la colaboración del personal de Protección Civil Municipal: Titular de área - Asusena Olguín Cruz, Auxiliar operativo - Rogelio Martínez Cervantes, Operativos - Luis Gastón Jaramillo Ramírez, José Antonio Ortiz Crisóstomo, Adela Mejía Reyes, Ana Karen Monsiváis Campos y Mario Alberto Benítez Tapia, y la Auxiliar administrativo - Sandra Guerrero Chávez, cuya disposición, compromiso y conocimiento técnico fueron fundamentales para la recopilación de información en campo y el desarrollo integral del presente documento.

La coordinación y el trabajo conjunto entre las autoridades municipales y el equipo técnico de Ecosistemas Productivos, S.A. de C.V. permitieron la integración de una herramienta técnica que contribuirá de manera significativa a la implementación de estrategias de prevención, reducción y mitigación de riesgos, fortaleciendo la seguridad, la resiliencia y el bienestar de la población del municipio.

Integrantes de protección civil (fuente propia, 2025).

Presentación

El presente **Atlas de Riesgos de Nopala de Villagrán, Hidalgo** constituye una herramienta fundamental para la toma de decisiones y el fortalecimiento de las capacidades institucionales en materia de gestión integral de riesgos. Su objetivo es identificar, clasificar y representar geográficamente los distintos que pueden afectar el territorio municipal, así como sus niveles de vulnerabilidad y exposición.

La información contenida en este documento cumple con los lineamientos establecidos por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) y responde a lo dispuesto en la Ley General de Protección Civil, en lo referente a la prevención, mitigación y atención de emergencias y desastres.

Este instrumento busca ser una base técnica y normativa para orientar el desarrollo urbano sostenible, proteger a la población y reducir las pérdidas humanas, económicas y ambientales ante la ocurrencia de fenómenos perturbadores. Asimismo, representa un paso clave para fortalecer la cultura de la prevención y promover una gestión pública proactiva, eficiente y territorialmente informada.

Con este atlas, el municipio avanza en el cumplimiento de su responsabilidad institucional de salvaguardar la vida, el patrimonio y el entorno de sus habitantes.

Prólogo

En un contexto nacional marcado por la creciente frecuencia e intensidad de fenómenos perturbadores, así como por la complejidad de los riesgos asociados al crecimiento urbano, el cambio climático y las actividades humanas, resulta imprescindible contar con herramientas que permitan anticipar, comprender y actuar frente a escenarios de riesgo.

El Atlas de Riesgos de Nopala de Villagrán, surge como respuesta a esta necesidad, integrando información científica, técnica y geoespacial para proporcionar un diagnóstico preciso de las amenazas que enfrenta nuestro territorio y de la vulnerabilidad de la población y sus infraestructuras.

Este documento no solo cumple con un mandato legal y normativo, sino que representa una apuesta estratégica por la prevención, la seguridad pública y la resiliencia comunitaria. Su contenido debe ser considerado un insumo de consulta permanente por parte de autoridades, tomadores de decisiones, organismos de protección civil, desarrolladores urbanos, académicos y ciudadanía en general.

A través de este esfuerzo, reiteramos nuestro compromiso con una gobernanza territorial responsable, orientada a proteger la vida humana y construir un futuro más seguro y sostenible para todos.

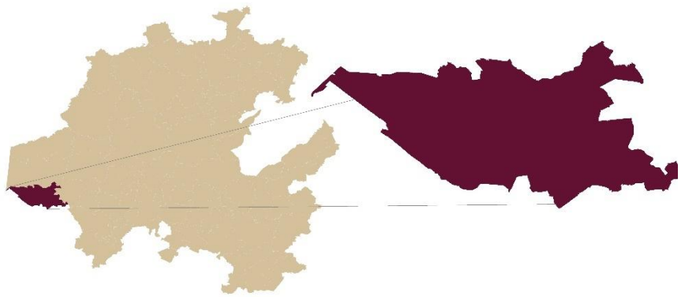
Resumen

Las amenazas recurrentes de fenómenos y los desastres asociados han dejado una huella importante en la historia de Nopala de Villagrán. Este trabajo tiene como objetivo actualizar el conocimiento sobre los riesgos y vulnerabilidades del municipio, promoviendo la conciencia ciudadana y facilitando la programación de acciones preventivas y de mitigación.

Encargado por el Gobierno del Estado de Hidalgo y basado en la Guía de contenido mínimo para la elaboración del Atlas Nacional de Riesgos (CENAPRED, 2016), el Atlas de Riesgos de Nopala de Villagrán, se presenta como una herramienta dinámica y actualizable. Se desarrolló, a cargo de Ecosistemas Productivos S.A. de C.V., incluyó tres etapas clave: la adquisición, análisis, depuración e interpretación de información relevante enfocada en temas de mayor incidencia en el territorio estatal; la verificación de la información mediante trabajo de campo, que incluyó levantamiento de puntos, toma de coordenadas y fotografías; y la digitalización de polígonos de zonas de susceptibilidad, peligro y riesgo identificadas, complementando la información en un Sistema de Información Geográfica (SIG) y definiendo los riesgos asociados a fenómenos perturbadores.

El atlas analiza el entorno natural, social, económico y demográfico del municipio, considerando fenómenos geológicos, hidrometeorológicos, químicos-tecnológicos, sanitario-ecológica y socio-organizativos. Este enfoque permite identificar áreas vulnerables y proveer a las autoridades herramientas clave para la planificación y reducción de riesgos.

CAPÍTULO I. ASPECTOS GENERALES



Introducción

El municipio de Nopala de Villagrán, ubicado en la región suroeste del Estado de Hidalgo, se localiza entre los paralelos 20° 08' y 20° 20' de latitud norte; los meridianos 99° 30' y 99° 52' de longitud oeste; colindando al norte con el municipio de Huichapan; al este con los municipios de Huichapan, Chapantongo y el estado de México; al sur con el estado de México; al oeste con el estado de México y el municipio de Huichapan. Con una superficie territorial aproximada de 341.31 km², el municipio se clasifica como extensión media a nivel estatal. Pertenece al Valle del Mezquital, considerado la región geográfica y cultural de mayor extensión del estado. En general, el municipio forma parte de una zona geográfica caracterizada por una compleja interacción entre procesos tectónicos, geomorfológicos, hidrometeorológicos y antrópicos, los cuales condicionan la dinámica de los riesgos en el territorio.

En cuanto al contexto técnico-geológico, el municipio se localiza en la provincia fisiográfica denominada Faja Volcánica Transmexicana (FVTM). Esto influye directamente sobre el paisaje municipal, propiciando un relieve irregular con altitudes que oscilan entre 2000 y 3000 metros sobre el nivel del mar (m s.n.m.), generando un clima templado subhúmedo a semiseco templado, y una distribución diferenciada de suelos y vegetación. Esta diversidad topográfica incide directamente en la distribución del asentamiento humano, las prácticas agrícolas y los patrones de escurrimiento superficial. Por otro lado, la actividad tectónica en el Estado de Hidalgo se considera baja a moderada, sin embargo, el municipio se encuentra en las zonas de intensidad sísmica fuerte y muy fuerte, lo que implica un factor importante en la generación de riesgos sísmicos y estructurales (INEGI, 2010).

Desde una perspectiva cultural, en el municipio se conservan diversas tradiciones religiosas y culturales. En la festividad del Día de Muertos, la población acude al panteón para colocar flores de cempasúchil, realizar ofrendas tradicionales y participar en ceremonias religiosas. Asimismo, a lo largo del año se celebran ferias comunitarias y de la cabecera municipal, que integran actividades culturales, artísticas, gastronómicas, deportivas y religiosas. Durante la Navidad, es tradición que calles y barrios organicen posadas con rezos, cantos, alimentos típicos, piñatas y expresiones culturales como bailes populares y pastorelas.

La gastronomía local se caracteriza por la elaboración de quesos y cremas, la preparación de tamales, barbacoa, carnitas y dulces tradicionales de calabaza, así como por el consumo de bebidas típicas como vinos de mesa, carnaval y pulque (Ayuntamiento de Nopala de Villagrán, 2024).

Los principales atractivos culturales y naturales dentro del municipio incluyen:

- Parroquia de Santa María Magdalena (del siglo XVII), ubicada en el centro histórico del municipio.
- Balneario Palo Verde, sobre la carretera Maravillas – Huichapan.
- La Capilla de la Virgen del Maguey situada en la localidad de Maravillas.
- Cerro del Cheje (también conocido como Cuthejé) ubicado en la localidad de Maravillas.

Además, el municipio ofrece restaurantes, ranchos y cabañas (en Nopala).

La presente obra, "Atlas de Riesgos de Nopala de Villagrán", tiene como propósito fundamental identificar, analizar y cartografiar las amenazas, así como evaluar la vulnerabilidad territorial, con el fin de apoyar la toma de decisiones en materia de prevención, mitigación y gestión integral del riesgo. A través del uso de SIG, el Atlas permite visualizar los distintos fenómenos que afectan al municipio y localizar las zonas con mayor susceptibilidad.

En este documento se describen los riesgos específicos presentes en el municipio, los cuales son: fenómenos geológicos, hidrometeorológicos, químico-tecnológicos, sanitario-ecológicos y socio-organizativos. Entre estos, se encuentran riesgos de origen antrópico asociados a fugas, derrames y explosiones. Por lo cual, para su análisis se integra información histórica y geoespacial, además de considerar factores sociales, económicos y ambientales.

El Atlas se encuentra alineado con las directrices del Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC) y con los marcos normativos estatales y federales, constituyéndose como una herramienta técnica y estratégica que contribuye al fortalecimiento de la gestión integral del riesgo. Su finalidad última es fomentar una cultura de prevención y resiliencia que permita reducir los impactos adversos de los desastres y salvaguardar la seguridad y el bienestar de la población del municipio.

Antecedentes

El nombre Nopala proviene del náhuatl: nopalli, que significa “nopal”, y el sufijo -la, que indica “lugar”; por lo tanto, su significado es “lugar de los nopales”.

Glifo de Nopala de Villagrán

El municipio fue fundado por grupos otomíes en el siglo VII y posteriormente recibió la influencia de toltecas, aztecas, teotihuacanos y chichimecas, quienes dejaron una importante herencia cultural. En el año 667 d. C., los toltecas dominaron la región, modificando algunos nombres de lugares y conservándose otros hasta la actualidad. Durante la época colonial, Nopala perteneció a Jilotepec y después a Huichapan. En 1612, los frailes franciscanos iniciaron la evangelización y se construyó una capilla que actualmente está en ruinas, en el sitio conocido como Portal Amarillo. El municipio adoptó el nombre de Nopala de Villagrán en 1868, por el decreto de la legislatura del Estado de México, en honor del insurgente coronel Vicente Villagrán Gutiérrez, y obtuvo su categoría municipal en 1869.

En términos sociales y demográficos, Nopala de Villagrán para el año 2020 contaba con una población aproximada de 16,948 habitantes (INEGI, Censo 2020), distribuida en 52 localidades (H. Ayuntamiento Municipal, 2025). La economía local se ha basado en actividades agropecuarias de subsistencia, migración laboral y, en menor medida, en el comercio y los servicios.

Al igual que la mayoría de los municipios de Hidalgo, Nopala de Villagrán no cuenta con un registro detallado y temporalmente amplio sobre los desastres provocados por fenómenos perturbadores, sufridos a lo largo de su historia. Sin embargo, es posible identificar algunos.

Históricamente, el municipio ha enfrentado eventos geológicos, hidrometeorológicos, químico-tecnológicos, sanitario-ecológicos y socio-organizativos. Entre estos se han registrado:

- Sismicidad.
- Inundaciones pluviales y fluviales.
- Incendios habitacionales y forestales.
- Sequía.
- Accidentes viales.
- Interrupción y afectación de servicios básicos e infraestructura estratégica.
- Incidencia delictiva.

En este contexto, el conocimiento detallado de los antecedentes geográficos, sociales, ambientales e históricos del municipio es fundamental para sustentar la identificación y análisis de riesgos en el presente Atlas.

Estos antecedentes permiten establecer una línea base sobre la cual se pueden implementar políticas públicas de prevención, mitigación y adaptación, en concordancia con los principios de la Gestión Integral del Riesgo de Desastres (GIRD) y los lineamientos del SINAPROC.

Objetivos

Objetivo general

- Elaborar un Atlas de Riesgos de Nopala de Villagrán, para identificar, analizar y representar cartográficamente el peligro, la vulnerabilidad y el riesgo que representan los fenómenos que impactan o pueden afectar al municipio, mediante la compilación, integración y generación de conocimiento relevante sobre la región, que servirá como base para la confección de estrategias de prevención y mitigación de las amenazas.

Objetivos específicos

- Identificar los peligros asociados a fenómenos perturbadores, mediante la elaboración de diagramas de zonificación y la estimación de los alcances e impactos potenciales sobre la población y su infraestructura. Además, conformar una guía informativa que facilite la planificación y ejecución de acciones enfocadas en la atención de contingencias, así como en su prevención y mitigación.
- Diseñar y desarrollar un SIG confiable, de fácil manejo y con capacidad de actualización permanente, que sirva como herramienta estratégica para las autoridades municipales y estatales de Protección Civil. Este sistema permitirá optimizar la toma de decisiones orientadas a minimizar pérdidas económicas y especialmente, salvaguardar vidas humanas.
- Promover la participación de los diversos sectores de la sociedad involucrados en la respuesta a contingencias, fomentando la colaboración y el compromiso colectivo en la gestión de riesgos y la atención de emergencias.

Alcances

Mediante la actualización y valoración sobre los diferentes peligros, vulnerabilidades y riesgos a los que está expuesta la población del municipio, se brindará información para generar consciencia social sobre los mismos, y se emitirán las recomendaciones pertinentes, así como un archivo gráfico (mapas, gráficas y fotografías), que podrá consultarse por la sociedad en general y autoridades para que, juntas, desarrollen y apliquen planes de prevención y mitigación de riesgos.

Metas

Elaborar una base de datos actualizada y depurada sobre el peligro, la vulnerabilidad y el riesgo derivado de fenómenos a los que está expuesto el municipio. A partir de análisis precisos y detallados de los fenómenos socio-organizativos, geológicos, químico-tecnológicos, hidrometeorológicos y sanitario-ecológicos, se determinará la probabilidad de ocurrencia de cada uno, así como sus posibles consecuencias.

De manera complementaria, se elaborarán cartas de consulta y un glosario, con el fin de facilitar la comprensión y profundizar en los conceptos abordados.

Finalmente, el proyecto será integrado en un SIG, el cual podrá ser visualizado mediante software libre, funcionando como una herramienta de consulta rápida, accesible y precisa de los resultados obtenidos.

Metodología general

El desarrollo del Atlas de Riesgos Nopala de Villagrán, se llevó a cabo siguiendo las normas y métodos oficiales vigentes, como la Guía de Contenido Mínimo para la Elaboración del Atlas Nacional de Riesgos, emitida el 8 de noviembre de 2016 por el CENAPRED y las bases de licitación especificadas en el contrato establecido.

Se realizó la recolección, análisis e integración de la información proveniente de múltiples fuentes, incluyendo datos abiertos de páginas oficiales de gobernación y de organismos como el INEGI, CENAPRED, SAGARPA, SGM, INAH, CONABIO, CONAFOR, CONAGUA, SEMARNAT, RAN, ASEA, SSa, SE, CNH, OMS, SSN, CONANP y UNAM; entre otros, así como asesorías técnicas proporcionadas por el INEGI para la elaboración de metadatos. Además, la información recopilada fue incorporada en un SIG, lo que facilitó la creación de mapas temáticos, consultas, y la actualización de datos.

El análisis y procesamiento de la información se realizó mediante tres etapas:

Primera etapa

- Identificación de los principales peligros existentes en el municipio de Nopala de Villagrán.
- Recopilación y análisis de datos digitales, bibliográficos y cartográficos relacionados con la región. Esto incluye imágenes satelitales (Landsat, Spot, Quickbird y la serie de satélites Bird), cartas topográficas y geológicas, modelos digitales de elevación, mapas temáticos (uso de suelo, límites municipales, zonas urbanas, climatología), entre otros.
- Investigación de los datos históricos y estadísticos para la identificación de zonas susceptibles a problemáticas derivadas de fenómenos perturbadores.
- Trabajo de campo y generación de fichas de campo para la verificación de los peligros identificados en la entidad.

Segunda etapa

- Visitas al área de estudio para la verificación y descripción de características litológicas, geotécnicas y estructurales.
- Documentación de los sitios con datos precisos, incluyendo ubicación, coordenadas (ITRF2008, Proyección Cónica conforme Lambert), observaciones relevantes y fotografías de los puntos identificados.
- Integración de los datos en una base para la elaboración de planos por tema, con la información recopilada, se generaron niveles de información sobre pendientes, geología, edafología, precipitaciones y estructuras geológicas.
- Evaluación de las zonas del municipio considerando infraestructura pública, social, económica y de salud, obteniendo niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo.

Tercera etapa

- Organización de la información obtenida en campo y digitalización de polígonos de las zonas de peligro y riesgo verificadas; con esto, se generaron mapas temáticos, combinando datos del SIG y observaciones de campo.
- Definición de las áreas afectadas por fenómenos perturbadores con base en metodologías vigentes de CENAPRED.

El proceso culminó con un Atlas de Riesgos Nopala de Villagrán, que permite identificar zonas vulnerables y proporciona herramientas prácticas para la planificación de acciones de prevención, mitigación y atención a contingencias del municipio.

Definiciones y conceptos básicos de la gestión integral del riesgo

Peligro

Probabilidad de ocurrencia de un fenómeno potencialmente dañino durante cierto periodo de tiempo y sitio determinado. Para estudiar los peligros, es importante definir los fenómenos perturbadores mediante parámetros cualitativos y cuantitativos. En la mayoría de los fenómenos pueden distinguirse dos medidas: magnitud e intensidad. La magnitud es una medida del tamaño del fenómeno, de su potencial destructivo y de la energía que libera. La intensidad es una medida de la fuerza con que se manifiesta el fenómeno en un sitio dado. Por ello un fenómeno tiene una sola magnitud, pero tantas intensidades como son el número de sitios en los que interese determinar sus efectos.

Vulnerabilidad

Se define como la susceptibilidad o propensión de los sistemas expuestos a ser afectados o dañados por el efecto de un fenómeno perturbador. En términos generales pueden distinguirse dos tipos: la vulnerabilidad física y la vulnerabilidad social. La primera es más factible de cuantificarse, por ejemplo, la resistencia que ofrece una construcción ante las fuerzas de los vientos producidos por un huracán; mientras que la segunda, se valora cualitativamente y es relativa, ya que está relacionada con aspectos económicos, educativos, culturales, así como el grado de preparación de las personas.

Riesgo

Se define como la probabilidad de ocurrencia de daños, pérdidas o efectos indeseables sobre sistemas constituidos por personas, comunidades o sus bienes, como consecuencia del impacto de eventos o fenómenos perturbadores. La probabilidad de ocurrencia de tales eventos en un cierto sitio o región constituye una amenaza, entendida como una condición latente de posible generación de eventos perturbadores.

Los riesgos están ligados a las actividades humanas. La existencia de un riesgo implica la presencia de un agente perturbador, que tenga la probabilidad de ocasionar daños a un sistema vulnerable, como asentamientos humanos, infraestructuras, ecosistemas, entre otros, en grado tal, que constituye un desastre.

Desastre

Resultado de la ocurrencia de uno o más agentes severos o extremos, concatenados o no, de origen natural o antrópico, lo que, cuando acontecen en un tiempo y zona determinada, causan daños y debido a su magnitud exceden la capacidad de respuesta de la comunidad afectada.

Comunicación del riesgo

La siguiente adaptación del comunicado y recomendaciones en materia de protección civil fue elaborada por la PRODECON, SEDESOL/DICONSA, SALUD, INALI, CONAPROC y SENADO con el propósito de difundir lo básico en prevención de riesgos hacia la población indígena.

CAPÍTULO II.

DETERMINACIÓN DE NIVELES DE ÁNALISIS Y ESCALAS DE REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA

Zona de estudio

Este apartado presenta una descripción general del municipio, abarcando sus límites y ubicación geográfica, características topográficas y geológicas; también se mencionan brevemente aspectos hidrológicos, climáticos, de vegetación, flora y fauna. Además, se señalan sus colindancias con otros municipios y las principales formas de relieve que conforman su territorio.

Ubicación

Es uno de los 84 municipios que conforman el estado de Hidalgo, México. Está ubicado dentro de la región geográfica del Valle del Mezquital. Sus límites geográficos están definidos por las coordenadas límite al este -99.284489, límite al oeste -99.51815, límite al norte 20.513353 y límite al sur 20.307275 (coordenadas en grados decimales). Su altitud varía entre los 2,000 y 3,000 metros sobre el nivel del mar (INEGI,2010).

Letras representativas del municipio ubicadas en zona centro (Elaboración propia, 2025).

Topográficamente, el municipio se encuentra dentro de la provincia fisiográfica de la Faja Volcánica Transmexicana, lo que da lugar a una variedad de formas de relieve. Predominan las zonas de lomerío, que abarcan el 82.40% del territorio, seguidas por el escudo volcánico con un 12.64%, y las áreas de llanura, que representan el 4.96% del total (INEGI, 2010). Entre las topoformas más representativas destacan los cerros del Cutejhé, ubicado en la comunidad de Maravillas, y el cerro de Siempreviva, situado en la comunidad del mismo nombre.

Desde el punto de vista geológico, el municipio está conformado por rocas ígneas extrusivas, tales como basalto, material volcanoclástico, toba ácida y riolita (INEGI, 2010).

En lo que respecta a la hidrología, el municipio forma parte de la región hidrológica del río Pánuco y se encuentra ubicado dentro de la cuenca del río Moctezuma.

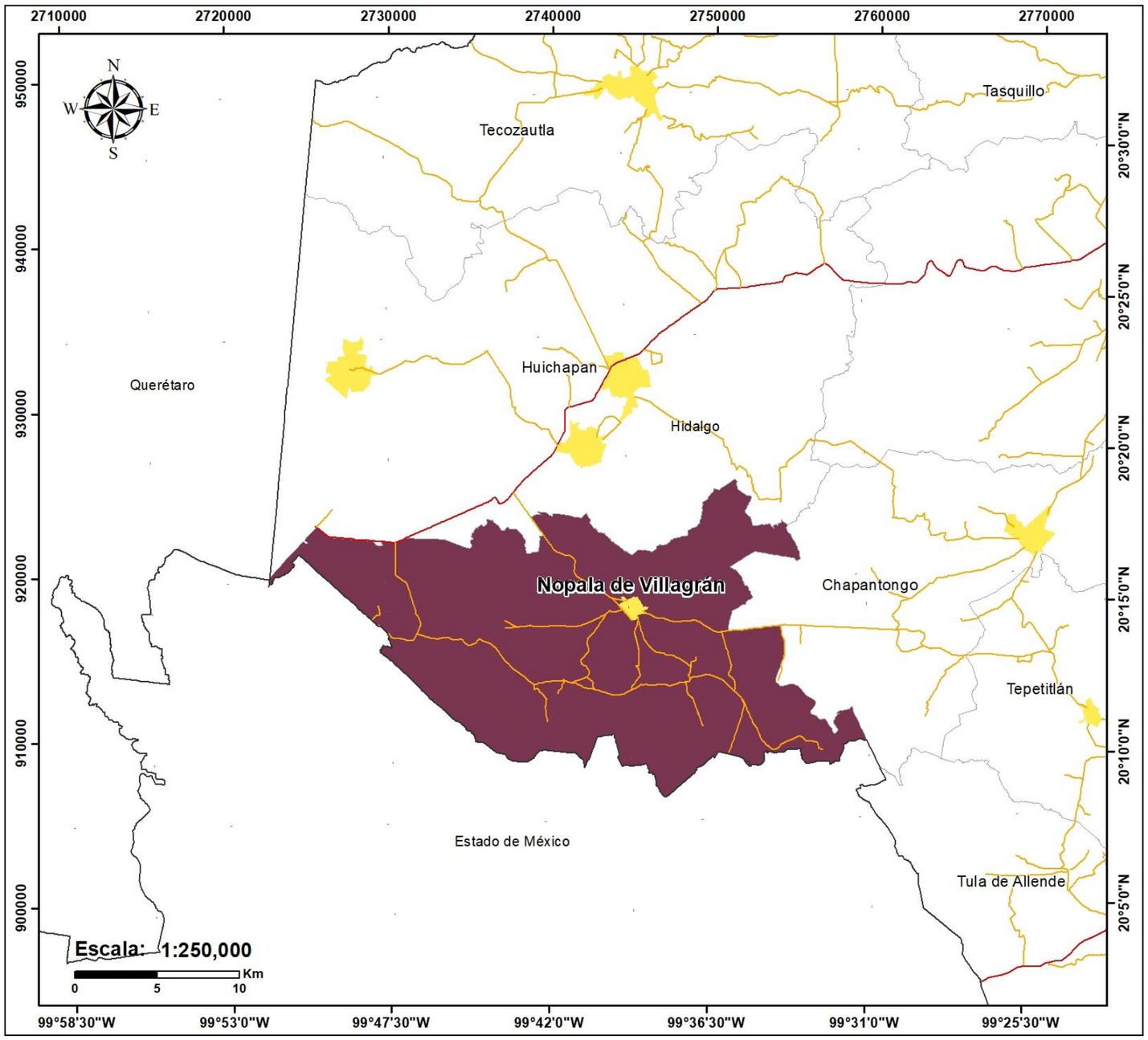
Colinda al norte con el municipio de Huichapan; al este con los municipios de Huichapan, Chapantongo y el estado de México; al sur con el estado de México; al oeste con el estado de México y el municipio de Huichapan (Ayuntamiento de Nopala de Villagrán, 2024).

El clima que predomina en la región es templado subhúmedo con lluvias en verano. La temperatura media anual es de alrededor de 16 °C, y la precipitación pluvial oscila entre los 500 y 800 milímetros anuales, concentrándose principalmente en los meses de junio a septiembre.

Entre las principales coberturas vegetales se destacan el pastizal, que ocupa un 23.33% del territorio, siendo el tipo de vegetación predominante. Le sigue el bosque, que abarca un 8.29% y, por último, el matorral cubre un 1.70% del área municipal (INEGI, 2010).

La flora del municipio está conformada predominantemente por especies espinosas y cactáceas, entre las que destacan árboles como el mezquite y el huizache, así como plantas como el nopal y el maguey. En cuanto a la fauna, esta incluye especies como el tlacuache, armadillo, coyote, zorrillo, ardilla, conejo y gato montés. Esta diversidad biológica, convierte al municipio en un territorio de relevante importancia ecológica dentro del Valle del Mezquital (Ayuntamiento de Nopala de Villagrán, 2024).

Mapa de ubicación



Simbología

Límites políticos

- Límite municipal de Nopala de Villagrán
- Límite municipal
- Límite estatal

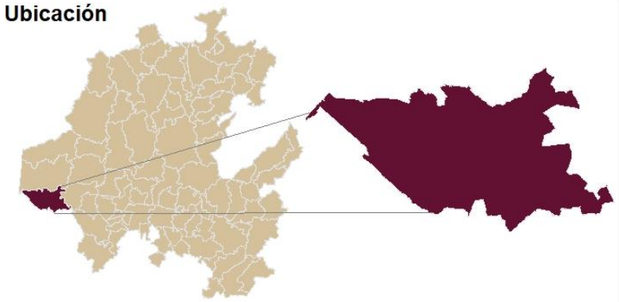
Localidades

- Urbana

Vías de comunicación

- Federal
- Estatal

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

UB - Ubicación

Mapa base

El mapa base constituye una herramienta cartográfica fundamental que integra de manera sistemática los elementos físicos, geográficos y de infraestructura esenciales del territorio. Su diseño permite una representación espacial precisa de las localidades, tanto rurales como urbanas, y su conectividad mediante la red de transporte terrestre, que incluye caminos rurales, carreteras estatales y federales.

Esta información es clave para la planificación estratégica de rutas de evacuación, despliegue de recursos ante emergencias y acciones de protección civil.

Desde una perspectiva geográfica, el mapa incorpora variables relevantes como la red hidrográfica y la infraestructura hidráulica artificial, factores que resultan determinantes para caracterizar la vulnerabilidad y exposición ante fenómenos perturbadores. Se representa la red de drenaje, que comprende principalmente arroyos (corrientes intermitentes). En cuanto a cuerpos de agua artificiales, se identifica una estructura de almacenamiento, La Presa Dañú (INEGI 2010).

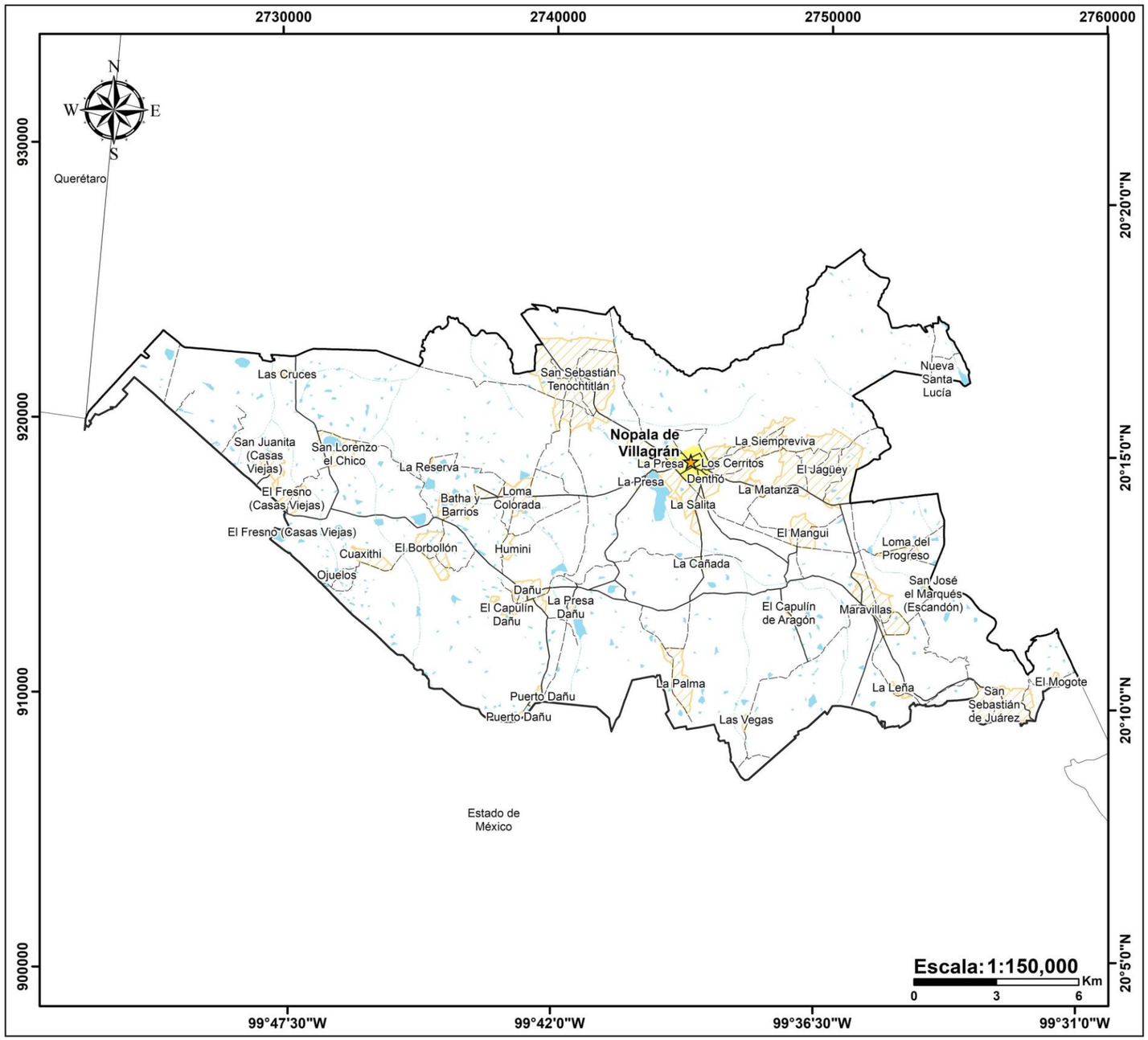
La red vial es particularmente relevante para el análisis de riesgos, ya que su accesibilidad y estado físico influyen directamente en la capacidad de respuesta ante eventos como movimientos telúricos, procesos de remoción en masa, incendios forestales, inundaciones o sequías prolongadas.

El mapa base incorpora los elementos fundamentales para su correcta lectura e interpretación, tales como:

- **Límites políticos:** cabecera municipal y límite municipal
- **Localidades:** urbanas y rurales.
- **Vías de comunicación:** carreteras y caminos.
- **Rasgos hidrográficos:** cuerpos de agua y corrientes tanto intermitentes (arroyos) y perennes (ríos).

En el mapa base se integran todas las localidades del municipio, con el propósito de ofrecer una representación geográfica completa que sirva como referencia general para el Atlas de Riesgos. No obstante, en los mapas temáticos posteriores no se representan todas las localidades, sino únicamente aquellas que resultan relevantes para el análisis geográfico específico de cada tema.

Mapa base



Simbología

Límites políticos

- Cabecera municipal
- Límite municipal
- Límite estatal

Localidades

- Rural
- Urbana

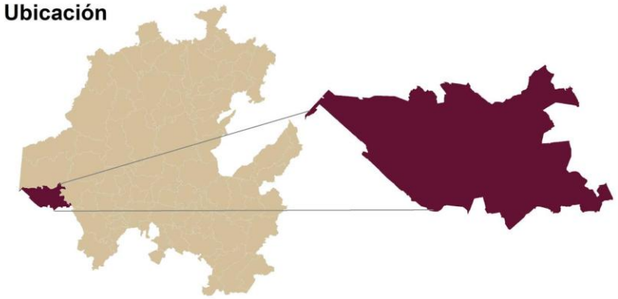
Vías de comunicación

- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos

- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

Ba - Base

Mapa base urbano

El mapa base urbano constituye la estructura espacial fundamental sobre la cual se integran y correlacionan las diversas capas temáticas asociadas a distintos tipos de peligros, así como a las condiciones de vulnerabilidad del territorio. Este mapa no se limita únicamente a mostrar la configuración urbana y la red vial del municipio, sino que además incorpora componentes territoriales relevantes que influyen directamente en los niveles de exposición y resiliencia frente a eventos adversos.

Dentro de los elementos adicionales representados en esta base cartográfica, destacan las áreas agrícolas**,** de gran importancia debido a que la actividad agropecuaria constituye la principal fuente económica local. En esta región, los cultivos principales son de maíz, frijol y avena (SADER, 2023). Delimitar estas zonas ayuda a identificar áreas potencialmente vulnerables ante fenómenos hidrometeorológicos como sequías, heladas o inundaciones estacionales.

Desde una perspectiva geoespacial, el mapa está georreferenciado mediante un marco geodésico preciso, lo que facilita la ubicación exacta de infraestructura clave y recursos comunitarios estratégicos. Esta precisión espacial es esencial para realizar análisis detallados sobre la vulnerabilidad social**,** la capacidad de respuesta local y la planificación de rutas de evacuación en situaciones de emergencia.

Adicionalmente, el mapa delimita con claridad las manzanas urbanas, entendidas como unidades espaciales conformadas por los polígonos encerrados entre calles. Esta segmentación urbana permite caracterizar la distribución poblacional, los usos del suelo, la densidad habitacional y la exposición diferencial frente a amenazas como movimientos sísmicos, incendios urbanos o deslizamientos de ladera**.**

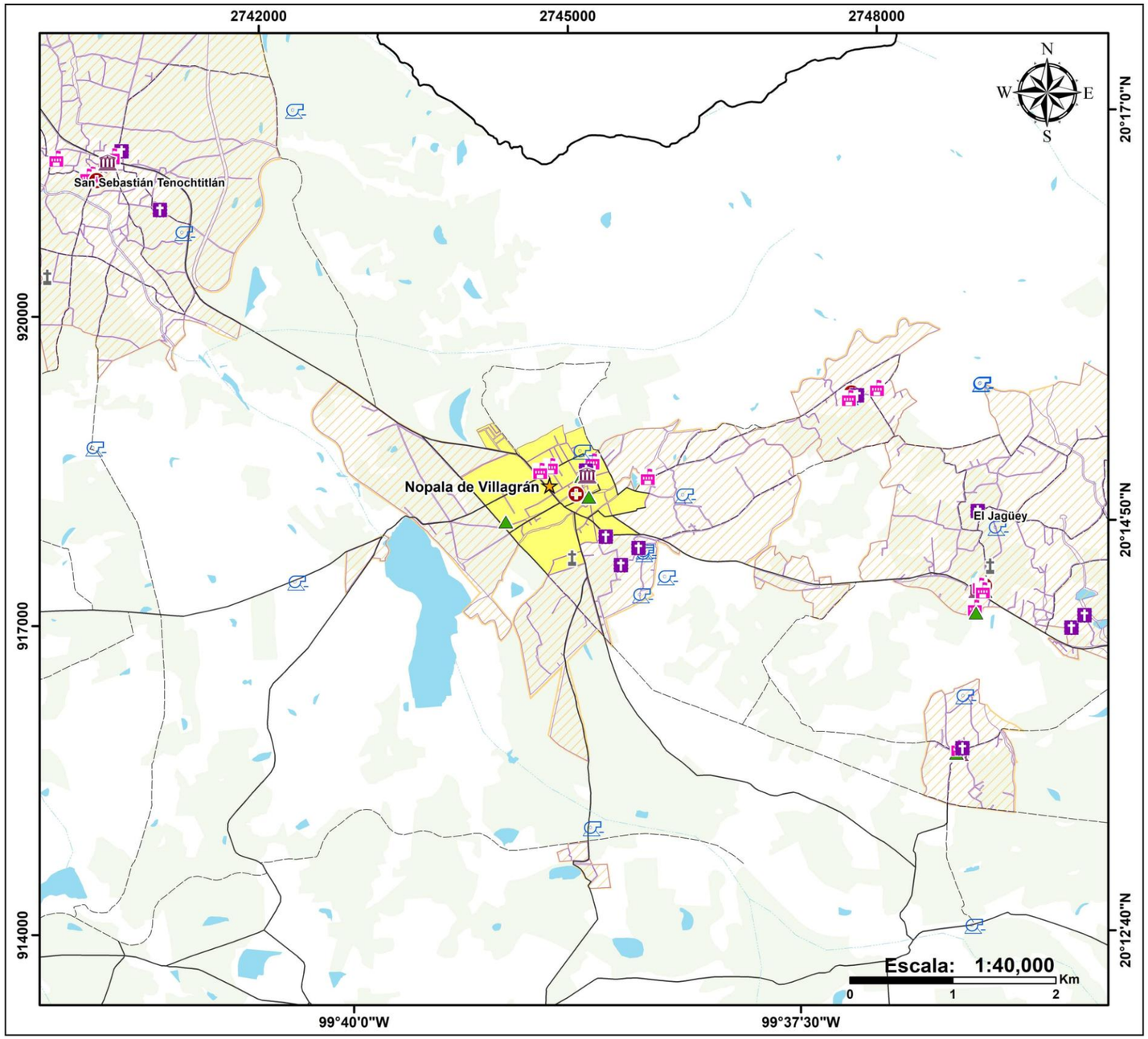
En conjunto, este mapa base urbano no solo proporciona una representación integral del territorio municipal, sino que se configura como una herramienta técnica indispensable para la gestión integral del riesgo y la formulación de políticas públicas orientadas a la reducción del impacto de desastres en el municipio.

El mapa base urbano del municipio, se integra con los mismos elementos que el mapa base en adición a los siguientes componentes:

- **Sitios de interés:** cementerios, centros de asistencia médica, escuelas, instalaciones gubernamentales, plaza, tanques de agua y templos.
- **Zonas de cultivo:** áreas destinadas a la agricultura.
- **Manzanas:** representación de lotes y terrenos.

Cabe mencionar, los mapas temáticos se elaboran a diferentes escalas, ya que los temas pueden representarse a nivel estatal, municipal o de manera más focalizada, la representación cartográfica se realiza a nivel de localidad o incluso en áreas específicas.

Mapa base urbano



Simbología

Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

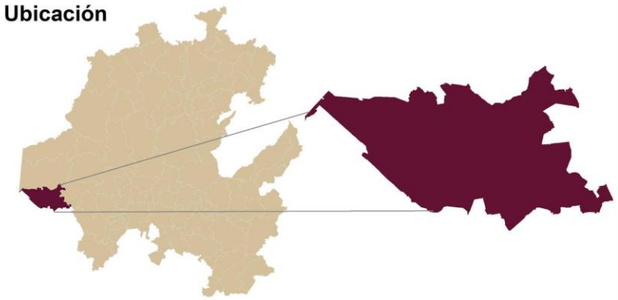
Localidades
- Rural
- Urbana
- Manzanas
- Zonas de cultivo

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Sitios de interés
- Cementerio
- Centro de Asistencia Médica
- Escuela
- Instalación Gubernamental
- Plaza
- Tanque de Agua
- Templo

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

BU - Base urbano

CAPÍTULO III.

CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL MEDIO NATURAL

Regiones geoculturales

El municipio se localiza dentro de la región geocultural conocida como "El Mezquital", de acuerdo con la clasificación establecida por la Secretaría de Cultura del Estado de Hidalgo (2020). Esta región constituye una de las zonas más representativas del estado en términos de identidad cultural, lingüística y territorial; se caracteriza por una fuerte presencia indígena, particularmente del pueblo otomí (hñähñu).

El Mezquital es reconocido por su paisaje semidesértico, dominado por vegetación como el mezquite, cactus y matorral. Además, se le atribuye una historia milenaria ligada a pueblos originarios que han habitado esta región desde tiempos prehispánicos (López Bárcenas, 2013). En el caso específico del municipio, muchas de sus comunidades aún conservan elementos fundamentales de la cultura otomí, tales como: idioma, festividades religiosas sincréticas, prácticas agrícolas tradicionales y estructura social comunitaria basada en usos y costumbres (Secretaría de Cultura de Hidalgo, 2020).

La pertenencia del municipio en la región de El Mezquital también se refleja en sus expresiones culturales, entre las que destacan el bordado tradicional, la alfarería, cerámica, la música autóctona y los conocimientos sobre herbolaria. Estas manifestaciones forman parte del patrimonio cultural inmaterial del municipio y son elementos clave para la transmisión intergeneracional de la identidad local (González, 2015).

Asimismo, esta región geocultural representa un espacio simbólico y territorial en el que la población indígena ha desarrollado formas propias de resistencia, adaptación y reafirmación cultural frente a los procesos históricos de colonización, modernización y migración (Bonfil Batalla, 1987). Al formar parte de este contexto, se convierte en un punto importante para comprender la continuidad y transformación de la cultura hñähñu en Hidalgo.

Favorece al municipio formar parte de una región geocultural, porque permite valorar su patrimonio tangible e intangible, promover políticas de reconocimiento, preservación y desarrollo sustentable desde una perspectiva intercultural.

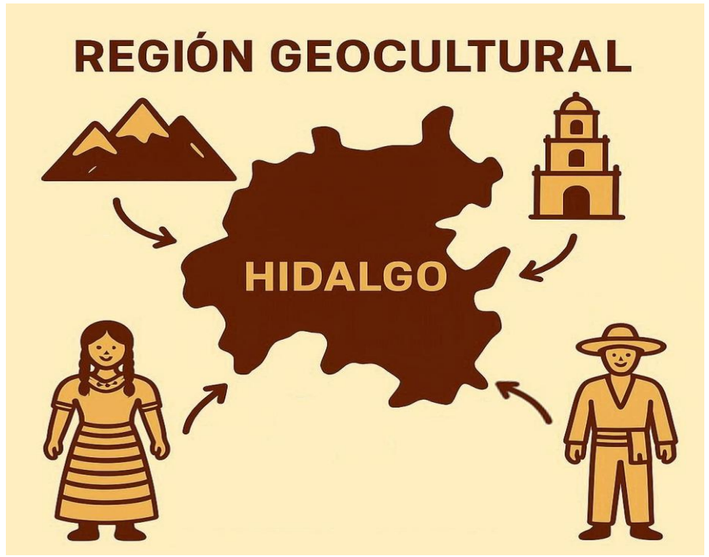
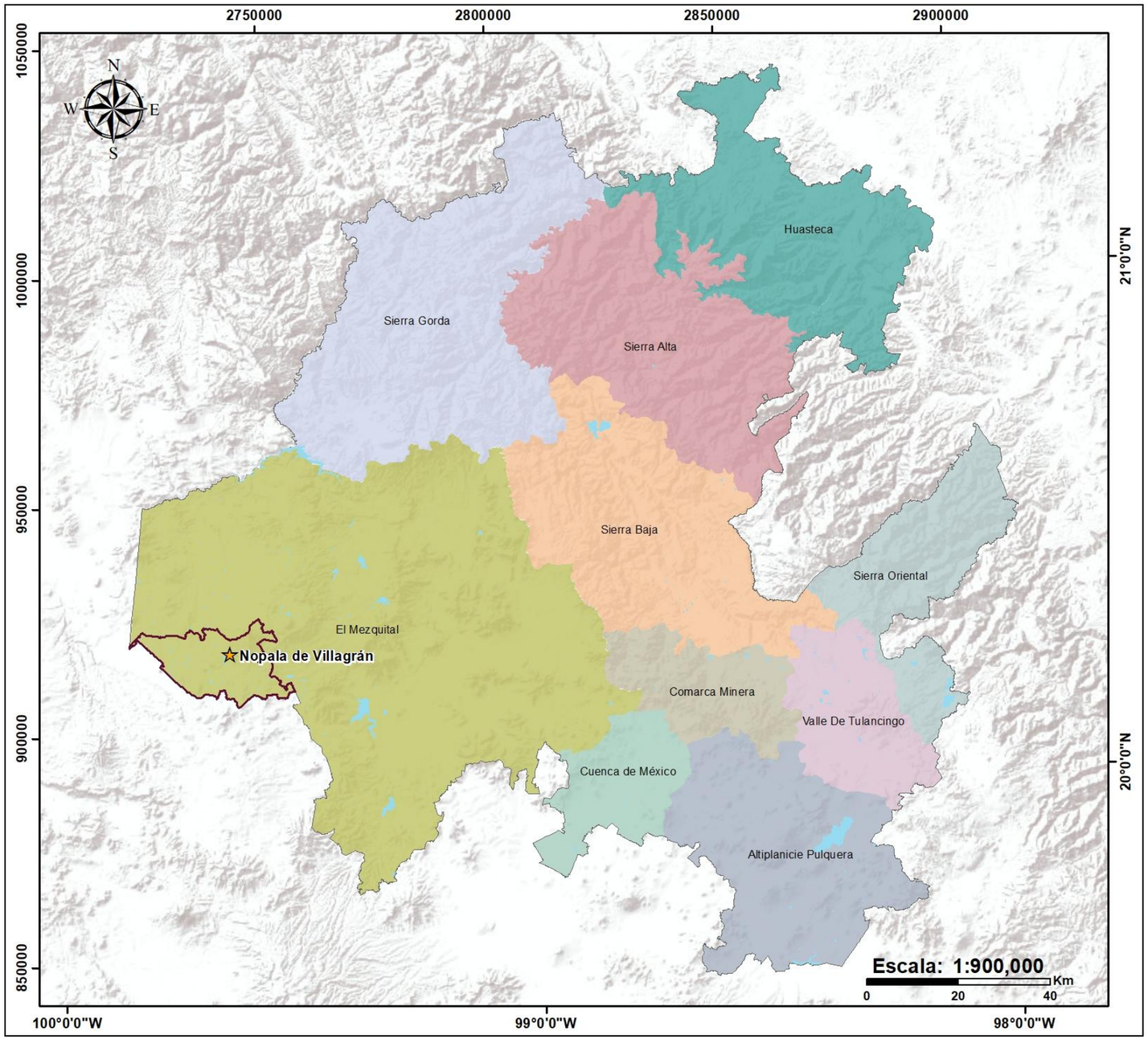


Ilustración de la región geocultural de Hidalgo, destacando sus símbolos de su patrimonio cultural. Fuente: propia

Mapa de regiones geoculturales



Simbología

Regiones geoculturales

- Altiplanicie Pulquera
- Comarca Minera
- Cuenca de México
- El Mezquital
- Huasteca
- Sierra Alta
- Sierra Baja
- Sierra Gorda
- Sierra Oriental
- Valle De Tulancingo

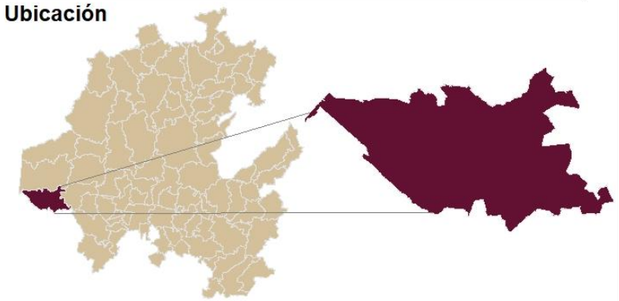
Límites políticos

- Cabecera municipal
- Límite municipal
- Límite estatal

Rasgos hidrográficos

- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

RGEH - Regiones geoculturales

Altimetría

Es la ciencia y técnica encargada de medir las alturas o altitudes relativas de los puntos en la superficie terrestre respecto a un nivel de referencia, generalmente el nivel medio del mar, con el propósito de representar el relieve y las variaciones topográficas de un territorio (INEGI, 2010).

El análisis altimétrico del municipio se realizó a partir de un Modelo Digital de Elevación (MDE) derivado de los datos proporcionados por la misión Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), desarrollada por la NASA y la NGA en el año 2000. Esta herramienta permite obtener una representación precisa del relieve terrestre a través de datos altitudinales capturados mediante radar.

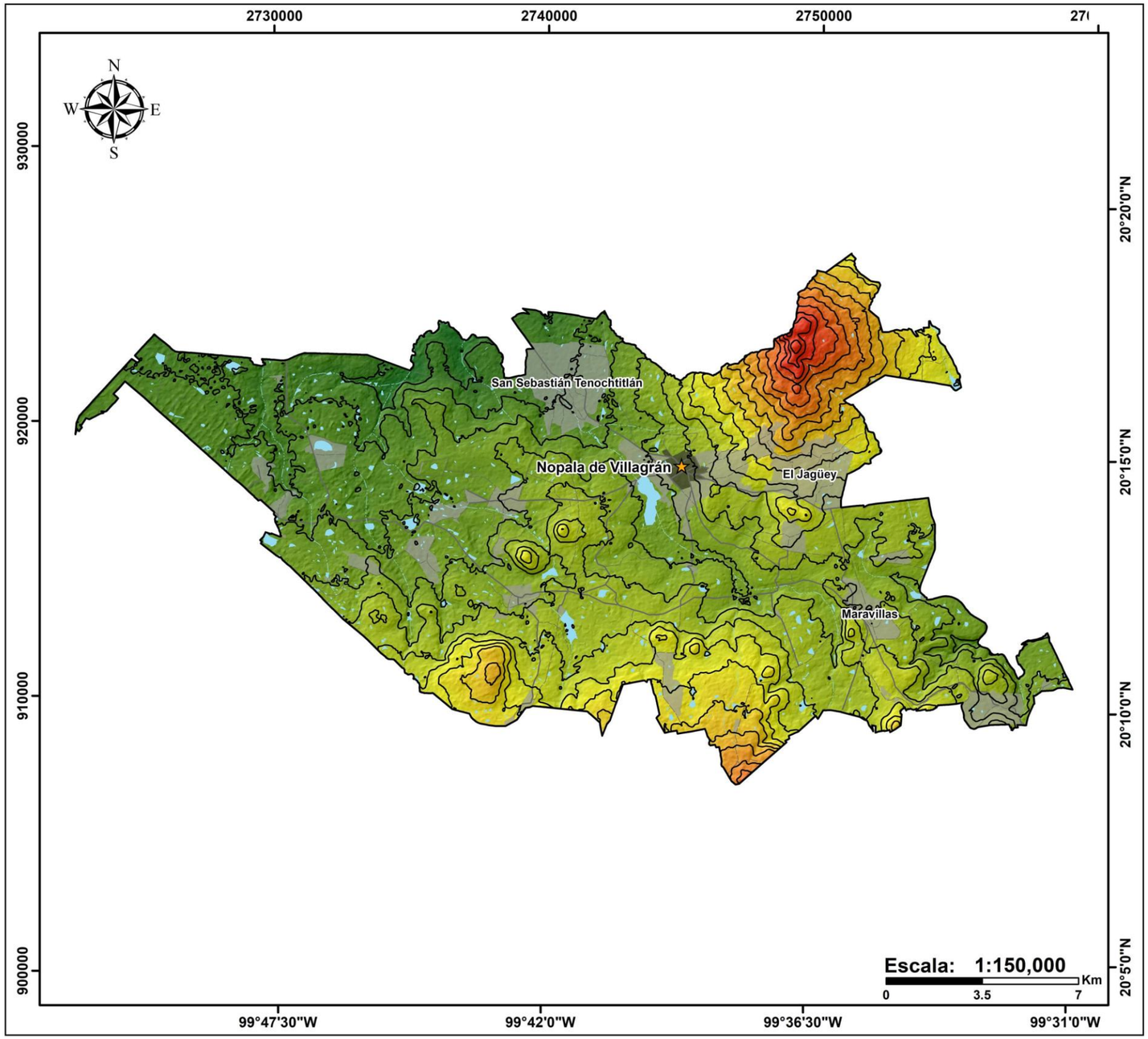
De acuerdo con el modelo analizado, el municipio presenta un rango altitudinal que va desde los 2,145 m.s.n.m. en las zonas más bajas, hasta un máximo de 3,046 m.s.n.m. en sus puntos más elevados. Esta variación altimétrica refleja un relieve accidentado y diverso, caracterizado por la presencia de cerros, lomeríos, valles y depresiones intermontanas.

Las zonas más elevadas se concentran en el sector oriental del municipio donde se encuentran formaciones montañosas asociadas al sistema orográfico de la FVTM. Por otro lado, las áreas de menor altitud se localizan principalmente hacia el oeste y suroeste del municipio, en áreas con pendiente suave y aptas para actividades agrícolas y asentamientos humanos.

La altimetría del territorio tiene una influencia directa en variables ambientales como: clima, distribución de la vegetación, tipo de suelo, escurrimiento superficial y potencial de recarga de acuíferos. Asimismo, las diferencias de altura pueden representar retos para planeación territorial, obras de infraestructura y aprovechamiento del agua.

El uso de modelos digitales de elevación como el generado por la misión SRTM ha permitido mejorar significativamente la precisión de los estudios topográficos y geográficos, al ofrecer información continua y confiable del relieve terrestre (Farr et al., 2007).

Mapa de altimetría



Simbología

Altimetría
- Alto : 3046 m. s. n. m.
- Bajo : 2145 m. s. n. m.
- Curvas de nivel

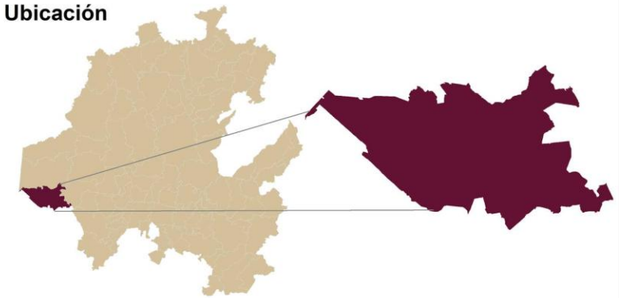
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

ALT - Altimetría

Provincias fisiográficas

Son grandes unidades del territorio que se distinguen por la homogeneidad de sus características geomorfológicas, estructurales, litológicas y de origen geológico. Es decir, son zonas que comparten una misma historia geológica y presentan formas del relieve, tipos de rocas y procesos de formación semejantes (INEGI, 2013).

El municipio, se localiza dentro de la provincia fisiográfica conocida como FVTM, de acuerdo con la clasificación de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 2020). Esta provincia constituye una de las principales unidades morfoestructurales del territorio mexicano, reconocida por su origen volcánico reciente, su complejidad geológica y su marcada diversidad topográfica.

La FVTM atraviesa el centro del país en sentido oeste–este, desde Nayarit hasta Veracruz, y está conformada por numerosos volcanes, sierras, mesetas y valles de origen ígneo. Su influencia es determinante en el paisaje municipal, generando un relieve irregular con altitudes que oscilan entre 2000 y 3000 m. s. n. m. (NASA JPL, 2013), así como suelos volcánicos que favorecen distintas actividades agrícolas y forestales. Las condiciones topográficas y altitudinales derivadas de esta provincia propician la formación de microclimas y una elevada diversidad florística, donde coexisten especies propias de zonas templadas, áridas y semiáridas. A ello se suma que la región es considerada de alta importancia biológica por su riqueza ecosistémica y su potencial para la conservación (CONABIO, 2020).

Desde el punto de vista geológico, la FVTM es una zona activa cuyo pasado tectónico y volcánico ha moldeado el relieve local y determina la disponibilidad de recursos naturales como agua, minerales y suelos fértiles.

Además, su presencia implica que el municipio experimente efectos ecológicos y climáticos relevantes, reflejados en la variación ambiental, la productividad de los suelos y la dinámica del paisaje. En conjunto, estos elementos hacen que la pertenencia del municipio a esta provincia fisiográfica sea clave para comprender su geografía física y ambiental, así como los retos y oportunidades en materia de planeación territorial, uso del suelo y desarrollo sustentable.

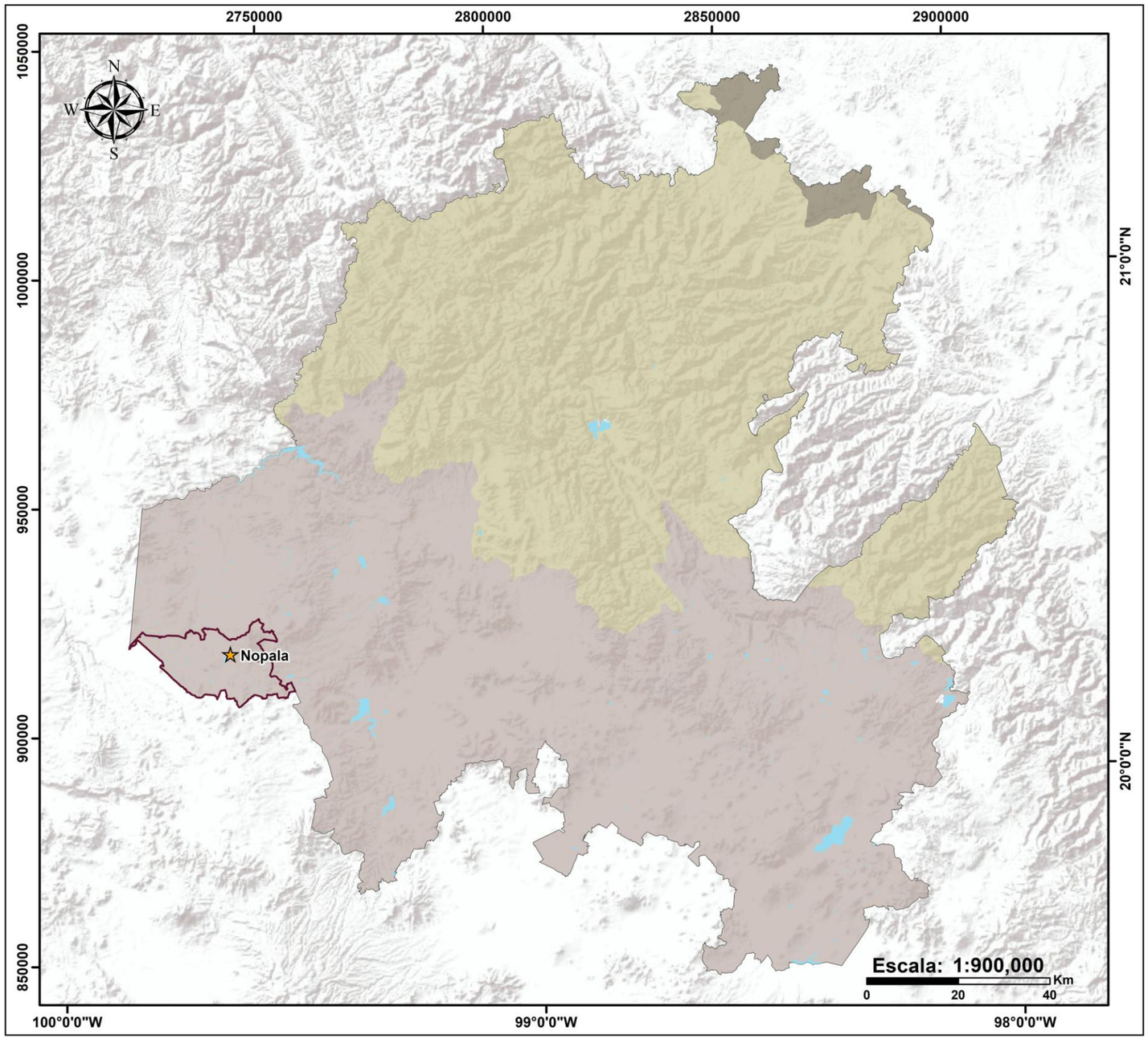
Cabe mencionar que existen en el estado de Hidalgo otras dos provincias fisiográficas, una es la Llanura Costera del Golfo Norte que es una provincia que comparte territorio con Estados Unidos de América, abarcando las costas de Texas hasta Luisiana, y en territorio mexicano comprende parte de los estados de Hidalgo, Nuevo León, Puebla, San Luis Potosí, Tamaulipas y Veracruz; la otra conocida como, Sierra Madre Oriental, es una cadena montañosa angosta y alargada de aproximadamente 1350 kilómetros de longitud y de 80 a 100 km de amplitud; que se extiende desde el sur del Río Bravo y corre paralela al Golfo de México hasta unirse con la FVTM, que separa América del Norte de América Central (CONABIO, 2020).

Provincias fisiográficas de México, (INEGI, 2025)

Provincia	Nombre
1	Península de la Baja California
2	Llanura Sonorense
3	Sierra Madre Occidental
4	Sierras y Llanuras del Norte
5	Sierra Madre Oriental
6	Grandes Llanuras de Norteamérica
7	Llanura Costera del Pacífico
8	Llanura Costera del Golfo Norte
9	Mesa del Centro
10	Faja Volcánica Transmexicana
11	Península de Yucatán
12	Sierra Madre del Sur
13	Llanura Costera del Golfo Sur
14	Sierra de Chiapas y Guatemala
15	Cordillera Centroamericana

Provincias fisiográficas de México (INEGI, 2025).

Mapa de provincias fisiográficas



Simbología

Provincias fisiográficas

- Faja Volcánica Transmexicana
- Llanura Costera del Golfo Norte
- Sierra Madre Oriental

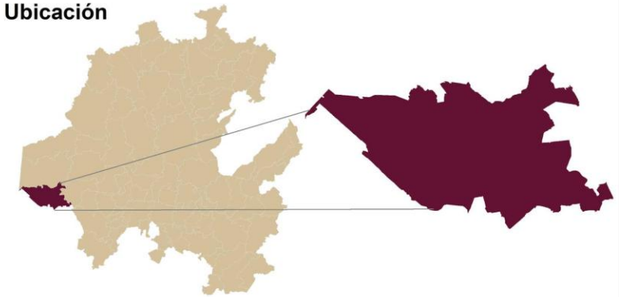
Limites políticos

- Cabecera municipal
- Límite municipal
- Límite estatal

Rasgos hidrográficos

- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

PF - Provincias fisiográficas

Geomorfología

Es la disciplina científica encargada del estudio de las formas del relieve terrestre. Su campo de análisis abarca la génesis, evolución, clasificación y características de dichas formas, así como su distribución en la superficie del planeta. Asimismo, examina su relación con las estructuras geológicas subyacentes y reconstruye la historia de los procesos geológicos que han modelado el paisaje a lo largo del tiempo.

Curso de agua en la región mostrando un entorno donde se acumulan sedimentos y materiales rocosos, elementos que reflejan la mezcla de rocas volcánicas y depósitos sedimentarios presentes (Club de viajeros. 2021).

El municipio se ubica dentro de la provincia fisiográfica conocida como la FVTM, específicamente en la subprovincia de Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo. En este territorio predominan tres tipos de formas de relieve, destacándose principalmente los lomeríos, que constituyen el 82.40% del área (INEGI, 2010). Los lomeríos se definen como un conjunto de formas del terreno que se agrupan conforme a patrones estructurales y/o procesos de degradación. Estas formaciones se caracterizan por presentar relieves ondulados, integrados por colinas y valles intermedios, y están conformadas por materiales como las rocas calizas.

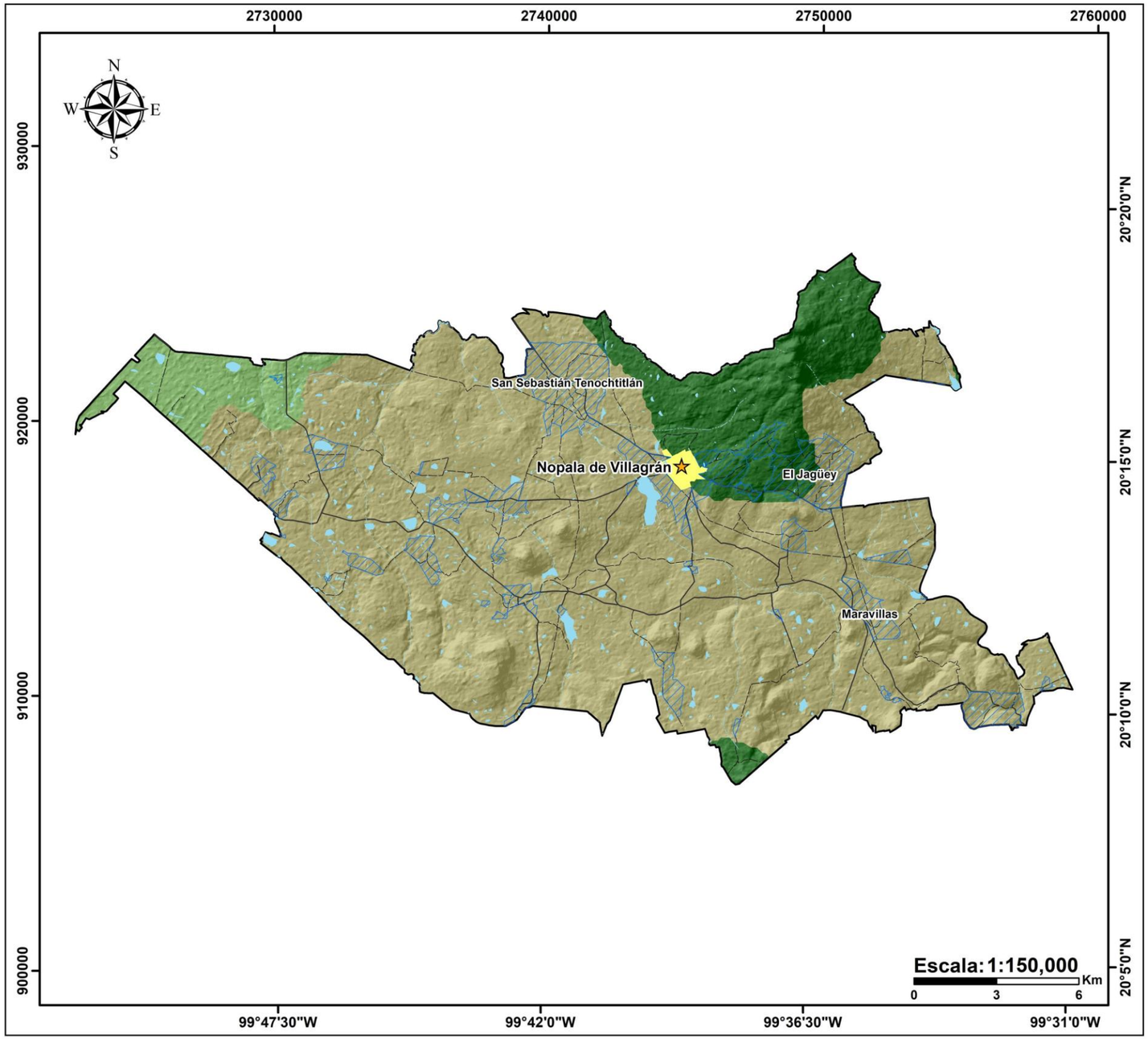
Asimismo, el municipio cuenta con sierras que abarcan aproximadamente un 12.64% de su territorio (INEGI,2010). Las sierras son formaciones geográficas caracterizadas por una cadena o conjunto de montañas que presentan picos y crestas agudas, configurando un perfil dentado o irregular. Generalmente, estas sierras constituyen un tipo de relieve montañoso que se extiende en dirección predominantemente lineal e incluye, en ocasiones, valles y llanuras intercaladas.

Dentro del ámbito de las sierras, se destacan las sierras con escudos volcánicos con calderas, las cuales se forman por el flujo de lava basáltica de baja viscosidad, que recorre largas distancias desde una chimenea central o una serie de chimeneas.

Por otro lado, se encuentran las sierras de volcanes escudo las cuales constituyen una cadena montañosa formada por la acumulación de volcanes en escudo. Los volcanes en escudo son anchos y de pendientes suaves, originados por erupciones de lava fluida. Estas sierras suelen presentar una forma alargada y baja, resultado de la actividad volcánica repetida a lo largo del tiempo.

La identificación precisa de la geomorfología del municipio, contribuye a una mejor comprensión del relieve y las condiciones naturales del territorio; también representa una herramienta indispensable para la planificación territorial estratégica, orientada tanto a la conservación ambiental como al aprovechamiento racional y sustentable de los recursos disponibles en la región.

Mapa de geomorfología



Simbología

Geomorfología
- Sierra
- Llanura
- Lomerío

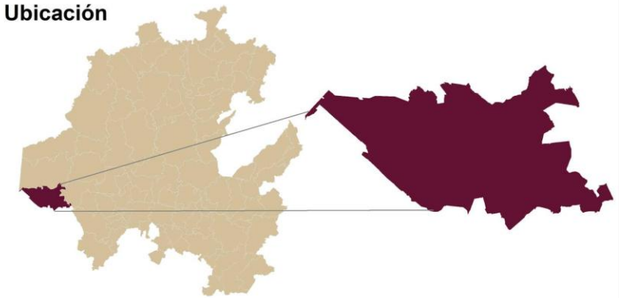
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

GM - Geomorfología

Tipos de erosión

Es un proceso geológico inherente al dinamismo natural del planeta. Sin embargo, aunque su dinámica suele ser lenta bajo condiciones ambientales normales, la intervención humana ha acelerado considerablemente su ritmo. Este fenómeno se manifiesta como una pérdida paulatina de la capa superficial del suelo, precisamente aquella más rica en nutrientes y materia orgánica, que se consideran elementos esenciales para la vegetación. Los principales factores que provocan esta degradación son de origen natural, como el agua y el viento, pero actividades antropogénicas como el sobrepastoreo, la tala indiscriminada, la agricultura intensiva sin técnicas de conservación, y el desarrollo urbano no planificado, intensifican los efectos erosivos y agravan el deterioro del suelo. En el municipio, el mapa de tipos de erosión identifica 11 variantes agrupadas según el agente causante y su forma de afectar el suelo. Este mapa es una herramienta esencial dentro del Atlas de Riesgos, ya que permite ubicar con precisión las áreas con mayor vulnerabilidad a procesos de degradación edáfica, facilitando la aplicación de medidas preventivas. Predomina en el municipio la erosión causada por el agua, conocida como erosión hídrica, la cual se genera por la acción directa de la lluvia o por escurrimientos superficiales, como ríos, arroyos y canales de riego. Este tipo de erosión se inicia con el golpe de las gotas de agua sobre la superficie del suelo; en ausencia de vegetación protectora, estas gotas desprenden partículas finas que luego son arrastradas por la escorrentía. La intensidad y el tipo de erosión hídrica que se presenta en un sitio específico dependen de variables como la pendiente del terreno, las características físicas del suelo y su uso actual.

Dentro de la categoría de erosión hídrica, se reconocen los siguientes subtipos:

- **Erosión laminar:** se trata de una pérdida homogénea y superficial del suelo, que ocurre en capas delgadas sobre grandes extensiones; con el tiempo provoca un empobrecimiento sustancial del perfil edáfico, afectando de manera negativa la fertilidad y la productividad agrícola.
- **Erosión en surcos:** esta variante se desarrolla cuando el agua corre concentrada por hendiduras poco profundas, ya sean naturales o generadas por el manejo inadecuado del suelo. Es frecuente en terrenos cultivados sin prácticas de manejo sostenible y suele anteceder a formas de erosión más intensas.
- **Erosión por cárcavas:** representa una etapa avanzada del proceso erosivo, en la cual los flujos de agua concentrados excavan zanjas profundas y bien definidas, llamadas cárcavas. Estas pueden alcanzar varios metros de profundidad y constituyen una amenaza significativa para caminos rurales, viviendas y otras infraestructuras, además de dificultar severamente el aprovechamiento agropecuario del terreno.

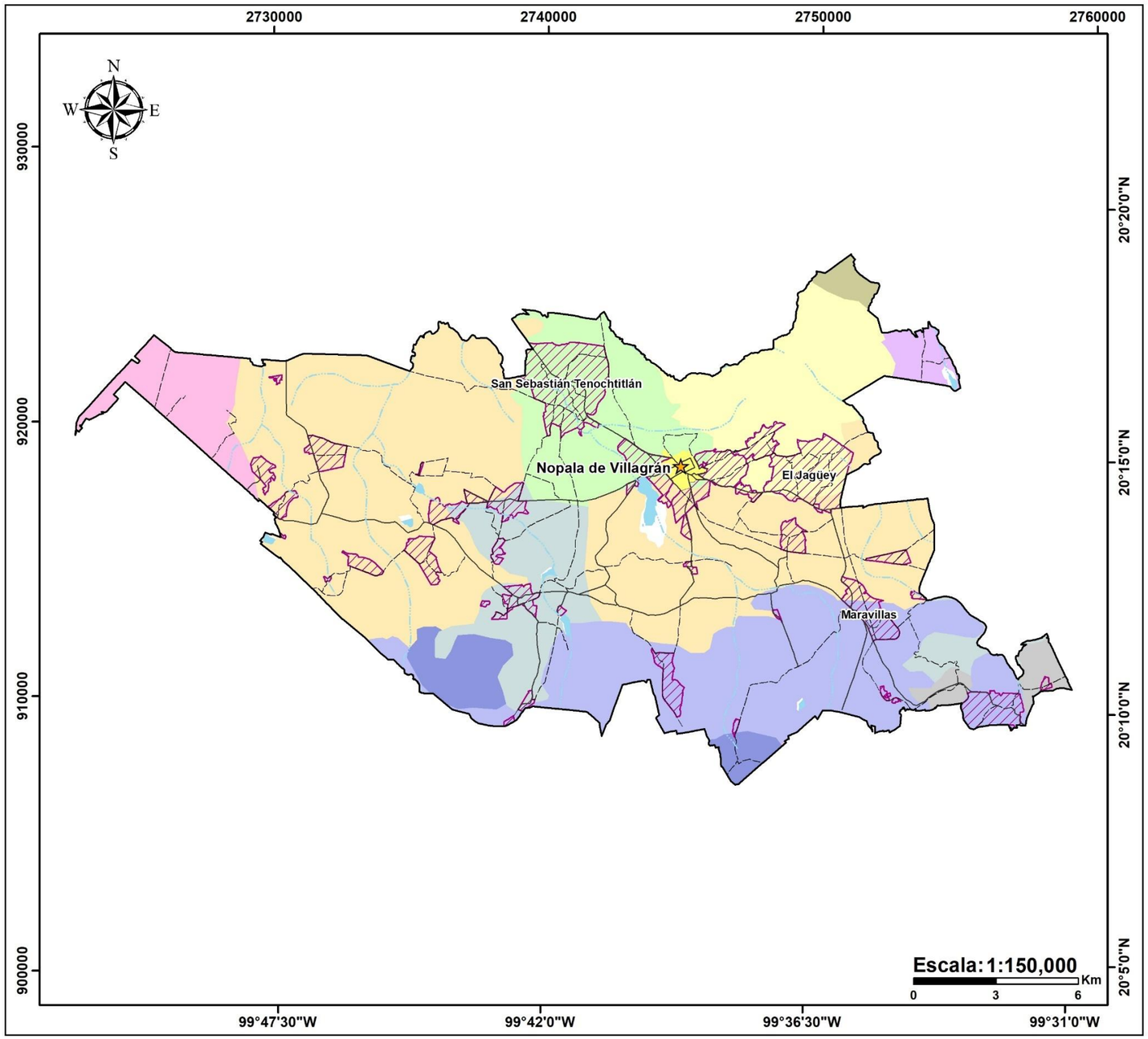
La cobertura vegetal juega un rol fundamental en la mitigación de la erosión hídrica. Las raíces de las plantas actúan como una estructura que refuerza y estabiliza el suelo, mientras que las copas amortiguan el impacto de la lluvia. Por ello, conservar y restaurar la vegetación natural es indispensable en áreas propensas a este tipo de degradación.

Por otro lado, en regiones con escasa vegetación, suelos sueltos y climas secos o semiáridos, se manifiesta la erosión eólica, generada por la acción del viento. Este agente moviliza las partículas más ligeras del suelo, como limos y arcillas, especialmente cuando el terreno carece de cohesión y humedad. En condiciones extremas, como tolvaneras o torbellinos, esta forma de erosión puede ser intensa, ocasionando pérdidas relevantes de suelo fértil y contribuyendo a la contaminación atmosférica por partículas suspendidas, lo que tiene implicaciones para la salud humana y animal.

En México, la severidad de la erosión se clasifica generalmente en cuatro niveles: leve, moderada, fuerte y muy fuerte (SEMARNAT 2014). Esta clasificación considera tanto la cantidad de suelo removido por unidad de superficie en un periodo determinado, como el impacto visual sobre el paisaje y el funcionamiento ecológico del sitio.

- **Erosión leve:** se presenta como una pérdida superficial de suelo, con escasa alteración visible del terreno.
- **Erosión moderada:** se observan señales como surcos incipientes, deterioro parcial de la capa fértil y una disminución en la productividad agrícola.
- **Erosión fuerte:** corresponde a una degradación más avanzada, caracterizada por cárcavas evidentes, exposición de horizontes edáficos profundos y reducción significativa de la aptitud del suelo.
- **Erosión muy fuerte:** implica una pérdida crítica del recurso suelo, donde el material superficial ha sido prácticamente eliminado, dejando expuesto el sustrato rocoso o el material parental, lo que limita seriamente la recuperación natural sin intervención técnica especializada.

Mapa de tipos de erosión



Simbología

Tipos de erosión

- Hídrica laminar leve
- Hídrica laminar y eólica
- Hídrica laminar leve y surcos leves
- Hídrica laminar moderada
- Hídrica laminar moderada y de cárcavas leve
- Hídrica laminar moderada de cárcavas moderada
- Hídrica laminar moderada y laminar de surcos leves
- Hídrica laminar moderada y de surcos moderados
- Hídica laminar moderada
- Hídrica de surcos leve
- Sin erosión evidente

Límites políticos

- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades

- Rural
- Urbana

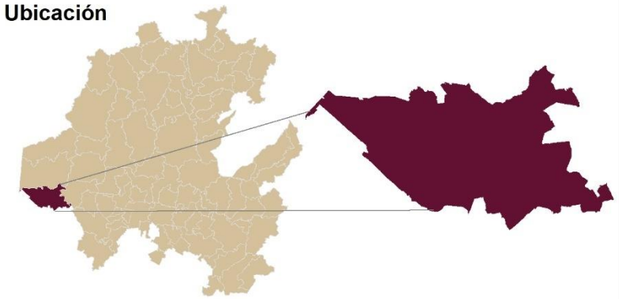
Vías de comunicación

- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos

- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

TdE - Tipos de erosión

Edafología

Según Brady y Weil (2017), la edafología analiza el suelo no solo como un material geológico, sino como un sistema dinámico que sostiene la vida terrestre, regula el ciclo del agua, almacena nutrientes y actúa como filtro natural. A diferencia de la geología o la agronomía, su enfoque es integral, ya que considera el suelo como un ecosistema en sí mismo, donde interactúan factores climáticos, biológicos y topográficos.

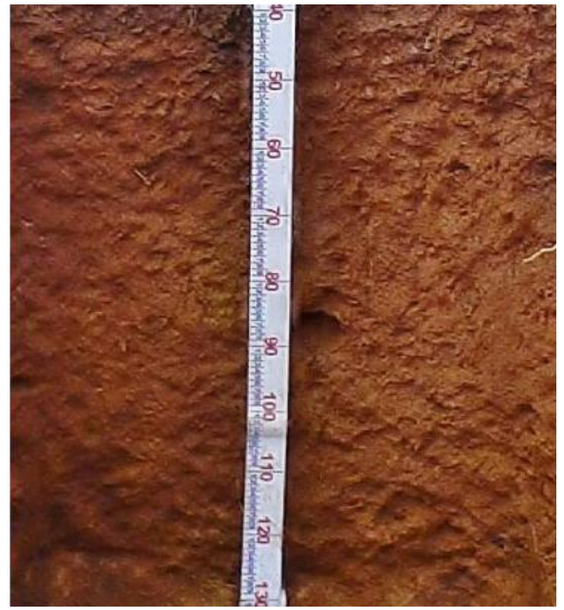
De acuerdo al conjunto nacional de información edafológica, escala 1:250 000, serie III del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2013), se identificaron distintos tipos de suelos estrechamente relacionados con las condiciones climáticas, topográficas y geológicas de la región, entre los que destacan cuatro principales:

- **Kastanozem:** suelo característico de regiones semiáridas, con un horizonte superficial oscuro y moderado contenido de materia orgánica. Tiene buen drenaje y es moderadamente fértil, por lo que puede ser apto para actividades agropecuarias si se maneja de forma adecuada. Su presencia en el municipio sugiere zonas con vegetación natural de tipo pastizal o matorral y usos actuales para cultivos extensivos.

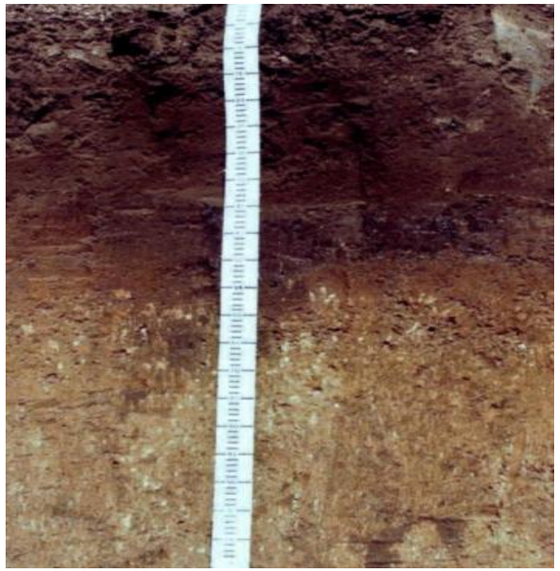
- **Luvisol:** suelo que presenta acumulación de arcillas en el subsuelo, derivadas del lavado de materiales finos desde horizontes superiores. Este tipo de suelo es común en climas templados y subhúmedos, y su fertilidad puede variar dependiendo de su textura, drenaje y profundidad. Dentro del municipio, su presencia puede estar asociada a terrenos ligeramente inclinados y zonas de transición entre planicies y lomeríos.

- **Phaeozem:** es uno de los suelos más fértiles identificados en el municipio. Se caracteriza por su horizonte superficial oscuro, alto contenido de materia orgánica y buena capacidad de retención de humedad (FAO, 2015). Estas propiedades lo hacen especialmente favorable para la agricultura de temporal y otras actividades productivas, siempre que se mantenga un adecuado manejo del suelo.

- **Vertisol:** suelo con alto contenido de arcillas expansivas, que provoca agrietamientos profundos en temporada seca y una alta plasticidad cuando se humedece. Aunque su fertilidad química puede ser buena, su uso agrícola está limitado por su difícil manejo físico, especialmente en época de lluvias, cuando el suelo se torna pegajoso e impermeable (FAO, 2015; INEGI, 2013).



Luvisol (INEGI, 2014)



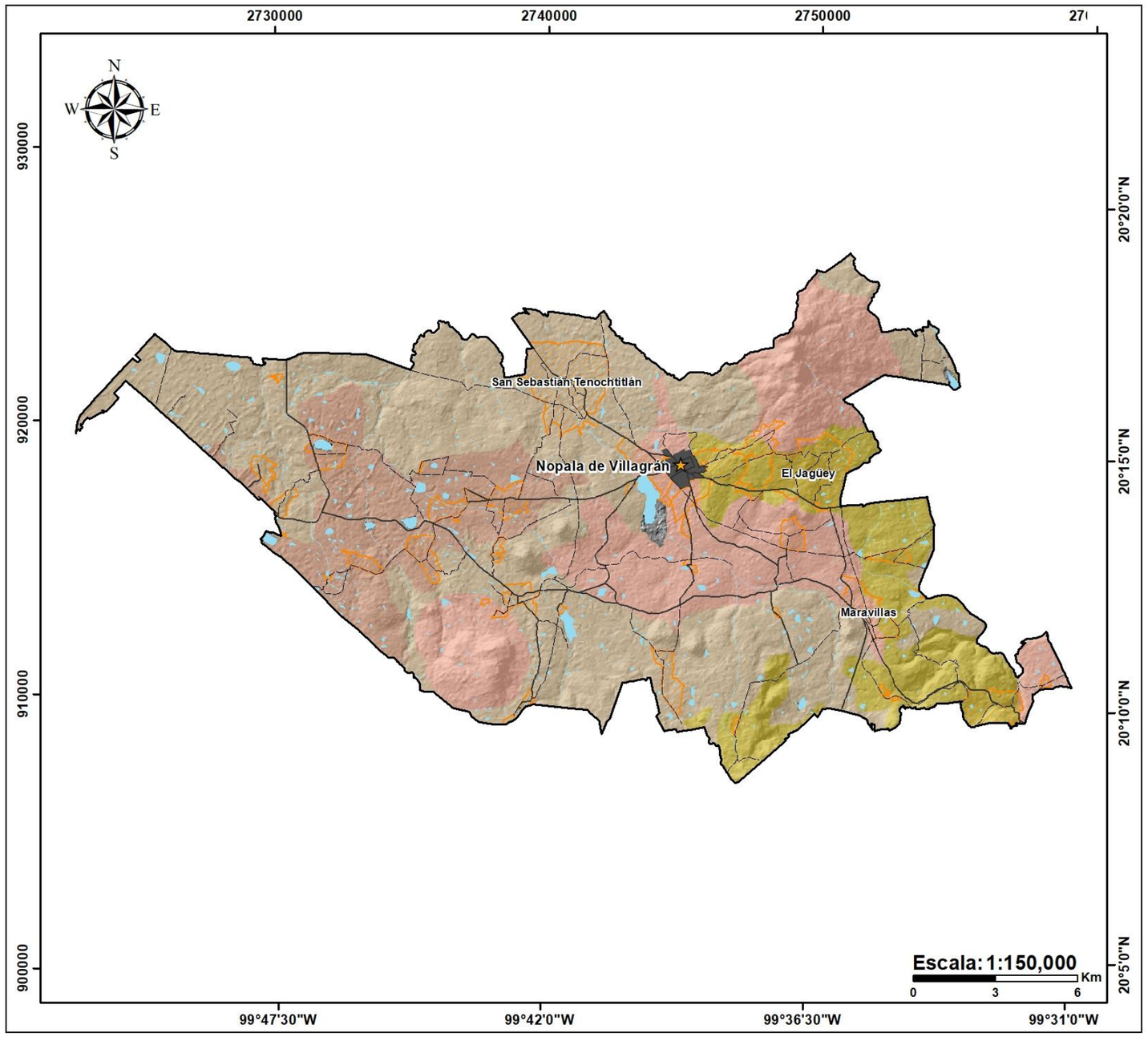
Kastanozem (INEGI, 2014).

Phaeozem (INEGI, 2014)

Vertisol (INEGI, 2014)

La distribución de estos tipos de suelos en el municipio influye directamente en los usos del territorio, la capacidad productiva del campo y las estrategias necesarias para el manejo del suelo, sobre todo en contextos de erosión, compactación o pérdida de fertilidad.

Mapa de edafología



Simbología

Tipo de suelo
- Kastanozem
- Luvisol
- Phaeozem
- Vertisol

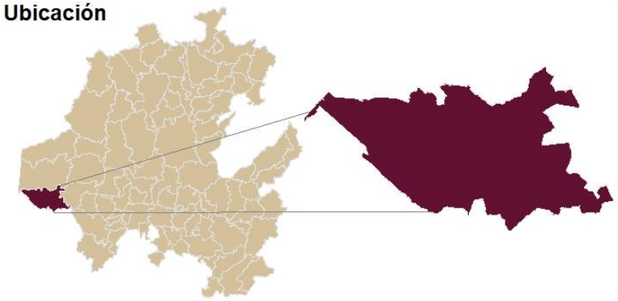
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

Eda-Edafología

Ecosistemas

Uso de suelo y vegetación

Se refiere al conjunto de actividades humanas y a los tipos de cobertura vegetal presentes en un territorio. El *uso de suelo* describe cómo se aprovecha un espacio determinado, por ejemplo, agricultura, ganadería, zonas urbanas, áreas industriales o conservación ecológica de acuerdo con la clasificación establecida (INEGI, 2010).

Según la carta de uso de suelo y vegetación, México cuenta con más de 12 ecosistemas principales y 58 tipos de vegetación, lo que permite analizar cómo ha cambiado el paisaje a lo largo del tiempo y cómo las actividades humanas influyen en el ambiente (INEGI, s. f.). La *vegetación* comprende los tipos de plantas que crecen de manera natural o inducida en un área, tales como bosques, matorrales, selvas, pastizales o cultivos; estos elementos son esenciales para la biodiversidad, la protección del suelo y la regulación del ciclo del agua (INEGI, 2017). Estos datos son fundamentales para la planeación territorial, la evaluación ambiental y la gestión sostenible de los recursos naturales, especialmente en proyectos relacionados con la recarga de acuíferos o la restauración ecológica (Peralta-Carreta, 2019). Dentro del municipio se identifican tres tipos principales de uso del suelo: agrícola, forestal y pecuario**,** cada uno con características y funciones específicas en el territorio.

- **El uso agrícola:** corresponde a las áreas destinadas al cultivo de productos básicos y de temporal, donde la actividad se orienta principalmente a la producción de alimentos y al aprovechamiento estacional de la tierra.

Imagen ilustrativa de la agricultura (Martín-Roldán, 2024)

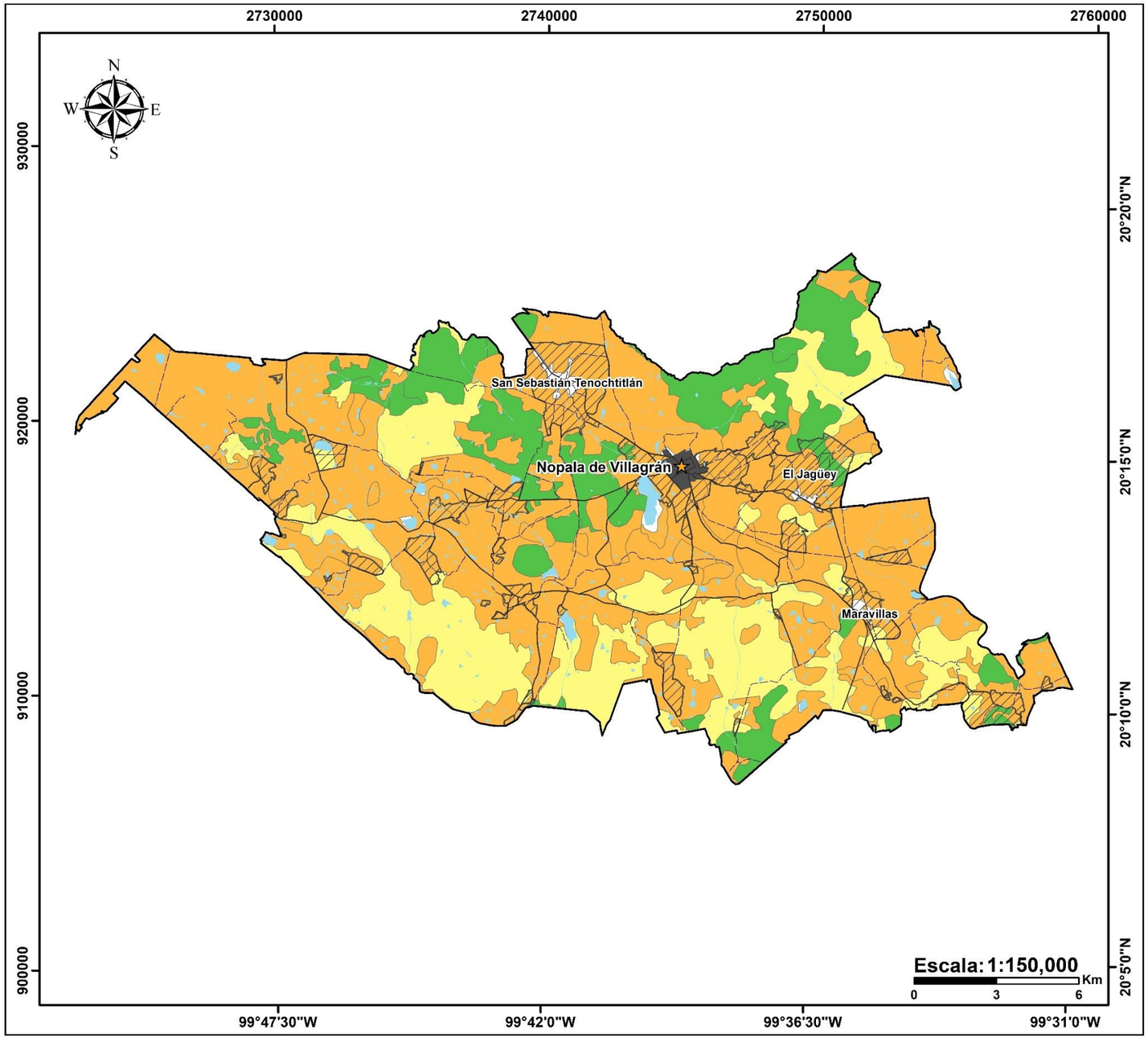
- **El uso forestal:** abarca las zonas cubiertas por vegetación arbórea y arbustiva, las cuales cumplen un papel fundamental en la conservación de la biodiversidad, la protección del suelo y la regulación del ciclo hidrológico.

Imagen ilustrativa de bosque de encino (Herrera-González ,2023)

- **El uso pecuario:** comprende los espacios destinados a la crianza y manejo de ganado, tanto mayor como menor, actividad que representa una fuente importante de ingresos y sustento para las comunidades locales.

Imagen ilustrativa de uso pecuario (López-Marín, 2022)

Mapa de uso de suelo y vegetación



Simbología

Uso de suelo y vegetación

- Agricultura de humedad
- Anual
- Agricultura de riego
- Anual
- Anual y semipermanente
- Agricultura de temporal
- Anual
- Anual y permanente
- Permanente
- Semipermanente y permanente
- Uso forestal
- Bosque de encino
- Matorral crasicaule
- Vegetación secundaria arbustiva
- Bosque de encino
- Matorral crasicaule
- Uso pecuario
- Pastizal inducido

Límites políticos

- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades

- Rural
- Urbana

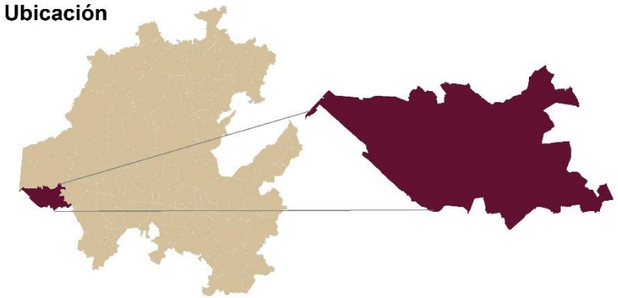
Vías de comunicación

- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos

- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Limite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

USyV - Uso de suelo y vegetación

Áreas naturales protegidas

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) son zonas del territorio mexicano destinadas a conservar ecosistemas, proteger la biodiversidad y mitigar el cambio climático. Son establecidas conforme al Artículo 44 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), y comprenden zonas donde los ambientes naturales no han sido significativamente alterados por el ser humano, o bien, aquellas que requieren ser preservadas o restauradas debido a la importancia de sus funciones ecológicas (CONANP, 2025).

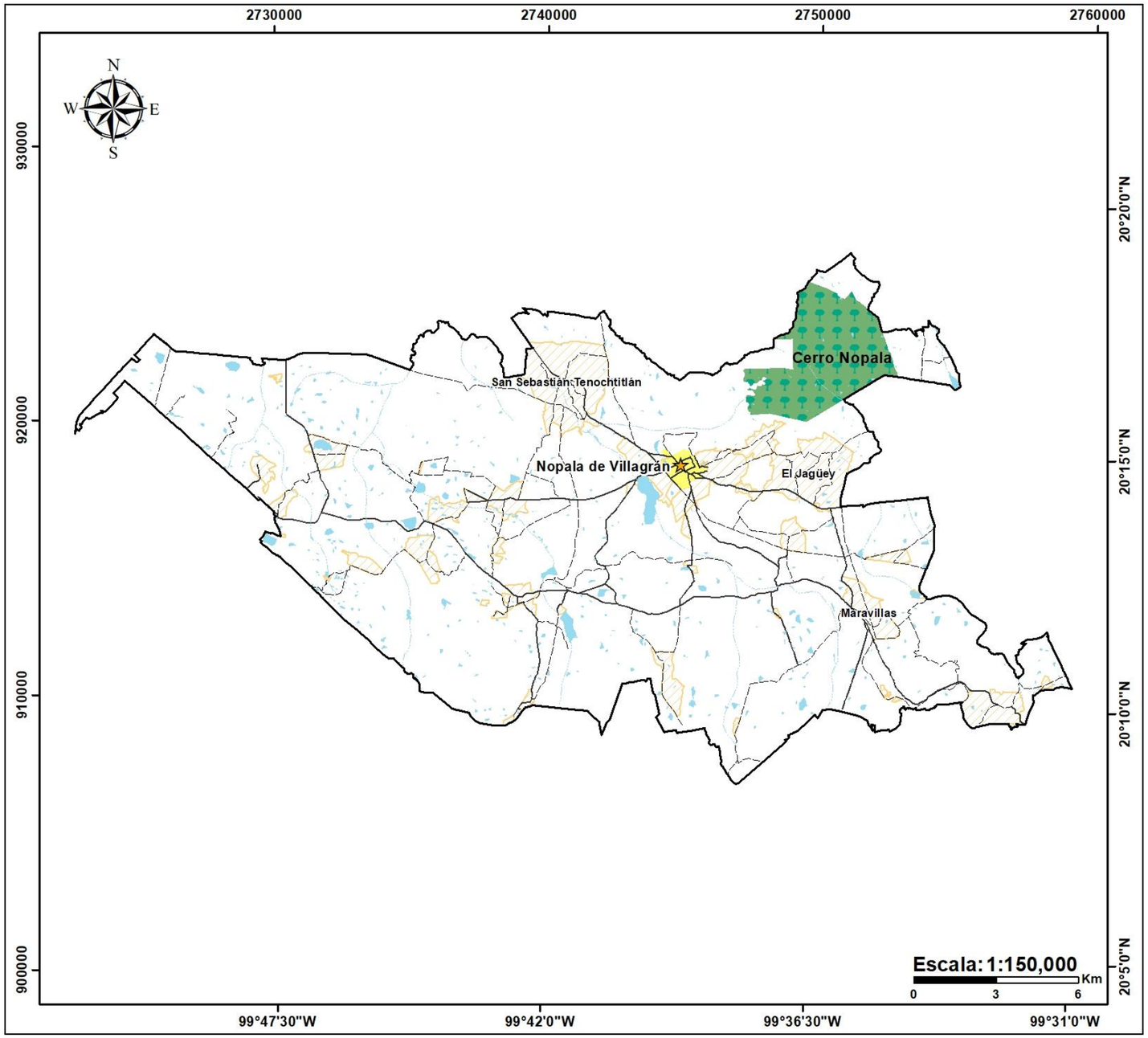
Sus objetivos incluyen preservar ambientes naturales, proteger especies en riesgo, fomentar la investigación científica y conservar sitios con valor cultural e hídrico. Se clasifican en categorías como Reservas de la Biosfera, Parques Nacionales y Santuarios, entre otras. Son fundamentales para el equilibrio ecológico y el desarrollo sustentable.

Las ANP se clasifican de acuerdo con el ámbito de gobierno responsable de su administración y gestión, pudiendo pertenecer al orden federal, estatal o municipal.

En el municipio existe una Zona de Preservación Ecológica de jurisdicción municipal, la cual, según la Ley para la Protección al Ambiente del Estado de Hidalgo (LPAEH), se define como: “Áreas constituidas por los municipios en zonas circunvecinas a los centros de población, en las que exista uno o más ecosistemas en buen estado de conservación, destinado a preservar los elementos naturales, necesarios para el funcionamiento de los ecosistemas y el bienestar general” (LPAEH, 2025).

Esta zona de preservación ecológica fue decretada en el año 2005 bajo el nombre de Área de Uso Común del Ejido Nopala, conocido como Cerro Nopala, y tiene una extensión aproximada de 1,747 a 1,754 hectáreas.

Mapa de áreas naturales protegidas



Simbología

Área natural protegida municipal

- Zona de preservacion ecológica

Límites políticos

- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades

- Rural
- Urbana

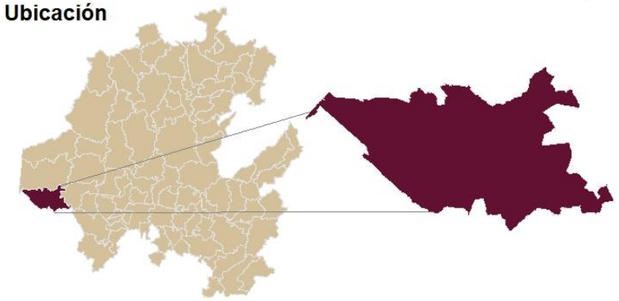
Vías de comunicación

- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos

- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

ANP - Áreas naturales protegidas

Bosques y selvas

Son ecosistemas terrestres fundamentales que albergan una extraordinaria biodiversidad y desempeñan funciones clave en la regulación climática y la protección del suelo y el agua. Se caracterizan por una densa cobertura vegetal, una rica variedad de flora y fauna, y una interacción compleja entre elementos bióticos y abióticos. Las selvas, ubicadas generalmente en zonas tropicales, son especialmente húmedas y densas, mientras que los bosques abarcan distintas regiones del planeta, desde los templados hasta los boreales. Más allá de su valor ecológico, estos ecosistemas tienen una función esencial en la gestión de riesgos, ya que actúan como una primera línea de defensa natural contra los peligros, al reducir la velocidad del agua, prevenir la erosión del suelo y amortiguar los impactos climáticos extremos como inundaciones, deslizamientos de tierra y sequías (FAO, 2020).

Su cobertura vegetal actúa como una esponja natural, absorbiendo el exceso de agua de las lluvias, estabilizando el suelo y reduciendo la erosión. Esto disminuye significativamente la probabilidad y el impacto de fenómenos perturbadores, especialmente en comunidades rurales y zonas urbanas cercanas a pendientes y ríos. Cabe mencionar que la deforestación y la degradación forestal aumentan la vulnerabilidad de los territorios a los fenómenos extremos. La pérdida de cobertura vegetal elimina esta barrera protectora, intensificando el impacto de lluvias intensas o períodos prolongados de sequía. Por ello, la conservación y restauración de bosques y selvas no solo es una prioridad ambiental, sino una necesidad para garantizar la seguridad y la resiliencia de las poblaciones humanas.

En el municipio se presentan principalmente dos zonas boscosas diferentes:

- **Bosque de encino:** dominado por árboles del género *Quercus*, es un ecosistema característico de regiones templadas y montañosas, especialmente en México. Estos bosques son importantes por su biodiversidad, ya que ofrecen alimento y hábitat a muchas especies, además de prevenir la erosión y conservar la humedad del suelo. Pueden coexistir con otros árboles como pinos, formando bosques mixtos (CONABIO, 2006).

- **Matorral crasicaule:** se localiza principalmente en las zonas semiáridas del centro y norte de México, marcando la transición entre las regiones tropicales y templadas del desierto Chihuahuense. Se desarrolla en suelos someros de laderas volcánicas y, en menor medida, en suelos aluviales. Presenta un clima con precipitación anual entre 300 y 600 mm y temperaturas promedio de 16 a 22 °C. En su composición destacan cactáceas y arbustos micrófilos. En estados como Zacatecas, Durango, Aguascalientes, Jalisco, Guanajuato y San Luis Potosí, este tipo de vegetación forma extensas “nopaleras”, dominadas por Opuntia streptacantha (nopal cardón) y Opuntia leucotricha (INEGI, 2021).

- **Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino:** este tipo de vegetación surge tras disturbios como incendios o tala, y está compuesta por especies arbustivas que se adaptan y regeneran rápidamente en áreas perturbadas. Esta vegetación protege el suelo, conserva biodiversidad y puede facilitar la recuperación del bosque original, variando según el tiempo desde el disturbio y el grado de afectación (CONABIO, 2006).

- **Vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule:** El matorral crasicaule es una comunidad vegetal arbustiva típica de zonas áridas y semiáridas, dominada por especies con tallos crasicaules. La vegetación secundaria de matorral crasicaule se caracteriza por presentar perturbaciones de incendios, tala, cambio de uso de suelo y ha empezado regenerarse, pero no se encuentra en etapa intermedia hacia una formación consolidada (INEGI, 2001).

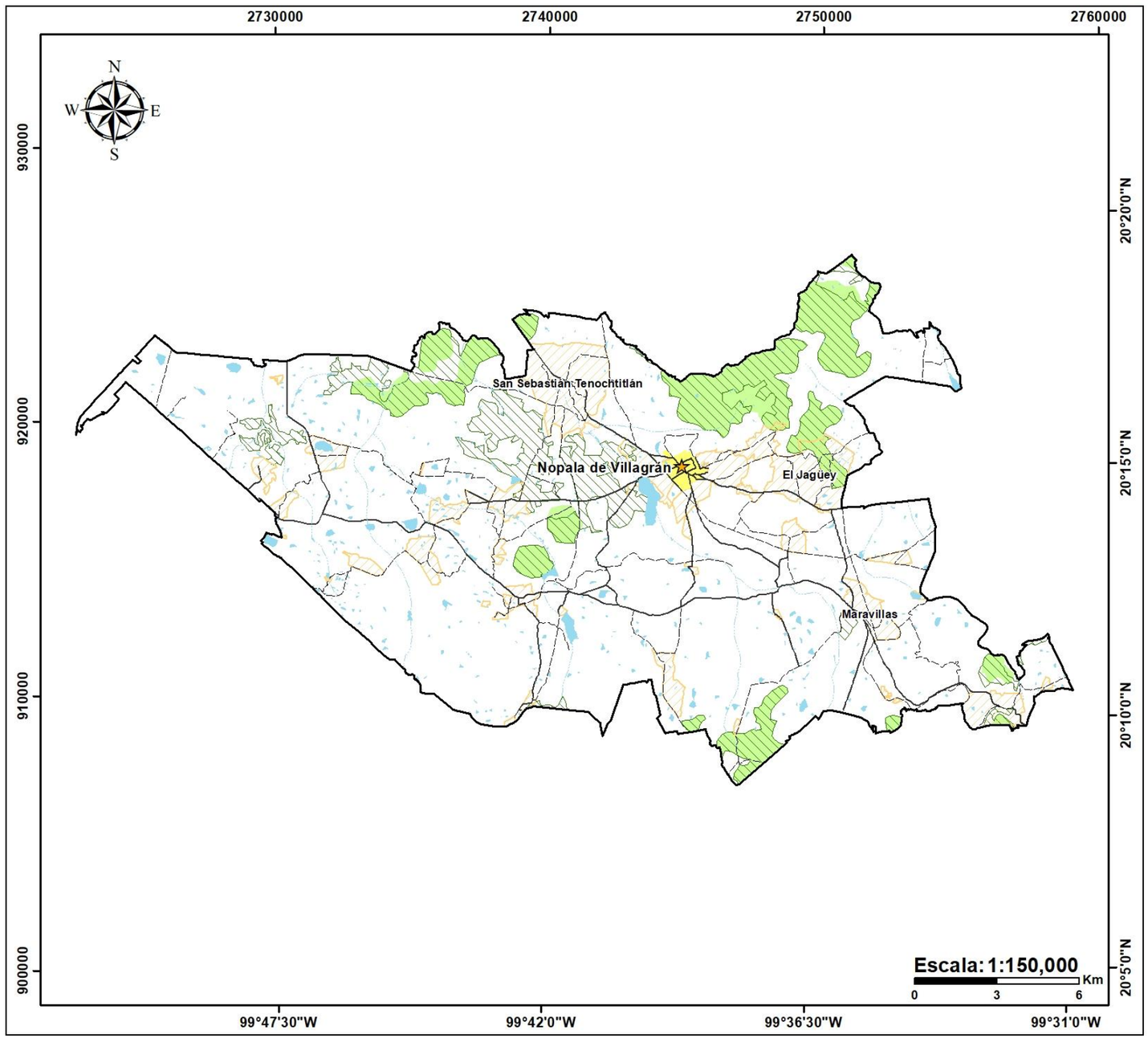
Durante el periodo de 20 años comprendido entre 2001 y 2021, se observa un ligero cambio en la cobertura vegetal, lo que refleja una relativa estabilidad en su distribución, como se presenta en la siguiente tabla:

Vegetación	Área en 2001	Área en 2021
Bosque de encino	797.9137 ha	768.6863 ha
Matorral crasicaule	501.8356 ha	611.9350 ha
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	2013.2651 ha	2013.2695 ha
Vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule	75.9856 ha	75.98559 ha
Total	**3389 ha**	**4894.1 ha**

Fuente elaboración propia a partir de datos vectoriales de INEGI 2021. Uso del suelo y vegetación, escala 1:250000 serie vii (continuo nacional), (INEGI 2001) Uso de suelo y vegetación, escala :250000 serie ii.

De acuerdo a lo anterior, se observa en el mapa un incremento en la vegetación en el año 2021.

Mapa de bosques y selvas



Simbología

Bosques y selvas
- 2021
- 2001

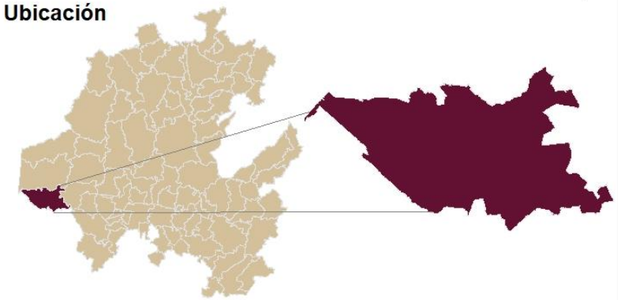
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

ByS- Bosques y selvas

Geología

De acuerdo con el SGM (2020), la geología es la ciencia de la tierra que tiene por objeto entender la formación, disposición y cambio del planeta, desde los tiempos más antiguos hasta la actualidad mediante el análisis de su composición.

Se considera una ciencia histórica ya que parte de la premisa de que el relieve actual de la Tierra es el resultado de una larga y variada evolución, por ello analiza este desarrollo espacial y temporal para señalar los factores y fuerzas que actuaron en el proceso, que le han dado la forma que actualmente conocemos, tanto en el exterior como en el interior de nuestro planeta.

Afloramientos de sedimentos finos que ilustran procesos de acumulación en antiguas cuencas lacustres (Montes, J. M, 2024).

La clave para conocer las condiciones y acontecimientos de siglos es por medio de análisis de las rocas de la corteza terrestre, los restos petrificados y los rastros de los organismos (fósiles).

La geología permite comprender los fenómenos que moldean el paisaje y afectan directamente a las actividades humanas, su aplicación resulta esencial en la gestión del riesgo de desastres, ya que proporciona información sobre la estabilidad del terreno, la presencia de fallas geológicas, la susceptibilidad a deslizamientos y la actividad volcánica o sísmica.

El presente apartado comprende la descripción detallada de las unidades litológicas y los elementos estructurales que conforman la zona de estudio. Esta información es fundamental para la caracterización geológica del área, permitiendo interpretar su evolución tectónica, sus condiciones geomecánicas y el potencial de aprovechamiento de los recursos minerales.

Las unidades litológicas se definen como los cuerpos de roca que presentan características petrográficas, composicionales y cronológicas distintivas. Su identificación y cartografía permiten establecer la secuencia estratigráfica local, los contactos entre formaciones y las relaciones de superposición o intrusión existentes.

Los elementos estructurales incluyen las deformaciones primarias y secundarias que afectan a las unidades rocosas, tales como fallas, pliegues, fracturas y diaclasas. El análisis estructural proporciona información sobre los regímenes de esfuerzo que han actuado en la región, así como sobre la orientación, magnitud y distribución de las discontinuidades que condicionan la estabilidad del terreno.

Unidades litológicas

De acuerdo a la información que proporciona el Servicio Geológico Mexicano del 2020, la geología que caracteriza al municipio, corresponde a la era Cenozoica, específicamente a los periodos del Neógeno, Neógeno-Cuaternario y Cuaternario.

La zona se caracteriza por la presencia de rocas ígneas extrusivas cómo toba riolítica-toba dacítica, basalto, riolita-toba riolítica. Además de unidades litológicas sedimentarias como, conglomerado poligénico-arenisca y aluvial. Las rocas ígneas extrusivas se forman a partir del enfriamiento rápido del magma en la superficie terrestre, lo que genera texturas finas o vítreas debido a la cristalización limitada (Press & Siever, 2014).

En el municipio se identifican principalmente cinco unidades litológicas:

- **Toba riolítica – Toba dacítica:** son rocas piroclásticas originadas por la consolidación de materiales volcánicos expulsados durante erupciones explosivas. Están compuestas principalmente por fragmentos de vidrio volcánico, cristales y litoclastos. Su color varía del blanco al rosado o gris claro, dependiendo de la proporción de sílice. La toba riolítica es más rica en sílice que la toba dacítica, lo que le confiere una textura más ligera y porosa (Best, 2017). Este proceso es parte de la formación Don Guinyo, donde la composición química varía entre riolítica y dacítica, lo que indica magmas bastante ácidos.

- **Riolita – Toba riolítica:** la riolita es una roca volcánica félsica de grano fino, rica en sílice y minerales como cuarzo, feldespato potásico y biotita. Su origen está asociado a erupciones

altamente viscosas y explosivas. La toba riolítica, su equivalente piroclástico, se genera cuando fragmentos de material riolítico son expulsados y posteriormente consolidados, mostrando texturas vesiculares o soldadas (Best, 2017). Estas unidades litológicas son parte de la formación Riolita Navajas, por su relación tectónica regional.

- **Basalto:** es una roca volcánica máfica de color negro o gris oscuro, formada por el enfriamiento rápido de lavas fluidas. Está compuesta principalmente por piroxeno, plagioclasa cálcica y, en ocasiones, olivino. Es una de las rocas más abundantes en la corteza oceánica y en provincias volcánicas continentales (Winter, 2010). Las rocas sedimentarias se originan por la acumulación, compactación y cementación de fragmentos minerales, restos orgánicos o precipitados químicos. Representan ambientes antiguos de deposición como ríos, mares o lagos (Boggs, 2012).

- **Conglomerado poligénico – Arenisca:** el conglomerado poligénico está constituido por clastos redondeados de diferentes tipos de rocas, lo que refleja transporte fluvial de alta energía. La arenisca, por su parte, se compone de granos de cuarzo, feldespato y fragmentos líticos de tamaño arenoso, cementados por sílice, calcita o arcilla. Representa ambientes de playa, delta o desierto (Tarbuck, Lutgens & Tasa, 2016). Este conjunto de unidades litológicas es parte de la formación Atotonilco El Grande, esta formación fue descrita originalmente por Segerstrom (1961), quien identificó depósitos clásticos gruesos relacionados con ambientes lacustres, intercalados con rocas volcánicas.

- **Depósitos aluviales:** están formados por materiales no consolidados (gravas, arenas, limos y arcillas) transportados y depositados por corrientes fluviales. Indican ambientes recientes de acumulación, generalmente en planicies de inundación o terrazas (Boggs, 2012).

La distribución y tipo de litologías presentes en el municipio tienen efectos directos en el uso del suelo, la disponibilidad de recursos minerales, el escurrimiento superficial, la erosión y el comportamiento geotécnico del terreno. El conocimiento de estos materiales es fundamental para la planeación del territorio, así como para el aprovechamiento sostenible de sus recursos geológicos (SGM, 2007).

Elementos estructurales

En el municipio se identifican 3 fracturas locales, presentes en basaltos, es un rasgo común dentro de rocas ígneas extrusivas, cuya formación está directamente relacionada con su origen volcánico y con procesos tectónicos posteriores.

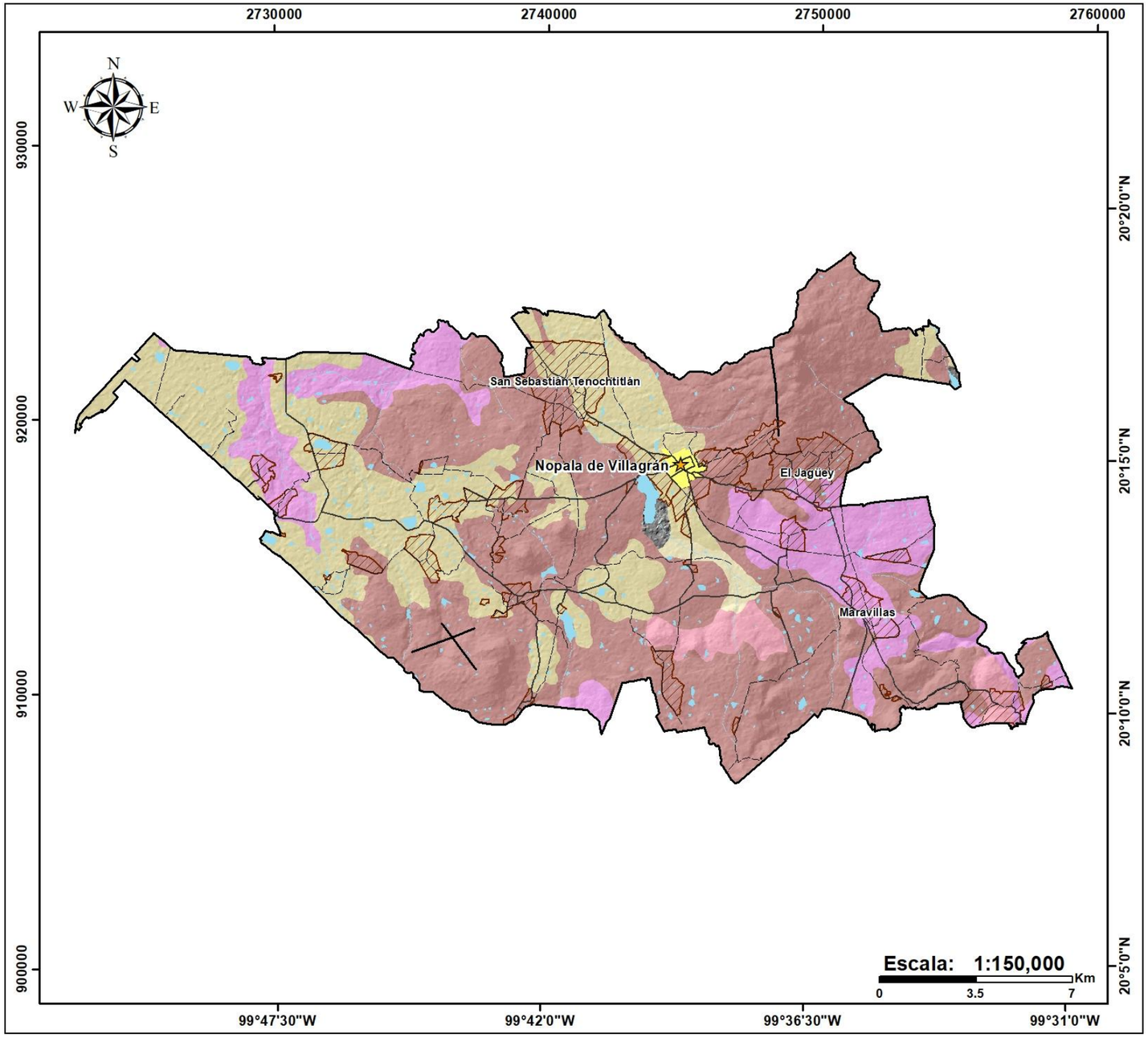
El basalto, como roca máfica de enfriamiento rápido en la superficie, se caracteriza por desarrollar sistemas de fracturas y juntas de enfriamiento debido a la contracción térmica que experimenta el magma al solidificarse (Best, 2017).

Las fracturas en cuerpos basálticos se asocian también a la actividad tectónica que ha afectado al sector occidental del estado de Hidalgo, relacionado con la FVTM. Las tensiones regionales generan la apertura de grietas o reactivación de discontinuidades preexistentes, favoreciendo la fracturación secundaria dentro de las unidades basálticas (Ferrari et al., 2012). Este tipo de deformación contribuye a la creación de permeabilidad secundaria, lo que puede influir en el flujo subterráneo y en la capacidad de almacenamiento en medios fracturados.

Este suceso tiene relevancia hidrogeológica, ya que este tipo de roca, por su naturaleza generalmente poco porosa, depende casi en su totalidad de las discontinuidades estructurales para permitir la infiltración y circulación del agua subterránea (Freeze & Cherry, 1979). En el municipio, estas fracturas podrían estar asociadas a zonas de recarga de acuíferos locales o a la conducción preferencial de flujos subsuperficiales, especialmente en sectores donde la cobertura sedimentaria es mínima.

Asimismo, la identificación de fracturas permite inferir episodios de deformación asociados a esfuerzos tectónicos recientes o pasados, lo cual resulta importante para la evaluación geológica regional, la gestión del riesgo geotécnico y la interpretación de la evolución estructural del territorio. Por ello, su presencia en basaltos constituye un indicador tanto del origen volcánico como del comportamiento mecánico y tectónico de las unidades que conforman el subsuelo.

Mapa de geología



Simbología

Litología
- Aluvial
- Basalto
- Conglomerado poligénico-Arenisca
- Riolita-Toba riolítica
- Toba riolítica-Toba dacítica

Elementos estructurales
- Fractura local

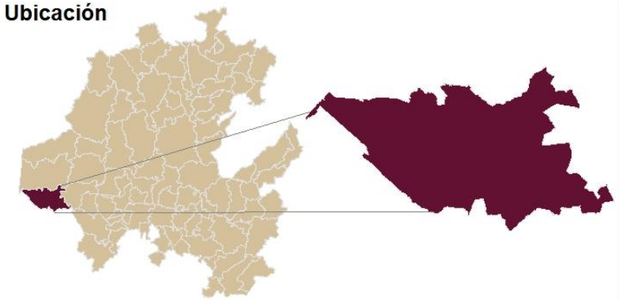
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

Geo - Geología

Estructuras geológicas

Vulcanismo

El vulcanismo es un proceso geológico endógeno que ocurre en el interior de la Tierra, donde se forma magma que asciende a la superficie en forma de lava, cenizas y gases. Este material emerge a través de conductos como fracturas, fisuras o volcanes, impulsado por diversos procesos físicos y químicos. Este fenómeno se presenta principalmente en zonas de subducción, donde una placa tectónica se hunde bajo otra.

Desempeña un papel fundamental en la formación de nuevas rocas y estructuras volcánicas, dependiendo de las características del magma involucrado.

En este contexto, la zona volcánica de México comprende la FVTM, un arco volcánico que se forma en el borde suroeste de la Placa de Norteamérica como consecuencia de la subducción de las placas Rivera y Cocos a lo largo de la trinchera de Acapulco (Ferrari, 2000).

Estructuras volcánicas

Son formaciones geológicas originadas por la acumulación de material volcánico expulsado durante las erupciones y se forman como resultado de complejos procesos magmáticos, influenciados por la actividad de subducción y las variaciones tectónicas regionales.

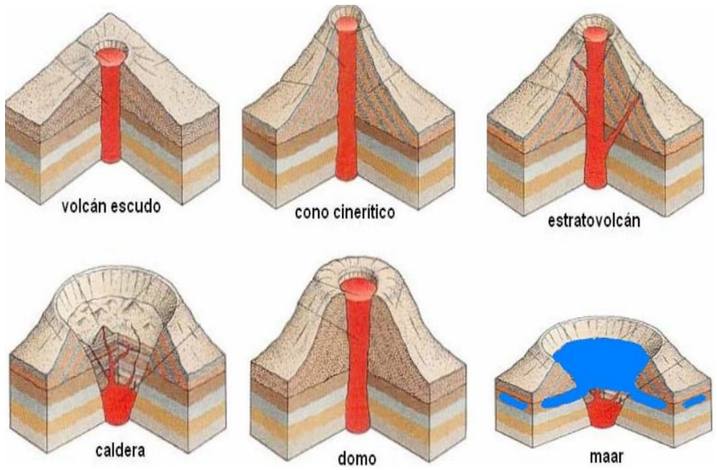
Estas estructuras pueden presentar una amplia diversidad en tamaño y apariencia, cada una posee una historia eruptiva particular. Sus formas están determinadas, en gran medida, por la composición del magma que lo origina, lo que influye tanto en su estructura como en su dinámica eruptiva.

Importancia de estudio

El estudio e identificación del vulcanismo es esencial para prevenir desastres y proteger a la población, puesto que permite reconocer zonas peligrosas, planificar el uso del suelo de manera segura, educar a las comunidades sobre los riesgos volcánicos, así como fortalecer los sistemas de vigilancia y los mecanismos de respuesta ante posibles erupciones. Además, facilita la toma de decisiones en emergencias y en procesos de reconstrucción.

Estructuras volcánicas cercanas

El municipio se localiza dentro de la provincia fisiográfica de la FVTM; por esta razón, en un radio de 100 km a partir de su límite municipal se han identificado un total de 371 estructuras geológicas, las cuales se clasifican en cinco tipos distintos de estructuras volcánicas:



Tipos de estructuras volcánicas (CENAPRED, 2021).

Tipo de estructura	Total (en un radio de 100 km)
Caldera	6
Cono de ceniza	50
Domo de lava	295
Estratovolcán	15
Volcán en escudo	5
Total	**371**

Estructuras cercanas al municipio

- **Caldera:** las calderas son grandes depresiones circulares que se forman por el colapso del terreno tras erupciones volcánicas. Pueden originarse por el hundimiento de volcanes compuestos o en escudo, o por la expulsión masiva de material volcánico a través de fracturas.

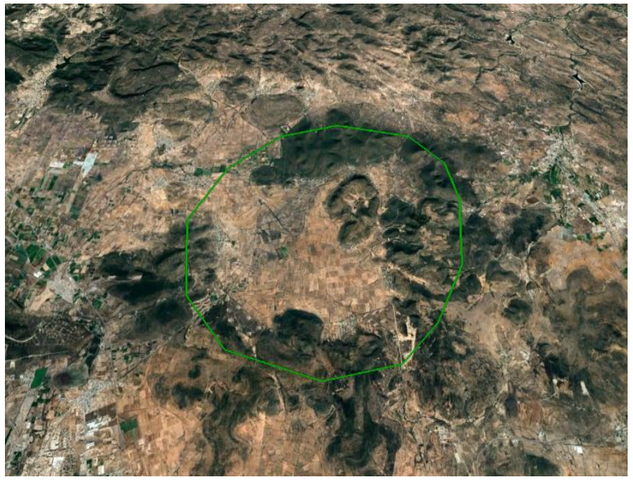


Imagen satelital de la caldera Amazcala, Qro. (Google, s.f)

- **Cono de ceniza:** son volcanes de pequeñas dimensiones debido a que el volumen de magma expulsado durante la erupción es reducido. Su estructura resulta demasiado inestable como para permitir la formación de grandes edificios volcánicos. Estos pequeños volcanes están formados principalmente por fragmentos de lava expulsados durante las erupciones, compuestos en su mayoría por lapilli.

Ejemplo de Cono, volcán Paricutín Michoacán. (UNAM, 2023).

- **Domo de lava:** los domos de lava son estructuras volcánicas formadas por lava viscosa y rica en sílice que se acumula cerca del centro emisor. Suelen ubicarse en la cima de volcanes, presentan formas irregulares y pendientes inestables que pueden generar flujos de bloques y cenizas. A menudo van acompañados de actividad explosiva y pueden alcanzar hasta 500 metros de altura.

Domo en el volcán Nevado de Toluca, México (ECOTURA, s.f.).

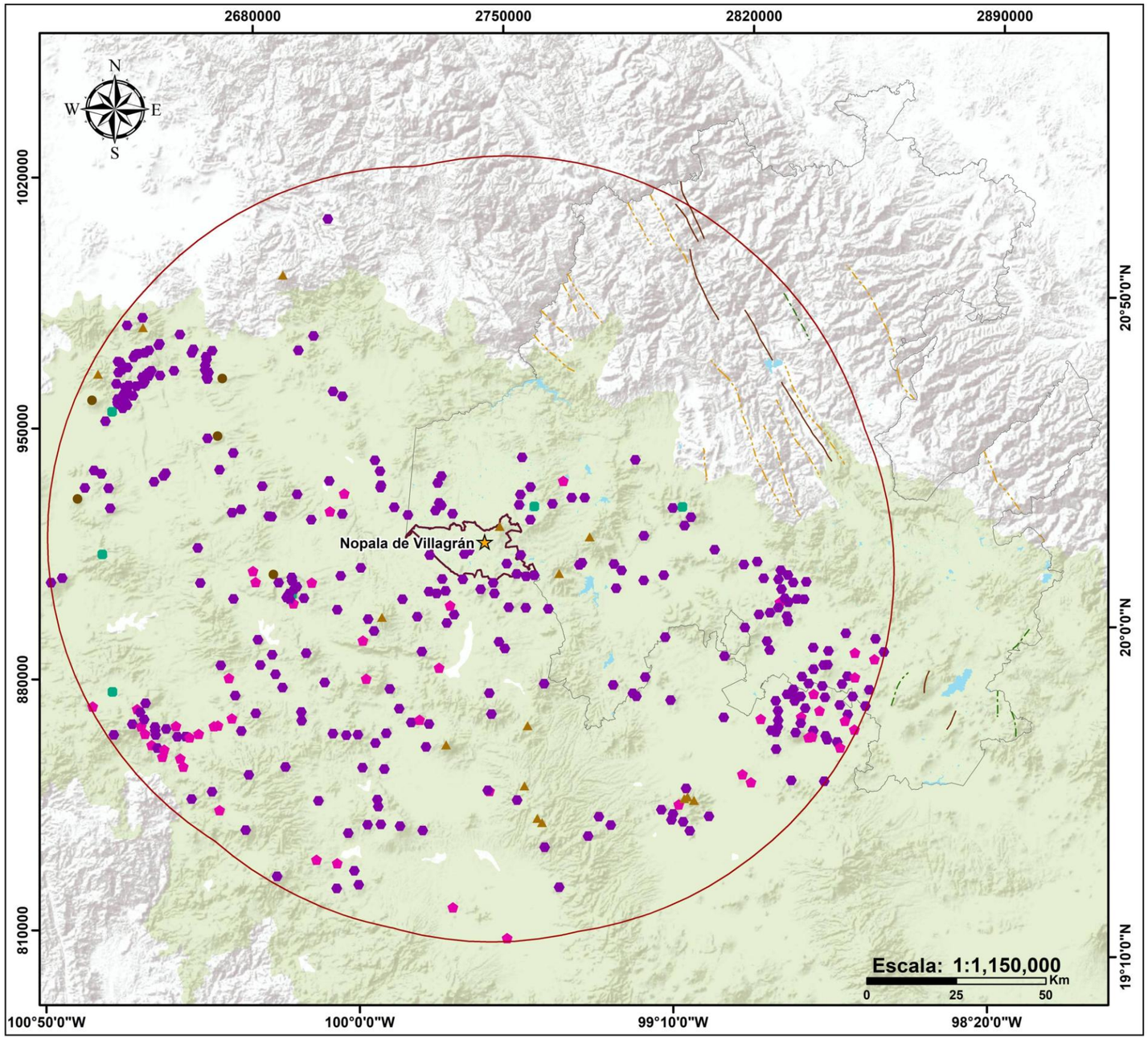
- **Estratovolcán:** volcanes de gran tamaño formados por capas alternadas de lava y materiales piroclásticos. Presentan pendientes pronunciadas y un perfil cónico. Se asocian a magmas ricos en sílice y combinan erupciones efusivas y explosivas, predominando el material piroclástico. Pueden desarrollar conos secundarios en los flancos y domos o calderas en la cima.

Popocatépetl, Estratovolcán Activo, Puebla, Mex. (CENAPRED, 2022).

- **Volcán en escudo:** los volcanes en escudo son estructuras amplias con pendientes suaves, formadas por erupciones efusivas de lava basáltica fluida. Su nombre proviene de su forma similar a un escudo. Debido a su baja explosividad y gran acumulación de lava, son los volcanes más grandes del mundo.

Volcán Ceboruco Nayarit, México, un ejemplo representativo de Volcán en Escudo, (Smithsonian Intitution,1980).

Mapa de estructuras volcánicas cercanas



Simbología

Tipo de estructura volcánica

- Caldera
- Cono de ceniza
- Domo de lava
- Estratovolcán
- Volcán en escudo

Estructuras geológicas

- Eje estrucutural
- Falla
- Fractura

Provincia fisiográfica

- Faja Volcánica Transmexicana

Distancia municipal

- 100 km

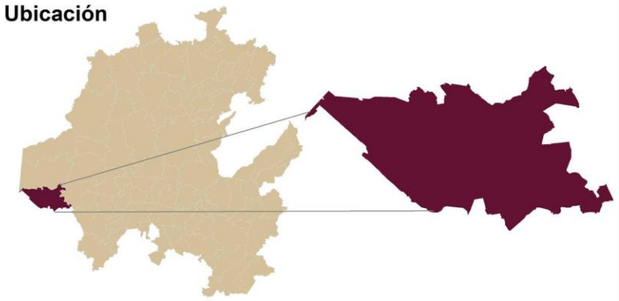
Límites políticos

- Cabecera municipal
- Límite municipal
- Límite estatal

Rasgos hidrográficos

- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

EVC - Estructuras volcánicas cercanas

Hidrografía

Es la disciplina que se encarga del estudio de los cuerpos de agua presentes en la Tierra, tales como ríos, lagos y océanos, así como de su distribución, características y del ciclo hidrológico.

La información hidrográfica contenida en un Atlas de Riesgos, representa un componente fundamental para la adecuada gestión de riesgos. El conocimiento detallado sobre el comportamiento de los cuerpos de agua como el caudal de los ríos, la ubicación de cuencas y zonas susceptibles a inundaciones permite identificar áreas de alta vulnerabilidad y establecer medidas preventivas que contribuyan a reducir el impacto de eventos hidrometeorológicos extremos. También, esta información es importante para la toma de decisiones en zonas vulnerables con infraestructuras, tales como carreteras, puentes, represas y sistemas de drenaje, garantizando su funcionalidad y seguridad frente a posibles contingencias; y facilita la formulación de políticas públicas orientadas a la mitigación del riesgo. Además, la incorporación de datos hidrográficos en los instrumentos de gestión territorial permite anticipar escenarios de emergencia provocados por lluvias intensas, desbordamientos o alteraciones en el régimen hídrico, fortaleciendo así la capacidad de respuesta y resiliencia de las comunidades afectadas.

Según datos obtenidos de INEGI, el municipio forma parte de la región hidrológica del Pánuco ubicada en el estado de Hidalgo (en el diario oficial se identifica como subregión hidrológica Río Pánuco, perteneciente a la región hidrológica número 26 Pánuco), siendo una de las principales regiones hidrológicas del país por su importancia ecológica y económica.

En cuanto a sus corrientes de agua, presenta una hidrografía conformada en su mayoría por corrientes intermitentes (arroyos), es decir, corrientes de agua natural, más pequeño que un río, que fluye por la superficie de la tierra. Puede formarse por el agua de la lluvia, el deshielo de las montañas o por manantiales subterráneos. Suelen recorrer campos, montañas, bosques o valles, y su caudal (la cantidad de agua que llevan) puede cambiar según la época del año. Algunos arroyos tienen agua todo el tiempo, mientras que otros solo aparecen cuando llueve mucho.

En el municipio, las corrientes intermitentes más destacadas son:

- **Agua Sanche.**
- **Batha.**
- **Calabacillas.**
- **Casas Viejas.**
- **El Charcon.**
- **El Fraile.**
- **El Jardín.**
- **Hondo.**
- **La Mesa.**
- **Tequexido.**

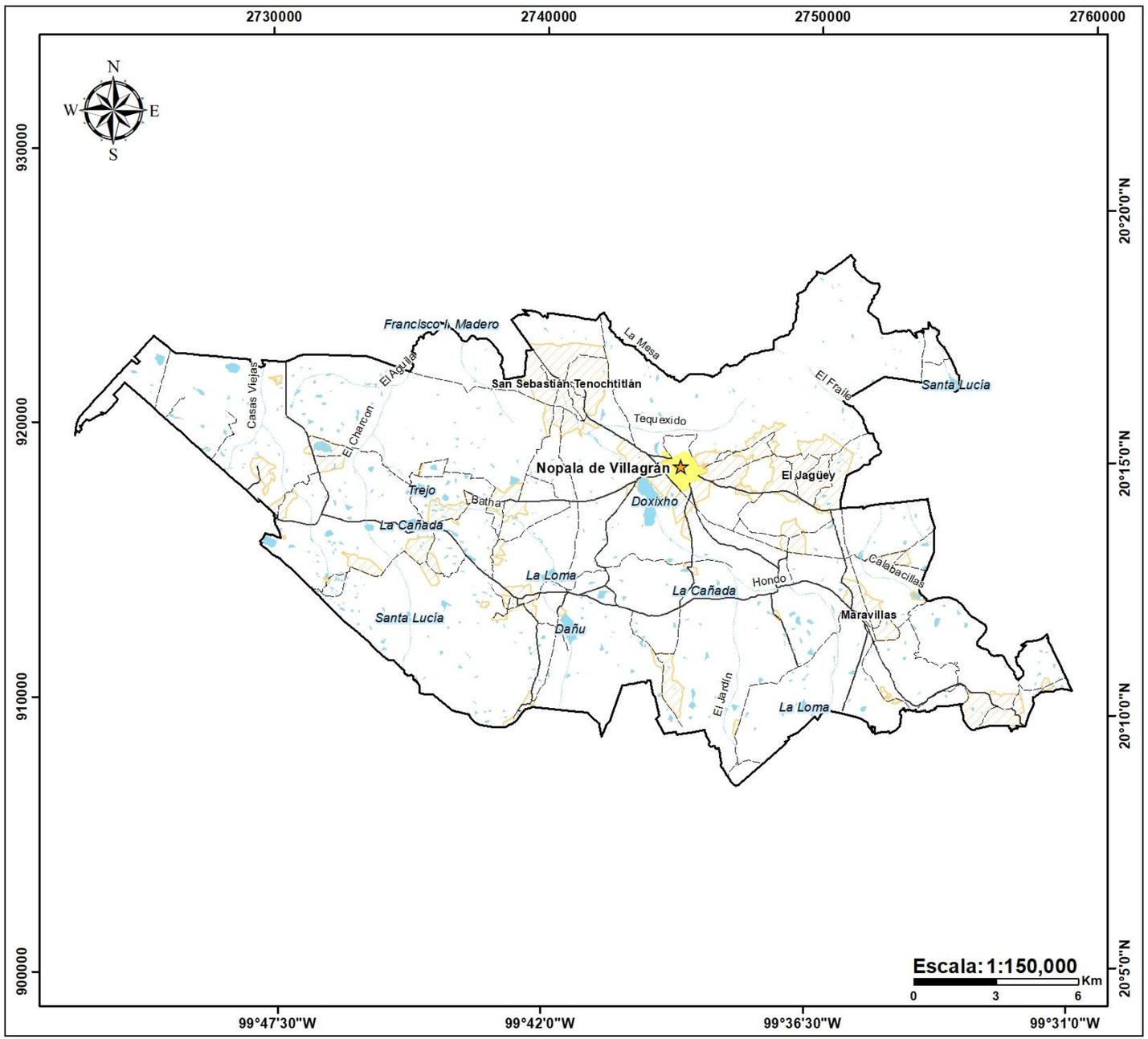
Por otro lado, también se localizan cuerpos de agua, los cuales se caracterizan por la acumulación de agua que permanece en una zona específica durante todo el año. Cubren solamente el 0.84% de la superficie del municipio (INEGI, 2010).

Entre los cuerpos de agua perennes más relevantes se encuentran las presas:

- **Dañú.**
- **Doxixhó (conocida como presa de Nopala).**
- **La Cañada.**
- **Santa Lucía.**
- **La Loma.**
- **Trejo.**

Estas presas cumplen una función estratégica en la gestión del agua en el municipio, ya que permiten su almacenamiento y regulación para actividades agrícolas, ganaderas y de consumo humano. En particular, la presa de Doxixhó destaca por su capacidad de abastecimiento y su papel clave en el riego de parcelas agrícolas, lo que refuerza su importancia en la economía local y en el bienestar de las comunidades rurales.

Mapa de hidrografía



Simbología

Rasgos hidrográficos

- Arroyo
- Cuerpo de agua

Límites políticos

- Cabecera municipal
- Límite municipal

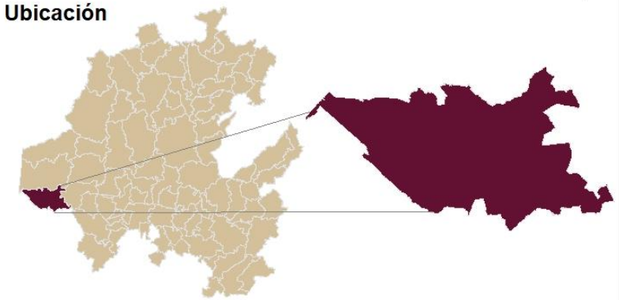
Localidades

- Rural
- Urbana

Vías de comunicación

- Carretera
- Camino

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

H - Hidrografía

Cuencas hidrográficas

Una cuenca hidrográfica se caracteriza por ser un territorio en donde el agua fluye por un sistema de corrientes que convergen hacía un mismo punto de salida, ya sea un río, lago o mar (IMTA, 2019). Estas representan gran importancia en los aspectos hidrológicos, agrícolas, energéticos, ecológicos y sociales.

Los límites de una cuenca, se ven delimitados por la topografía de la zona, estos constituyen lo que se conoce como “parteaguas” o “divisorias de aguas”, es decir, las líneas imaginarias que une las crestas de las elevaciones de terreno por cuyas laderas escurre el agua hacia el cauce principal de salida de la propia cuenca, o hacia su centro, en caso de ser cerrada.

El estado de Hidalgo está ubicado mayoritariamente dentro de la región hidrológica Río Pánuco, además de la cuenca del Río Tuxpan, Río Tecolutla y cuenca de México.

Esta cuenca se caracteriza por ser exorreica, esto significa que tiene una o más salidas de agua hacia un caudal mayor, hacia un lago o hacia el mar, se dice que es una cuenca “abierta”.

El municipio pertenece a la Región Hidrológica RH-26 Pánuco, y específicamente en la Cuenca del Río Moctezuma, una de las cuencas más importantes del centro-norte del país por su función como colectora de escurrimientos provenientes del Valle del Mezquital, la Sierra Gorda y zonas semisecas del Altiplano (INEGI, 2010; SIGEH, 2023).

Es de importancia mencionar que geomorfológicamente, el territorio municipal combina:

- **Lomeríos suaves volcánicos:** compuestos principalmente por derrames de andesita-basalto del Neógeno.
- **Mesetas y escudos volcánicos:** provenientes del vulcanismo del Eje Neovolcánico.
- **Zonas sedimentarias y coluviales:** en valles intermontanos aptos para la infiltración.

Esta combinación determina dos consecuencias hidro ambientales claves:

- Escasa presencia de ríos permanentes: el material ígneo fracturado y suelos delgados no permiten retención continua.
- Potencial de infiltración moderada-alta en zonas de fracturamiento y conos de deyección, favoreciendo la recarga a los acuíferos locales (CONAGUA, 2024).

Es así como la geomorfología influye en el tipo de cuenca, topográficamente abierta, pero con subcuencas intermedias endorreicas en época de estiaje, fenómeno común en regiones volcánicas con depresiones estructurales.

El municipio es parte de dos unidades hidrogeológicas relevantes:

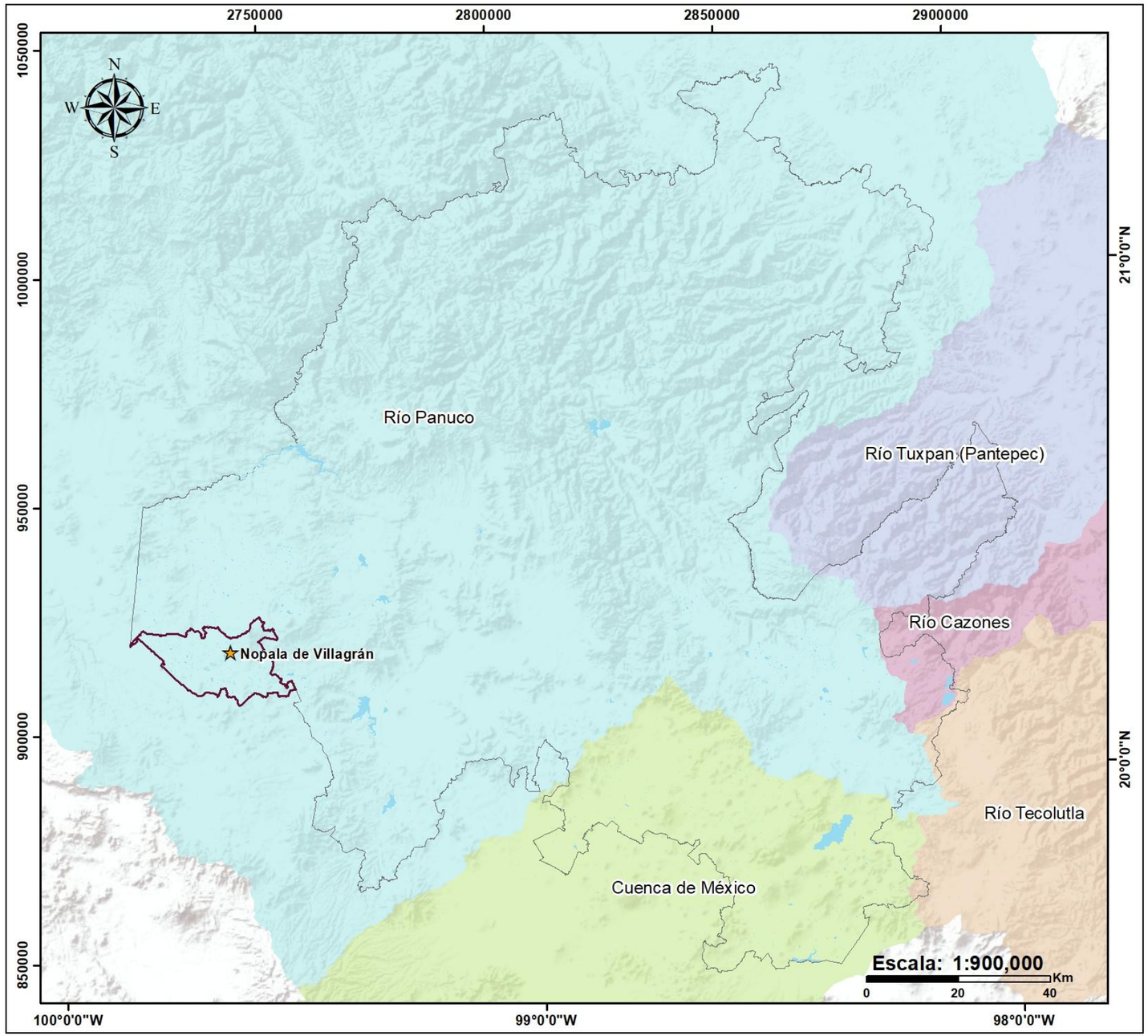
- Acuífero Chapantongo–Alfajayucan (DR-1309).
- Acuífero Huichapan–Tecozautla (DR-1307).

Aunque administrativamente son unidades distintas, en el subsuelo existe una conexión parcial, debido a que comparten un basamento volcánico fracturado común, las depresiones intermontanas funcionan como zonas de recarga compartida, el flujo subterráneo tiende a converger hacia el sistema del Río Moctezuma, las diferencias en litología generan zonas de transición las cuales explican porque el municipio, puede extraer agua en zonas donde la roca volcánica aflora, pero también por qué el almacenamiento es limitado y variable.

El municipio depende fuertemente de estos acuíferos por la escasez de cuerpos superficiales permanentes, alta estacionalidad en la precipitación, necesidad de abastecimiento agrícola y ganadero, además de que los suelos delgados limitan presas naturales.

Imagen ilustrativa del recorrido del flujo hídrico desde el Valle de México hacia el Golfo de México.

Mapa de cuencas hidrográficas



Simbología

Cuencas hidrográficas

- Cuenca de México
- Río Cazones
- Río Panuco
- Río Tecolutla
- Río Tuxpan (Pantepec)

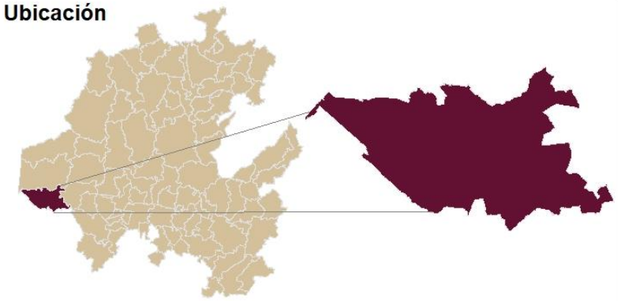
Límites políticos

- Cabecera municipal
- Límite municipal
- Límite estatal

Rasgos hidrográficos

- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide.....GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

Cue - Cuencas

Subcuencas hidrográficas

Una subcuenca se define como una unidad de gestión y planeación hídrica que constituye una subdivisión funcional de una cuenca hidrológica. Corresponde al territorio cuyas aguas superficiales convergen hacia un mismo cauce, río o cuerpo lacustre, integrándose posteriormente a una cuenca de mayor jerarquía.

- **Subcuenca Alfajayucan.**

La subcuenca Alfajayucan, representada en color lila en el mapa, constituye la unidad hidrológica de mayor extensión dentro del municipio. Su amplia cobertura en la zona centro y sur del territorio municipal evidencia su papel como principal área de captación y conducción de escurrimientos locales. La configuración geomorfológica del sistema sugiere la presencia de una red jerárquica de cauces intermitentes que drenan hacia sectores ubicados al sur, lo que posiciona a esta subcuenca como el componente clave en la regulación hídrica municipal.

- **Subcuenca Nopala.**

La subcuenca Nopala forma parte de la cuenca del río Moctezuma, una de las subdivisiones principales de la Región Hidrológica 18 (Balsas). Abarca porciones territoriales de municipios como Nopala de Villagrán (del que recibe su nombre), Tecozautla, Huichapan y otras demarcaciones del Valle del Mezquital. Dentro del sistema de clasificación hidrológica de la CONAGUA, esta subcuenca posee una clave numérica específica asignada dentro del sistema “18r” correspondiente a la cuenca del Balsas. Para su identificación exacta, se requiere la consulta del Estudio de la Cuenca Moctezuma o del Acuerdo por el que se actualiza la división de las regiones hidrológicas, publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) publicado el 6 de enero de 2010, donde se detalla su jerarquía hidrológica.

- **Subcuenca San Ildefonso.**

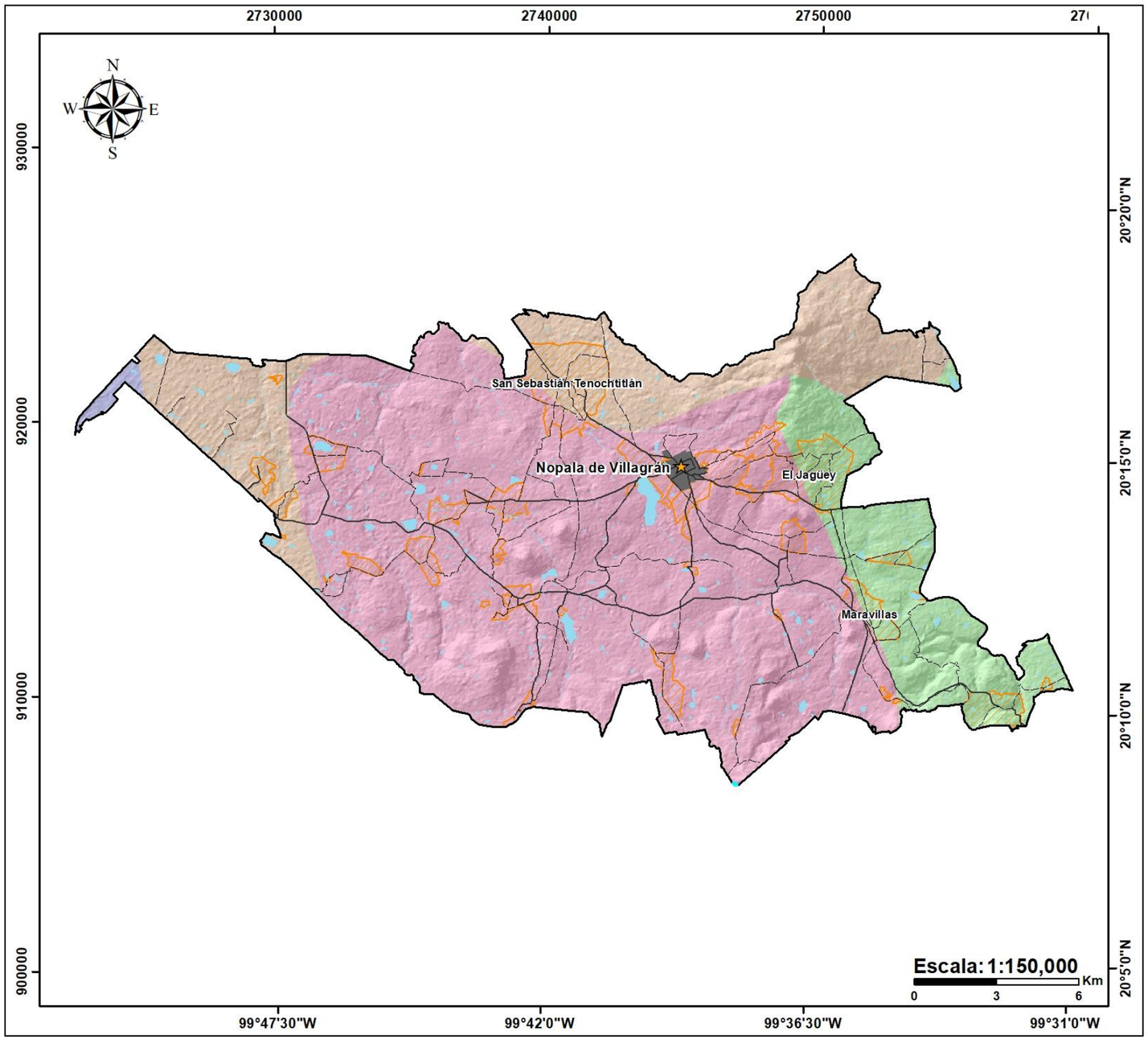
La subcuenca San Ildefonso se encuentra asociada principalmente a la Región Hidrológica 26 (Pánuco) y participa en la dinámica hídrica de la cuenca del río Moctezuma y del río San Juan. En este sistema es reconocida como un componente dentro de los drenajes secundarios que aportan escurrimientos hacia estos cuerpos de agua de mayor orden. Su caracterización incluye áreas de escurrimiento temporal, cauces intermitentes y sistemas de drenaje que captan aportaciones provenientes de laderas y zonas semiáridas del altiplano central.

- **Subcuenca San Juan–Tula.**

La subcuenca San Juan–Tula se integra a la Región Hidrológica 26 (Pánuco), considerada una de las más relevantes del centro del país por su conexión con la cuenca del río Moctezuma y, de manera subsecuente, con el sistema hídrico del río Pánuco. En esta subcuenca se desarrolla un conjunto de procesos hidrológicos que influyen tanto en el escurrimiento superficial como en la recarga del sistema acuífero regional.

Su eje principal es el río San Juan, cuyo origen se localiza en entidades como Querétaro y el Estado de México. Este río fluye hacia el norte y noreste hasta integrarse con el río Tula, uno de los afluentes más importantes del río Moctezuma. A lo largo de su trayecto recibe aportaciones de corrientes secundarias provenientes de sistemas montañosos y zonas de lomeríos, así como de arroyos intermitentes y cauces locales. Entre estos aportes destaca la contribución del río Tecozautla y de otros drenajes de menor magnitud que fortalecen su dinámica hidrológica.

Mapa de subcuencas hidrográficas



Simbología

Subcuencas hidrográficas
- Alfajayucan
- Nopala
- San Idelfonso
- San Juan - Tula

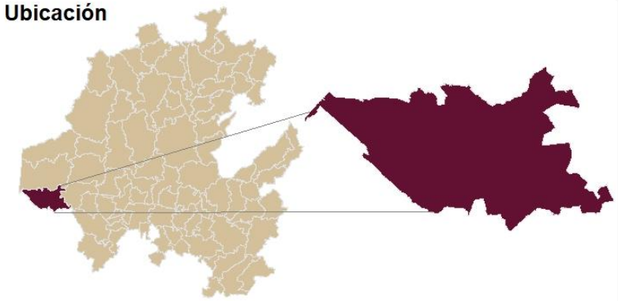
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

SubC-Subcuencas

Climatología

El clima de la Tierra es el resultado de la compleja interacción entre diversos componentes del sistema climático, los cuales incluyen distintos componentes que participan activamente en la regulación del equilibrio energético global, a través de intercambios de energía, masa e impulso que ocurren a distintas escalas espaciales y temporales.

En términos generales, el clima puede definirse como el conjunto de condiciones meteorológicas medias que caracterizan una región geográfica durante un periodo prolongado, típicamente de al menos 30 años, según los estándares establecidos por la Organización Meteorológica Mundial (OMM).

De acuerdo con la información vectorial escala 1:1,000,000 unidades climáticas de INEGI 2008, el municipio se caracteriza por la presencia de únicamente dos tipos de clima, los cuales influyen de manera directa en los procesos geomorfológicos, la dinámica hidrológica y el uso potencial del suelo. Esta distribución climática representa un componente clave en la evaluación de riesgos naturales.

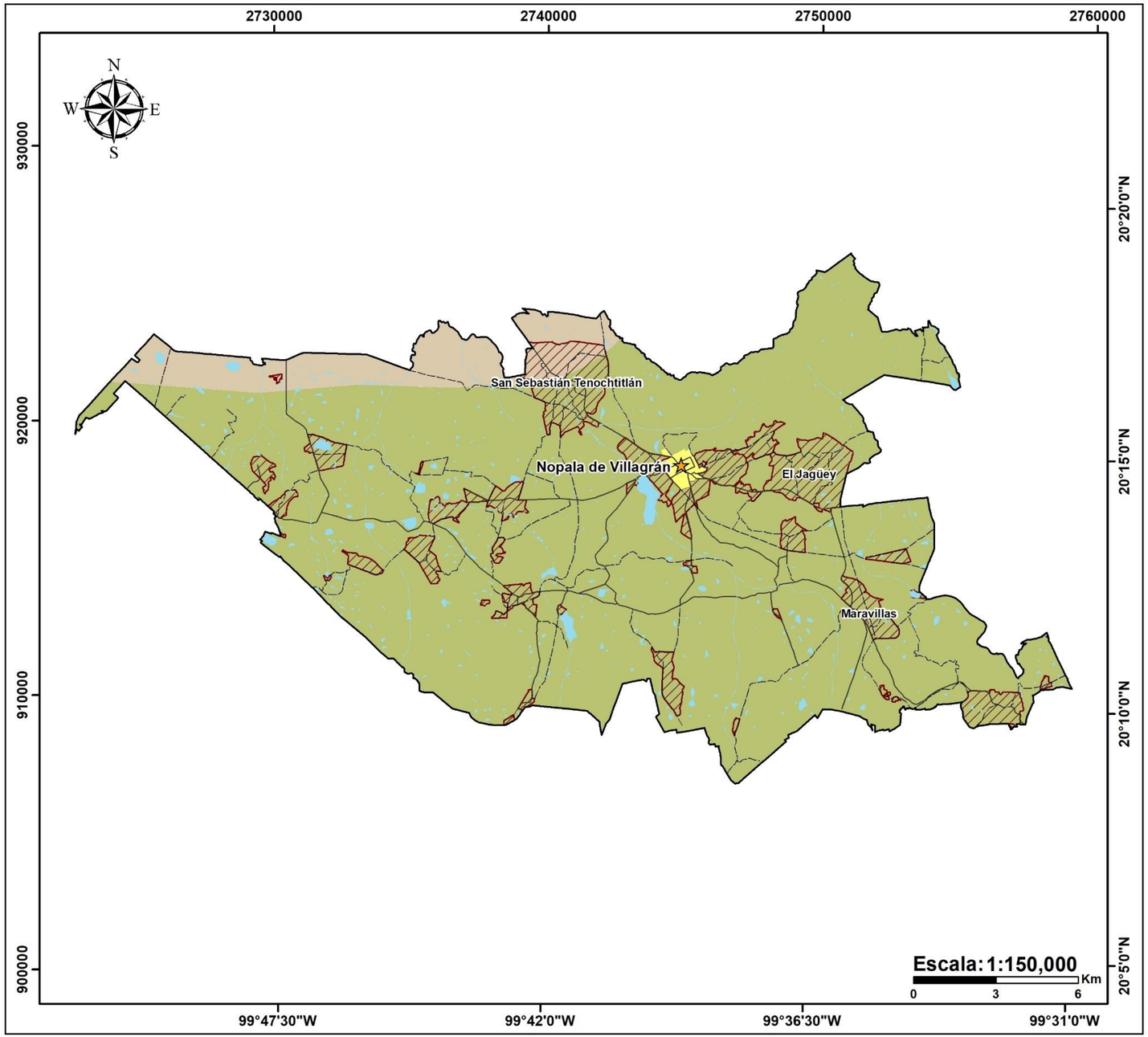
- **Clima Semiseco Templado:** Predomina en zonas con características semiáridas, comúnmente asociadas con regiones de altiplanicie o pie de monte. Este clima se caracteriza por una precipitación anual baja a moderada, concentrada principalmente en los meses de verano. Las temperaturas son templadas, con una marcada oscilación térmica diaria. La evapotranspiración potencial supera a la precipitación en buena parte del año, generando condiciones de aridez relativa. Este tipo de clima favorece procesos de erosión eólica y limita la disponibilidad de recursos hídricos superficiales, siendo un factor relevante en la identificación de zonas susceptibles a sequía o degradación del suelo.

Clima semiseco templado, uno de los climas predominado en el municipio (Protección civil, 2026).

- **Clima Templado Subhúmedo:** Presenta en áreas de altitud intermedia, donde las temperaturas son moderadas a lo largo del año. La precipitación se concentra en el verano, este régimen climático permite el desarrollo de una cobertura vegetal más densa en comparación con el clima semiseco, aunque sigue siendo vulnerable a variaciones interanuales de precipitación. Su presencia influye en la recarga de acuíferos someros y en la estabilización de laderas, aspectos críticos en la evaluación de riesgos geohidrológicos.

La identificación precisa de estos climas dentro del municipio permite delinear áreas con distinta susceptibilidad a fenómenos como sequías, deslizamientos, erosión y escasez hídrica. Por tanto, la cartografía climática es una herramienta útil y ampliamente empleada para la gestión integral del riesgo en el territorio del municipio.

Mapa de climatología



Simbología

Tipo de clima
- Semiseco templado
- Templado subhúmedo

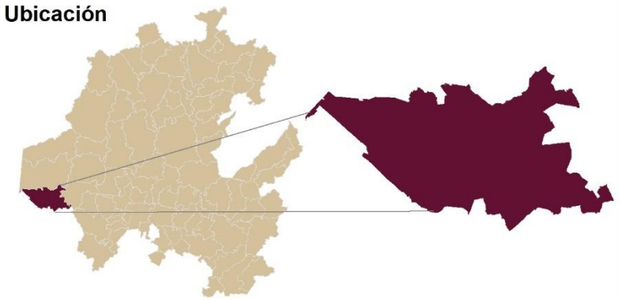
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

Cli - Climatología

Temperatura

Temperatura media anual

La temperatura media anual es un parámetro climático primordial que se obtiene al promediar las temperaturas medias mensuales a lo largo de un año. Este indicador permite caracterizar el comportamiento térmico general de una región y es de gran relevancia en el análisis bioclimático, ya que influye directamente en la distribución de la vegetación natural, los ecosistemas, los cultivos agrícolas y las actividades humanas. Su conocimiento es clave para la gestión de los recursos naturales y la evaluación de riesgos relacionados con el cambio climático.

En el contexto del territorio mexicano, la temperatura media anual presenta una notable variabilidad espacial, resultado de su compleja topografía, la latitud, la influencia de los océanos y la circulación atmosférica regional. Los valores registrados van desde los -6 °C en zonas de alta montaña, hasta los 30 °C en regiones de baja altitud y clima tropical, como las planicies costeras del sureste del país.

De acuerdo con la distribución espacial de este parámetro, se observa que la mayor parte del país presenta temperaturas medias anuales en el rango de 22 a 28 °C, que corresponden principalmente a regiones costeras, le siguen en extensión las zonas con valores entre 18 y 22 °C y de 12 a 18 °C, que suelen ubicarse en áreas de altitud intermedia, como los valles y mesetas del centro del país. Los rangos menos frecuentes corresponden a temperaturas de 6 a 12 °C, menores a 6 °C y mayores a 28 °C, que se presentan en condiciones altitudinales extremas o en zonas específicas con fuerte influencia de masas de aire cálido.

En el caso particular del municipio, la temperatura media anual se concentra exclusivamente en dos rangos: 12 a 14 °C y 14 a 16 °C. Esta distribución térmica es coherente con su altitud media, así como con su ubicación geográfica en una zona de transición climática templada semiárida. La homogeneidad térmica en el municipio es un factor que influye en la productividad agrícola local, la selección de especies vegetales, la disponibilidad de agua por evaporación y transpiración, y en general, en la exposición de la población a riesgos asociados al clima, como heladas o sequías prolongadas.

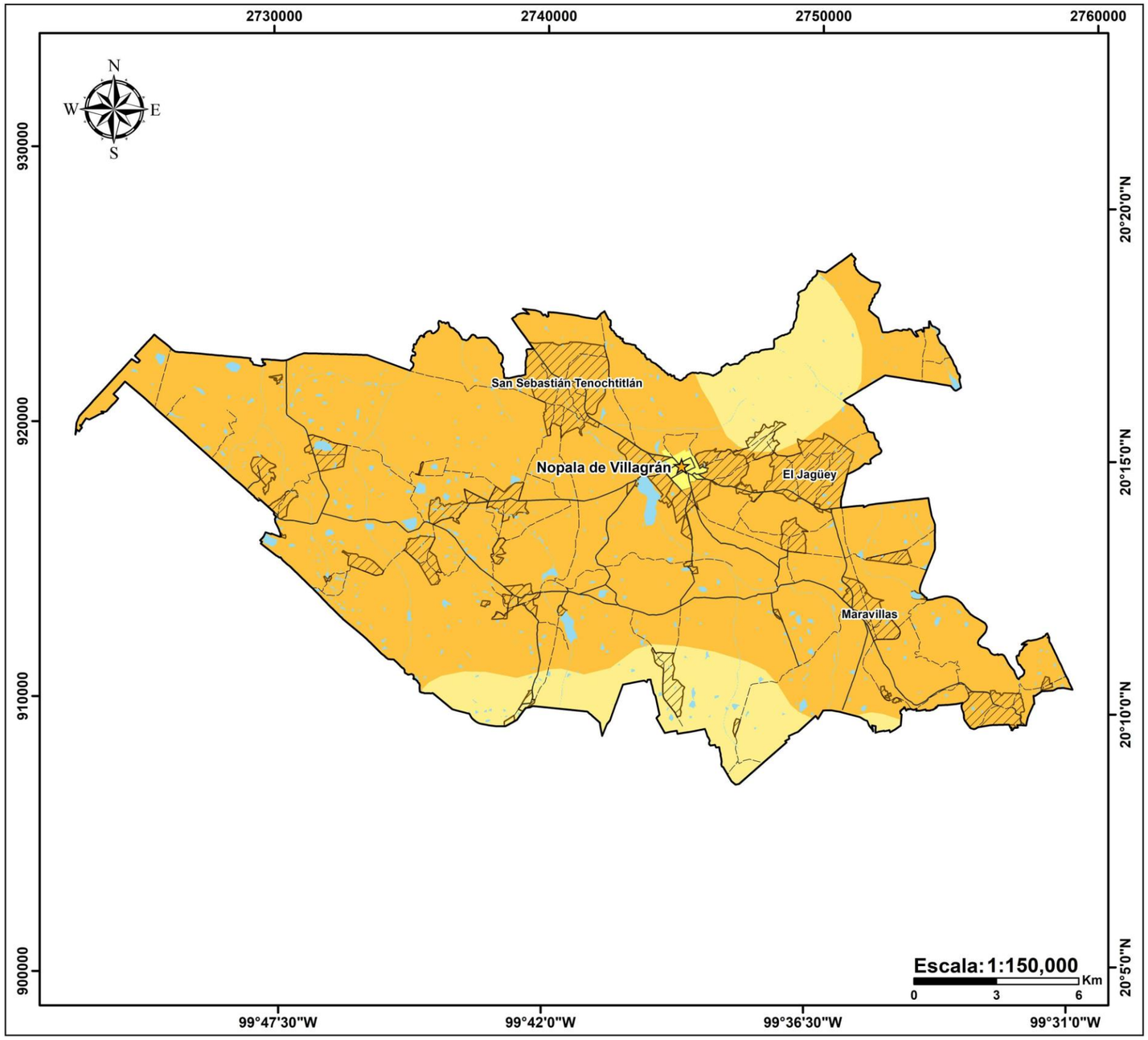
El análisis de los datos históricos de temperatura se basa en las estadísticas oficiales difundidas por el INEGI. Dichos registros abarcan el periodo de 1902 a 2011 y están específicamente documentados para el municipio. Esta información resulta esencial para identificar las tendencias climáticas a lo largo del tiempo y analizar posibles variaciones en el comportamiento térmico de la zona, proporcionando un fundamento confiable para investigaciones ambientales.

Valores de temperatura	Rangos
Mes de temperatura máxima	Mayo
Mes de temperatura mínima	Enero
Temperatura anual	15-11°C
Temperatura máxima	19-14°C
Temperatura mínima	12-9°C

Valores de temperatura en el municipio

Para el Atlas de Riesgos, el análisis de este parámetro climatológico permite identificar áreas con mayor vulnerabilidad térmica, anticipar impactos del cambio climático a escala local y diseñar estrategias de adaptación y mitigación con base en evidencia climática detallada.

Mapa de temperatura media anual



Simbología

Temperatura media anual
- 12-14 °C
- 14-16 °C

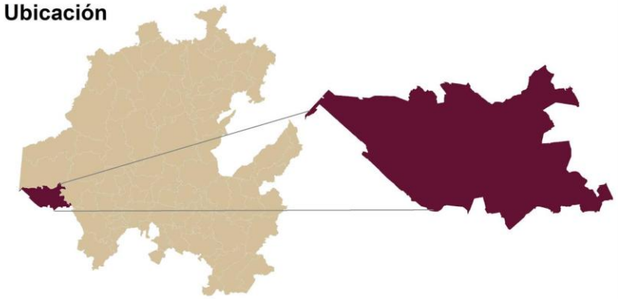
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

TMedAN - Temperatura media anual

Clasificación de la sequía

La sequía se define como el déficit transitorio o prolongado de lluvia que se caracteriza por un periodo de precipitaciones menores a las lluvias promedio de una región, cuyo inicio y conclusión es difícil de determinar. (S. M. N., 2020). Esto es el punto de partida de otras formas de sequía y, por lo general, afecta a áreas extensas.

Foto ilustrativa de sequía (María Luisa Santillán, DGDC-UNAM).

La clasificación de las sequías se sustenta en diversos enfoques que permiten analizar este fenómeno desde distintas perspectivas y escalas de impacto. Dichas aproximaciones consideran tanto las condiciones atmosféricas que originan el déficit hídrico como sus efectos sobre el ambiente, la sociedad y los sistemas productivos. Algunas metodologías se basan en indicadores meteorológicos que evalúan la disponibilidad de precipitación en relación con los valores climatológicos normales. En este contexto, el CENAPRED utiliza y reconoce una clasificación de la sequía que considera tanto sus tipos (meteorológica, agrícola e hidrológica) como su magnitud o severidad.

Tipos de Sequía

- **Sequía Meteorológica:** Se define por la escasez de lluvia durante un período específico, en comparación con los promedios históricos.
- **Sequía Agrícola:** Ocurre cuando la falta de humedad en el suelo es insuficiente para el desarrollo normal de los cultivos y pastos, lo cual suele notarse en periodos de uno a tres meses.
- **Sequía Hidrológica:** Se manifiesta a largo plazo (periodos mayores a un año) cuando los niveles de agua en ríos, lagos, presas y mantos acuíferos superficiales y subterráneos disminuyen significativamente por debajo de lo normal.

Para efectos de monitoreo en México, el CENAPRED y la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) adoptan la escala del Monitor de Sequía de México (MoSeMM), que categoriza la severidad de la sequía en los siguientes niveles:

Categoría	Descripción
Ninguna	Condiciones normales o húmedas
D0	Anormalmente Seco
D1	Sequía moderada
D2	Sequía severa
D3	Sequía extrema
D4	Sequía excepcional

Categorías de intensidad de sequía de acuerdo al Monitor de Sequía de México (S. M. N., 2020)

Esta evaluación se basa en la obtención e interpretación de varios índices, como el Índice Estandarizado de Precipitación (SPI), que cuantifica el déficit o exceso de lluvia en periodos de 30, 90, 180 y 365 días; la Anomalía de Lluvia respecto a lo normal; el Índice Satelital de Salud de la Vegetación (VHI); el modelo de humedad del suelo Leaky Bucket CPC-NOAA; el Índice Normalizado de Diferencia de la Vegetación (NDVI); la anomalía de la temperatura media; el porcentaje de almacenamiento en presas, así como la aportación de expertos locales. Estos indicadores se integran en capas dentro de un Sistema de Información Geográfica (SIG) y, mediante un proceso de consenso, se delimitan las regiones afectadas por sequía conforme a una escala de intensidades que va desde anormalmente seco (D0), sequía moderada (D1), severa (D2), extrema (D3) hasta excepcional (D4). Como resultado, se generan polígonos espaciales en formato shapefile que permiten cuantificar la afectación sobre el territorio nacional y complementar los análisis regionales o continentales del NADM (SMN, 2020).

De acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos, elaborado por el CENAPRED, la sequía se clasifica en diez niveles que abarcan desde condiciones moderadas hasta muy críticas, lo que permite una caracterización específica y detallada a escalas locales. Esta clasificación se sustenta en información generada por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y el Monitor de Sequía de México, los cuales constituyen herramientas clave para la toma de decisiones en materia de prevención, gestión del riesgo y planeación de acciones orientadas a reducir la vulnerabilidad de la población ante eventos de sequía.

El municipio se ubica dentro de una clasificación muy vasta, lo que indica una escasez prolongada de precipitación cuyos efectos se manifiestan de manera generalizada en el territorio. Entre estos impactos destacan la disminución de la humedad del suelo, el estrés significativo de la vegetación y la presión creciente sobre las fuentes de agua superficiales y subterráneas.

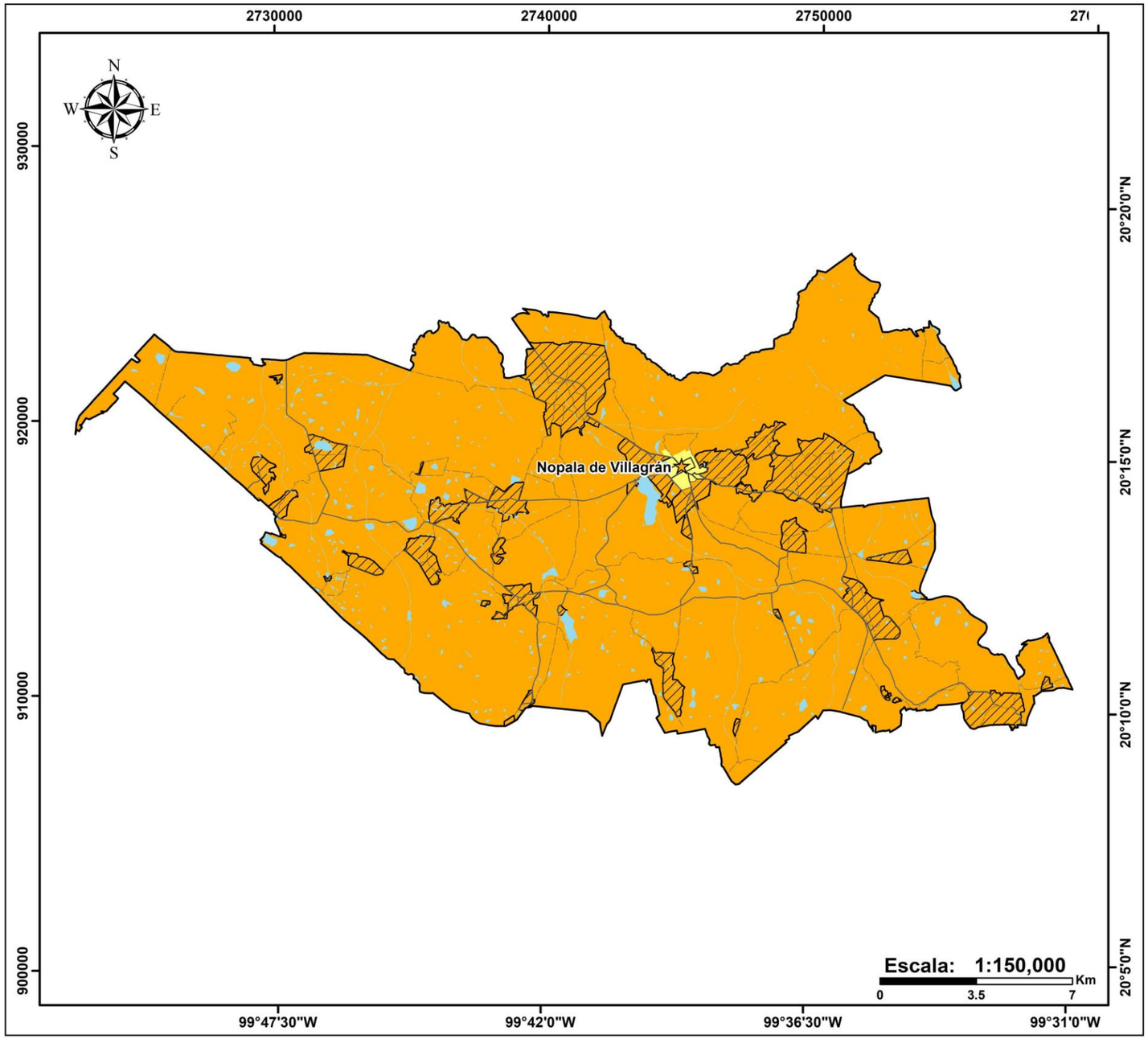
Con base en la información extraída del Monitor de Sequía Mexicano, se analizaron los registros históricos de clasificación de sequía para el municipio, los cuales

permiten identificar la variabilidad temporal y la intensidad del fenómeno en el territorio. A continuación, se presentan los resultados obtenidos:

Inicio	Fin	Duración	Intensidad
31-ene-2003	31-may-2003	4 meses	Anormalmente seco
15-jun-2005	30-jun-2005	15 días	Sequía moderada
15-jul-2005	31-jul-2005	15 días	Anormalmente seco
15-sep-2005	30-sep-2005	15 días	Anormalmente seco
31-dic-2005	31-ene-2006	1 mes	Anormalmente seco
28-feb-2006	30-abr-2006	2 meses	Sequía moderada
15-may-2006	31-may-2006	15 días	Anormalmente seco
15-jun-2006	30-jun-2006	15 días	Sequía moderada
15-jul-2006	31-jul-2006	15 días	Anormalmente seco
15-oct-2006	31-oct-2006	15 días	Anormalmente seco
15-ene-2007	31-ene-2007	15 días	Anormalmente seco
31-mar-2008	31-ago-2008	5 meses	Anormalmente seco
30-jun-2009	31-jul-2009	1 mes	Anormalmente seco
15-ago-2009	31-ago-2009	1 mes	Sequía moderada
15-mar-2011	31-mar-2011	15 días	Anormalmente seco
15-abr-2011	30-abr-2011	15 días	Sequía moderada
15-may-2011	31-may-2011	15 días	Sequía severa
15-jun-2011	30-jun-2011	15 días	Sequía extrema
31-jul-2011	31-ago-2011	1 mes	Sequía severa
15-sep-2011	30-sep-2011	15 días	Anormalmente seco
31-oct-2011	31-ene-2012	3 meses	Sequía moderada
15-feb-2012	29-feb-2012	15 días	Anormalmente seco
30-abr-2013	31-may-2013	1 mes	Anormalmente seco
30-abr-2016	15-may-2016	1 mes	Anormalmente seco
31-ene-2017	30-abr-2017	3 meses	Anormalmente seco
15-may-2017	31-may-2017	15 días	Anormalmente seco
15-jun-2017	15-ago-2017	2 meses	Sequía moderada
15-ene-2018	15-mar-2018	2 meses	Sequía moderada
31-mar-2018	15-may-2018	2 meses	Sequía severa
31-may-2018	15-jun-2018	1 mes	Sequía moderada
31-ago-2018	30-sep-2018	1 mes	Anormalmente seco
15-feb-2019	30-abr-2019	3 meses	Anormalmente seco
15-may-2019	15-sep-2019	4 meses	Sequía moderada
15-sep-2019	30-sep-2019	15 días	Anormalmente seco
15-oct-2019	15-may-2020	5 meses	Sequía moderada
16-may-2020	31-may-2020	15 días	Anormalmente seco
01-jun-2020	15-jun-2020	15 días	Sequía moderada
30-jun-2020	31-oct-2020	1 mes	Anormalmente seco
15-nov-2020	31-ene-2021	3 meses	Sequía moderada
15-feb-2021	31-may-2021	4 meses	Sequía severa
15-jun-2021	30-jun-2021	1 mes	Sequía moderada
15-jul-2021	15-ago-2021	1 mes	Anormalmente seco
31-dic-2021	31-enero-2022	1 meses	Anormalmente seco
15-feb-2022	15-abr-2022	2 meses	Sequía moderada
30-abr-2022	15-may-2023	13 meses	Sequía severa
31-mayo-2023	15-jun-2023	1 mes	Sequía moderada
30-jun-2023	31-jul-2023	1 mes	Sequía severa
15-ago-2023	31-mar-2024	7 meses	Sequía extrema
15-abr-2024	15-jul-2024	4 meses	Sequía excepcional
16-jul-2024	31-jul-2024	15 días	Sequía severa
01-ago-2024	15-ago-2024	15 días	Sequía severa
16-ago-2024	31-ago-2024	15 días	Sequía moderada
31-dic-2024	15-feb-2025	2 meses	Anormalmente seco
15-mar-2025	31-mar-2025	15 días	Anormalmente seco
15-abr-2025	15-may-2025	1 mes	Sequía moderada

Clasificación de la intensidad de sequía de acuerdo al Monitor de Sequía de México durante el periodo 2003-2025 (S. M. N., 2024).

Mapa de clasificación de la sequía



Simbología

Clasificación de la sequía
- Moderada
- Severa
- Extraordinaria
- Muy severa
- Vasta
- Extremadamente severa
- Muy vasta
- Critica
- Extremadamente vasta
- Muy critica

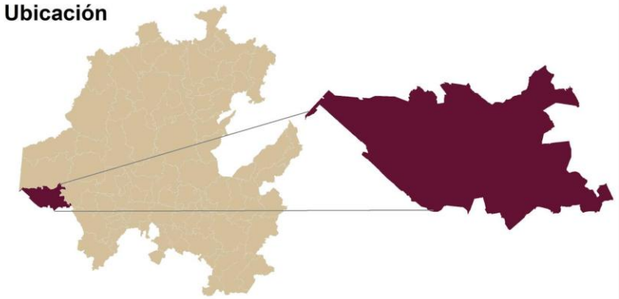
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

CdIS - Clasificación de la Sequía

Precipitación

Precipitación media anual

Es un indicador fundamental en el análisis geocientífico del territorio, ya que influye directamente en los procesos geomorfológicos, la disponibilidad hídrica y la susceptibilidad a fenómenos físicos como inundaciones, deslaves y sequías. Este parámetro se obtiene a partir del promedio de las lluvias registradas durante los doce meses del año, y refleja el comportamiento climático del territorio en relación con su dinámica atmosférica y geográfica.

Desde el punto de vista geológico y geográfico, los patrones de precipitación están fuertemente condicionados por los siguientes factores:

- **Orografía del terreno:** debido a las formaciones montañosas que actúan como barreras que modifican la circulación de los sistemas de humedad. En el caso de zonas con presencia de sierras o elevaciones importantes, se genera el fenómeno de lluvia orográfica, donde el aire húmedo asciende, se enfría y condensa, provocando mayores precipitaciones en las laderas expuestas al viento (barlovento) y condiciones más secas en las laderas protegidas (sotavento).
- **Proximidad al mar:** regula la cantidad de humedad disponible en la atmósfera, de modo que las regiones más alejadas de cuerpos de agua tienden a presentar precipitaciones más bajas.
- **Frecuencia e intensidad de eventos climáticos:** frentes fríos, ondas tropicales y ciclones, pueden generar una gran variabilidad interanual en la cantidad y distribución de las lluvias.

En este sentido, el municipio, ubicado en una región de transición entre climas semiáridos y templados, presenta una diversidad de regímenes pluviométricos como resultado de su topografía accidentada y su posición geográfica. El análisis cartográfico de la precipitación media anual en el área revela tres rangos bien definidos dentro del municipio:

- **500 a 600 mm/año:** Representa un nivel intermedio de humedad, común en áreas de transición entre zonas más áridas y húmedas. Aquí pueden coexistir actividades agrícolas limitadas y un mayor estrés climático.
- **600 a 700 mm/año:** Se localiza en las porciones del municipio que presentan condiciones relativamente más húmedas. Estas zonas, aunque menos extensas, tienen mayor potencial agrícola y mayor susceptibilidad a procesos erosivos intensos si no se manejan adecuadamente los usos del suelo.
- **700 a 800 mm/año:** Se localiza en gran parte del municipio, la cual presenta condiciones relativamente más húmedas. Estas zonas, tienen mayor susceptibilidad a procesos erosivos intensos si no se manejan adecuadamente los usos del suelo lo cual se debe considerar por la economía industrial que se presenta.

Esta variabilidad espacial de la precipitación está directamente relacionada con la altitud y orientación del relieve, lo cual tiene implicaciones importantes para la gestión de riesgos. Las zonas con menor precipitación pueden presentar mayor vulnerabilidad a la sequía y al estrés hídrico, afectando la disponibilidad de agua para uso agrícola y doméstico. Por otro lado, las áreas con mayor acumulación anual de lluvias, especialmente si coinciden con pendientes pronunciadas o suelos poco permeables, pueden estar más expuestas a procesos de escurrimiento superficial, erosión hídrica y deslizamientos de ladera.

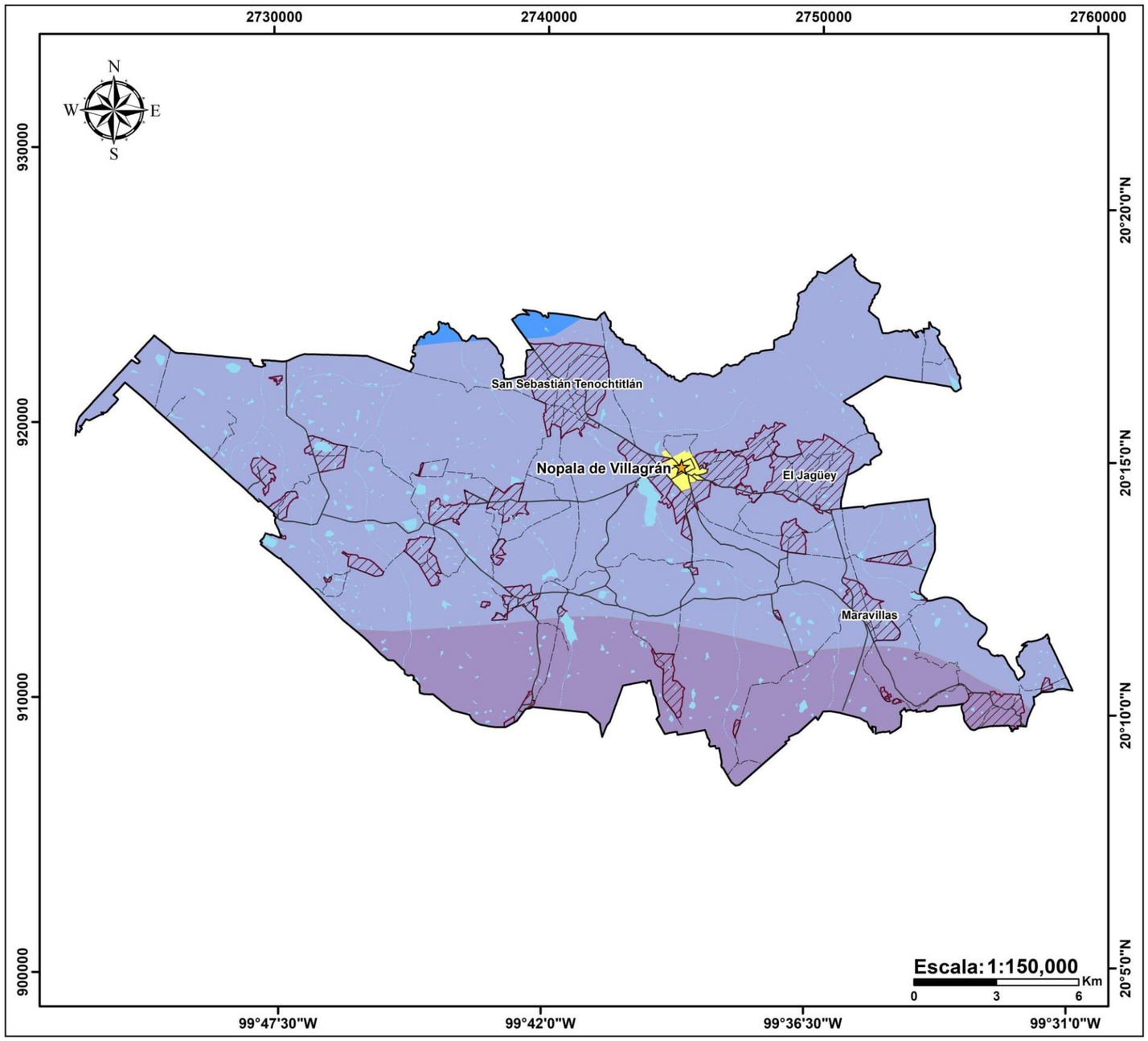
En cuanto a los valores históricos de precipitación, se consideran como referencia las estadísticas hidrometeorológicas publicadas por el INEGI, correspondientes al periodo comprendido entre 1902 y 2011 para el municipio. Estos datos, divulgados oficialmente en el año 2024, constituyen una base sólida para el análisis de las tendencias climáticas de largo plazo en la región. De acuerdo con dicha información, se registran diversos parámetros que permiten identificar variaciones interanuales, así como la posible influencia de fenómenos climáticos regionales y globales sobre los patrones locales de precipitación.

Valores de precipitación	Rangos
Mensual máxima	Junio y julio
Mensual mínima	Febrero y diciembre
Anual	773 -637mm
Invernal	5.637-4.191mm
Máxima	190-130mm
Mínima	6 – 10 mm

Valores de precipitación en el municipio

Por lo tanto, el entendimiento detallado del comportamiento de la precipitación de este municipio permite caracterizar el clima local, además de, identificar zonas de riesgo potencial, priorizar acciones preventivas y orientar estrategias de adaptación al cambio climático.

Mapa de precipitación media anual



Simbología

Precipitación media anual
- 500-600mm
- 600-700mm
- 700-800mm

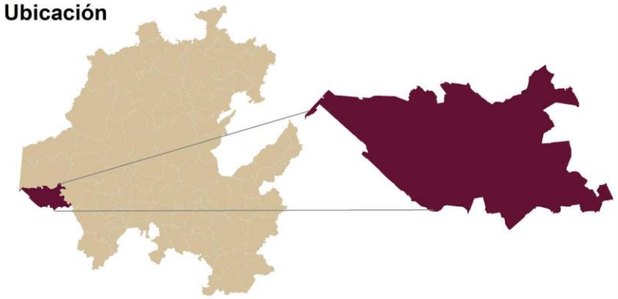
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

PMA - Precipitación media anual

Días con granizo al año

El granizo es un fenómeno meteorológico que se origina exclusivamente en el interior de nubes de desarrollo vertical tipo cumulonimbus, las cuales se caracterizan por sus fuertes corrientes ascendentes y alto contenido de humedad. Dentro de estas nubes, las gotas de agua líquida son arrastradas a niveles altos de la atmósfera, donde las temperaturas se encuentran por debajo del punto de congelación.

En estas condiciones, las gotas se congelan formando pequeños núcleos de hielo, los cuales, al encontrarse con nuevas gotas de agua líquida en su trayectoria descendente y ascendente dentro de la nube continúan creciendo por acreción, es decir, por la adhesión de más gotas que se congelan al contacto. Este proceso puede repetirse varias veces hasta que el tamaño de la partícula supera la capacidad de sustentación de las corrientes de aire en el interior de la nube, provocando su caída en forma de pedriscos o granizo**.**

Ejemplar de granizo resultado del congelamiento de agua dentro de nubes (Investigación y desarrollo, 2025).

El tamaño del granizo puede variar considerablemente, desde pocos milímetros hasta varios centímetros de diámetro, dependiendo de la intensidad de las corrientes ascendentes y la cantidad de humedad disponible. Granizos de gran tamaño pueden alcanzar velocidades de caída superiores a los 100 km/h, lo que los convierte en una amenaza considerable para la infraestructura, la agricultura, la ganadería y la seguridad de la población.

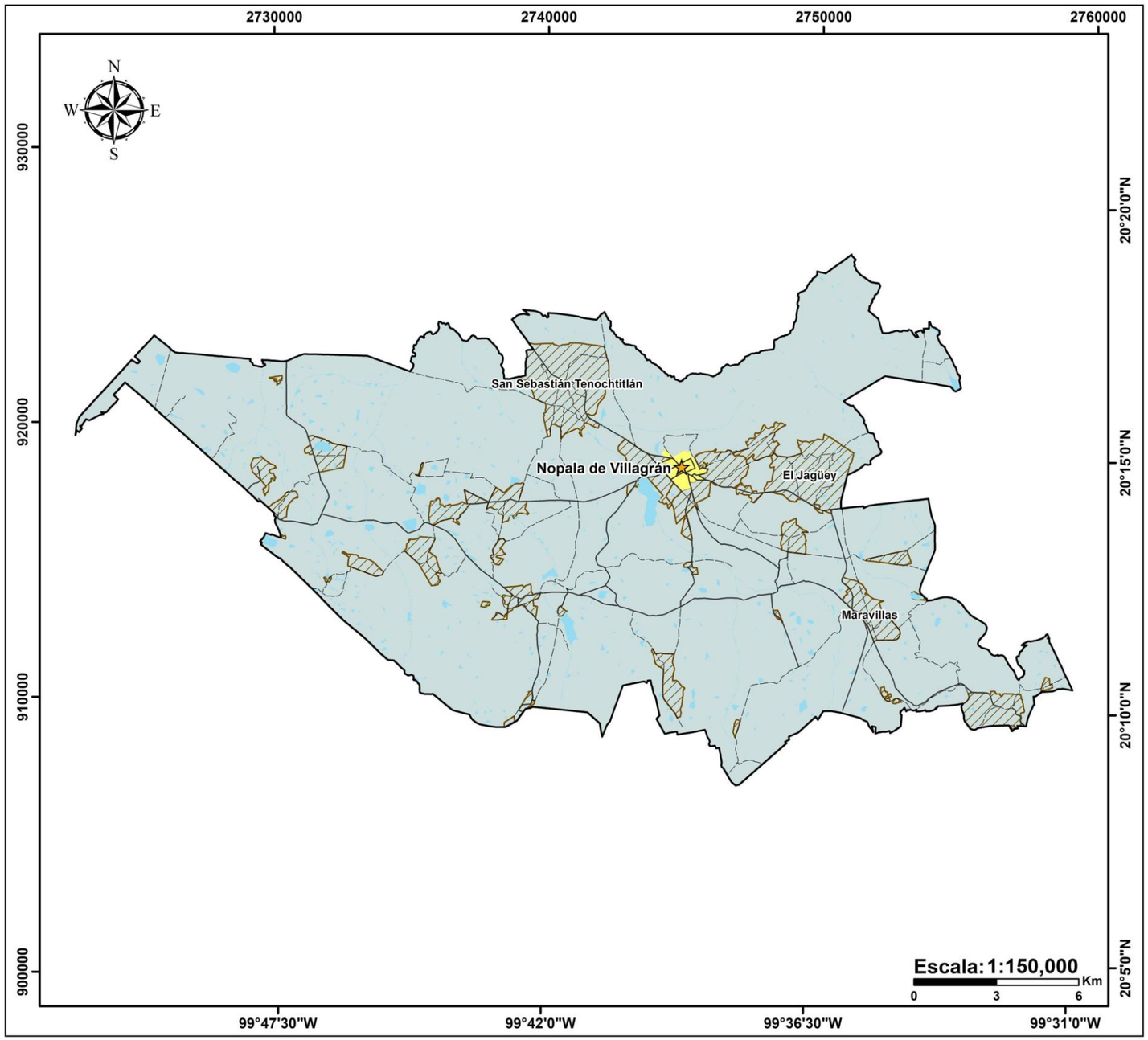
Las tormentas de granizo son fenómenos típicamente localizados y de corta duración, con un desarrollo muy puntual, lo que significa que sus efectos pueden ser severos pero restringidos a áreas geográficas reducidas. Generalmente, estas tormentas se presentan en condiciones de inestabilidad atmosférica intensa con altas temperaturas en superficie y presencia de humedad, siendo por ello más frecuentes durante el verano**,** cuando las condiciones convectivas son más favorables.

Desde la perspectiva del análisis de riesgos, el granizo constituye un evento meteorológico de baja frecuencia, pero alto impacto local**,** especialmente en regiones donde las viviendas o instalaciones agrícolas son vulnerables. Comúnmente ocasionan daños en techos, ventanas, vehículos, cultivos sensibles e incluso algunas ocasiones representan un riesgo físico directo para personas y animales expuestos**.** Cuando ocurre en grandes cantidades, el granizo puede obstruir sistemas de drenaje pluvial, favoreciendo el desarrollo de inundaciones urbanas repentinas.

El mapa de días con granizo es una herramienta útil para identificar regiones con mayor o menor recurrencia de este fenómeno. En este sentido, el municipio, presenta una muy baja frecuencia de eventos de granizo, registrando entre 0 y 1 día con granizo al año según los registros climatológicos. Esta información clasifica al municipio como una zona de riesgo bajo por granizadas**,** aunque no exenta de la ocurrencia ocasional de este fenómeno, particularmente si las condiciones meteorológicas son atípicas o extremas.

Por ello, si bien la amenaza por granizo en este municipio es limitada, su inclusión en el Atlas de Riesgos es importante para mantener una visión integral y preventiva ante los diversos fenómenos hidrometeorológicos que pudieran incidir en la región.

Mapa de días con granizo al año



Simbología

Días con granizo al año
- 0 - 1

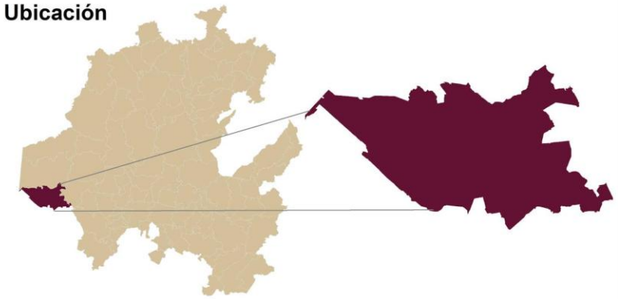
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

DGA - Días con granizo al año

Días con heladas

La helada se define como el descenso de la temperatura ambiental a valores iguales o inferiores a los 0 °C, lo que genera la congelación del agua presente en el suelo, las plantas y los objetos expuestos. Este fenómeno ocurre principalmente cuando el aire pierde calor durante la noche, provocando la formación de una delgada capa de hielo o escarcha, la cual se produce por la sublimación del vapor de agua directamente en estado sólido (CENAPRED, 2019).

Las heladas son comunes durante los meses de invierno y suelen manifestarse con mayor frecuencia en las madrugadas, cuando la radiación solar es nula y se intensifica la pérdida radioactiva de calor desde la superficie terrestre hacia la atmósfera. Este proceso genera una inversión térmica, es decir, una situación en la que el aire frío queda atrapado cerca del suelo, favoreciendo temperaturas mínimas extremas.

Ambiente característico de zonas con heladas (Erika Cecilia Gutiérrez, 2023).

El municipio, se caracteriza por un clima templado subhúmedo con lluvias en verano, combinado con zonas de clima semiseco templado. Su topografía presenta ligeras variaciones altimétricas que contribuyen a las diferencias térmicas entre sus distintas localidades.

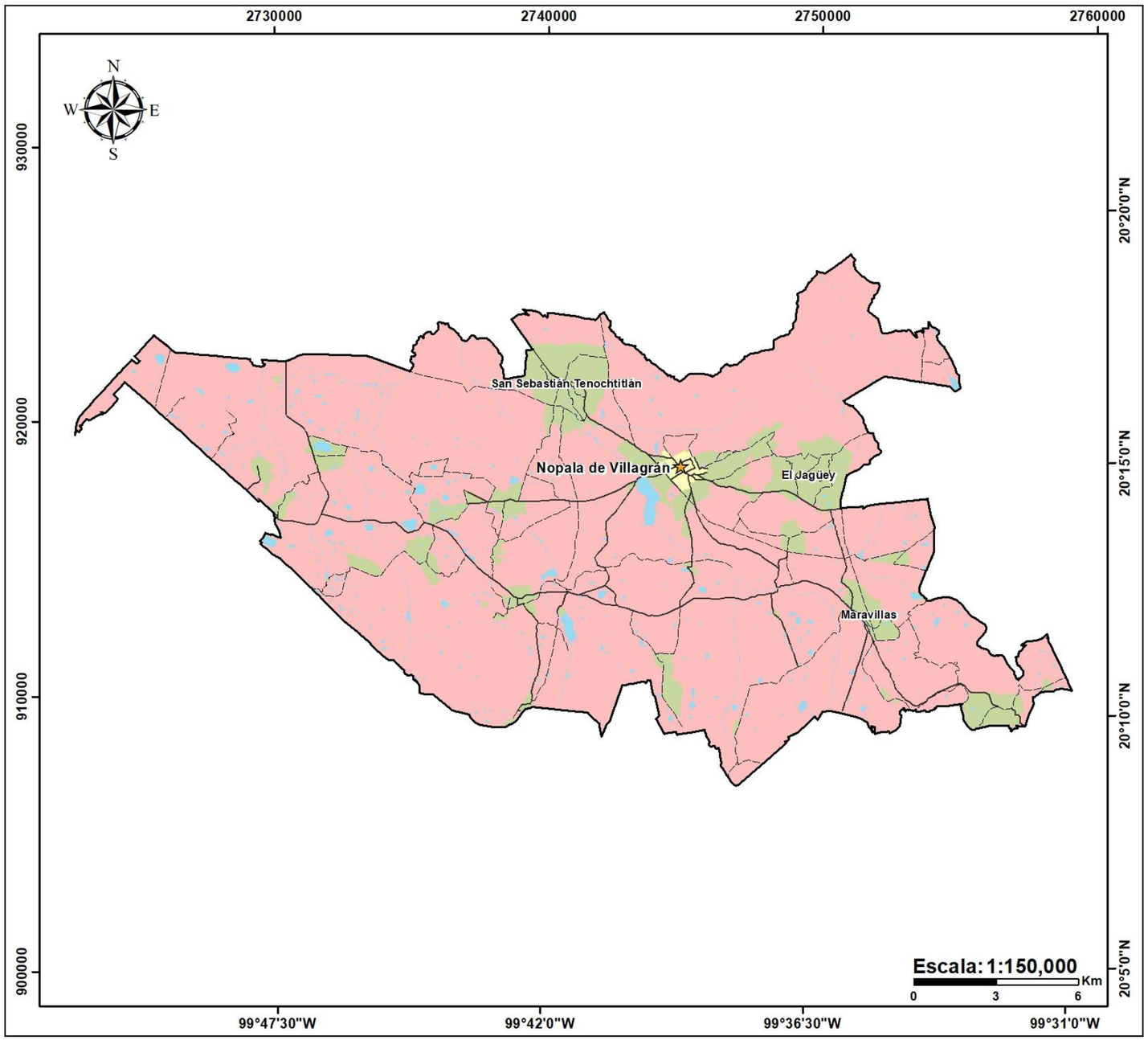
De acuerdo con la información del Sistema Nacional de Información sobre Riesgos del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), el municipio presenta entre 1 y 60 días con heladas al año.

Estas heladas se concentran principalmente entre los meses de noviembre a febrero, coincidiendo con la época invernal y las condiciones de menor radiación solar. Las áreas rurales y agrícolas son las más afectadas, ya que la ausencia de vegetación densa y las características del relieve favorecen el enfriamiento del aire cercano al suelo.

En términos ambientales y sociales, las heladas también influyen en la disponibilidad de agua, la cobertura vegetal y el bienestar de la población rural, sobre todo durante las olas de frío que pueden afectar la salud de los habitantes más vulnerables.

También en este municipio se presenta frecuencia de heladas baja a moderada, con una distribución espacial homogénea y una duración anual que no supera los dos meses. No obstante, este fenómeno climático constituye un elemento importante dentro de la dinámica ambiental local y debe considerarse en la planeación territorial, agrícola y de protección civil del municipio.

Mapa de días con heladas



Simbología

No. de días
- Cero
- 1 - 60
- 61 - 120
- >120

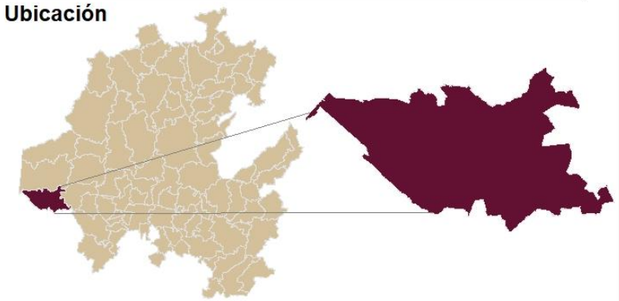
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

DcH - Días con heladas

Días con tormentas eléctricas

Según la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA, por sus siglas en inglés), una tormenta eléctrica es una tormenta producida por una nube cumulonimbus acompañada por relámpagos y truenos, que se puede traducir en lluvias intensas y abundantes que traen consigo truenos fuertes de corta duración, después de los cuales se vislumbran rayos o relámpagos.

Este tipo de tormentas pueden ocurrir en cualquier parte del mundo, siempre y cuando existan condiciones de calor y humedad; las tormentas en México ocurren entre los meses de mayo y octubre, frecuentemente en las tardes y noches.

Un rayo alcanza una temperatura en el aire que se aproxima a los 30,000 °C en una fracción de segundo. El aire caliente provoca que éste se expanda rápidamente, produciendo una onda de choque que llega en forma de sonido llamado trueno, éste viaja hacia fuera y en todas direcciones desde el rayo. Los rayos pueden ser de tipo nube-aire, nube-nube o nube-suelo (CENAPRED, 2010).

Las tormentas eléctricas representan riesgos importantes en la población, clasificados en directos e indirectos, estos pueden incluir:

a) **Lesiones:** descargas eléctricas, incendios, vientos fuertes, lluvias intensas, inundaciones y granizo.
b) **Interrupciones de servicios:** energía eléctrica, agua.
c) **Riesgos psicológicos y sociales:** estrés, ansiedad, pánico, suspensión de vuelos o trabajos al aire libre.
d) **Movilidad:** accidentes de tránsito, dificultades para el rescate o evacuación.

Según el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), el mapa muestra un gradiente de colores representando el número de días con tormentas eléctricas dentro del municipio:

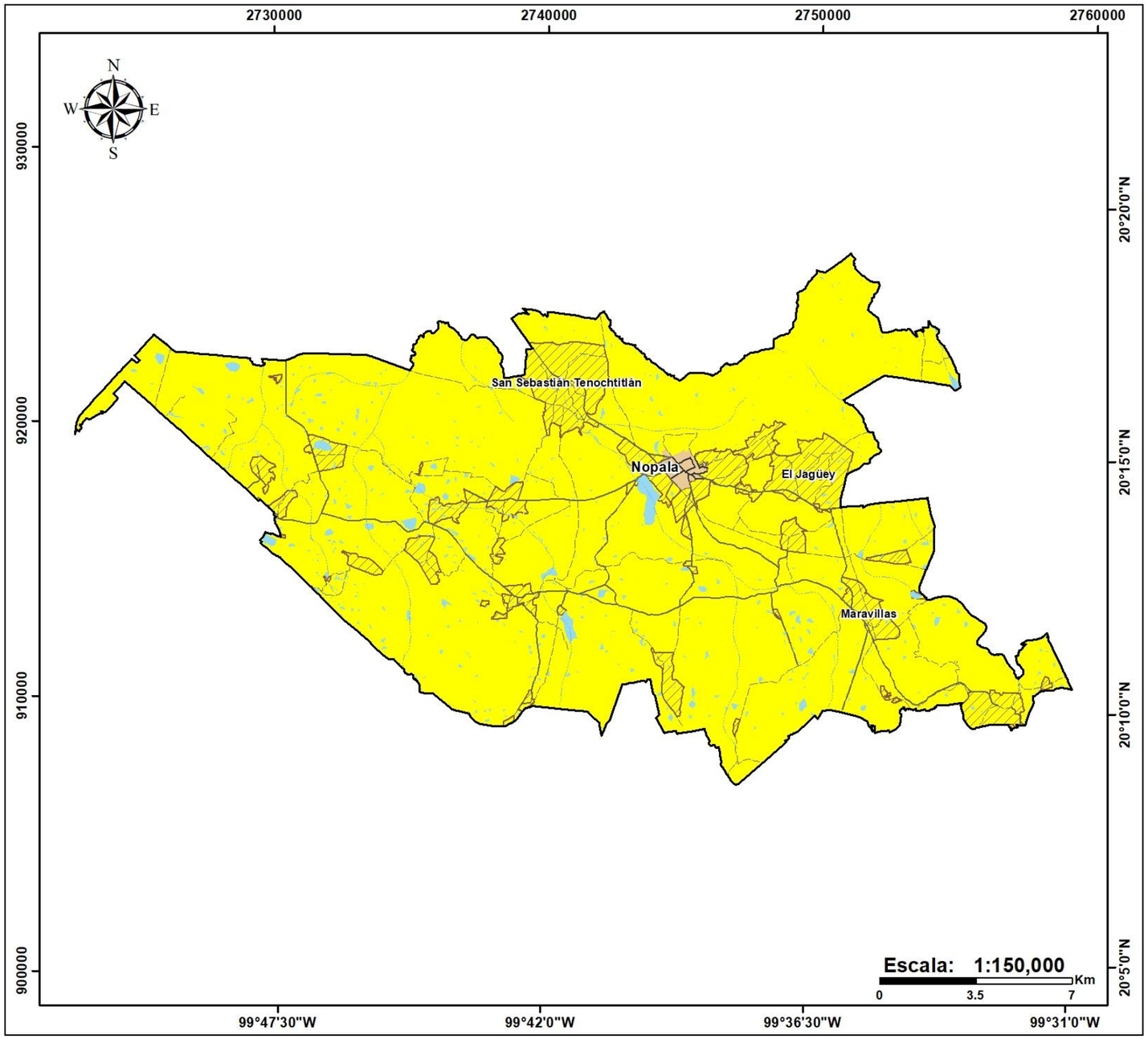
- **Amarillo claro:** representa áreas con cero días de tormentas eléctricas.
- **Amarillo:** representa áreas con 1 a 9 días de tormentas elécticas.
- **Naranja claro:** representa áreas con 10 a 19 días de tormentas eléctricas.
- **Naranja:** representa áreas con 20 a 29 días de tormentas eléctricas.
- **Rojo:** representa áreas con más de 30 días de tormentas eléctricas.

Tormenta eléctrica (meteored, 2018).

Tomando en cuenta esta representación, el municipio presenta una cantidad de 1 a 9 días con tormentas eléctricas históricas lo que representa una presencia baja de las mismas.

Aunque estas tormentas no representan un peligro extremo, su frecuencia exige la implementación de medidas preventivas que protejan a la población, la infraestructura y las actividades económicas del municipio.

Mapa de días con tormenta eléctrica



Simbología

No. de días
- 0
- 1-9
- 10-19
- 20-29
- >30

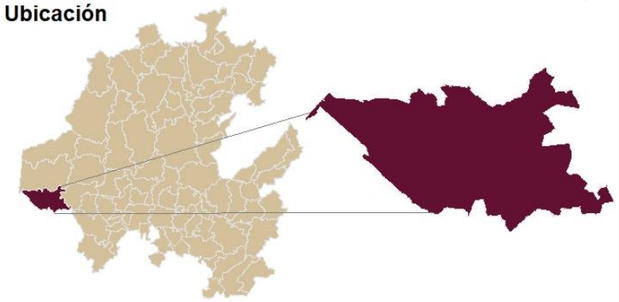
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

DcTE - Días con tormenta eléctrica

Zonificación eólica

Constituye un proceso técnico que permite identificar áreas con potencial para la generación de energía a partir del viento, considerando factores como la velocidad del viento, el relieve y la ubicación geográfica. De acuerdo al Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED, 2025) la velocidad del viento para el municipio, varía entre los 100 y 130 km/h, lo cual ubica al municipio dentro de una categoría de potencial eólico básico; esto señala que presenta condiciones favorables para la generación de energía eólica en pequeña y mediana escala, debido a la presencia de vientos sostenidos que facilitan el funcionamiento técnico de las turbinas, que comienzan a operar eficientemente a partir de velocidades de 12–14 km/h y alcanzan su máximo rendimiento entre 45–55 km/h (CENAPRED, 2025). El aprovechamiento del potencial eólico en el municipio contribuiría al desarrollo de energías renovables, promoviendo beneficios como la diversificación energética, la generación de empleos y el impulso a la economía local.

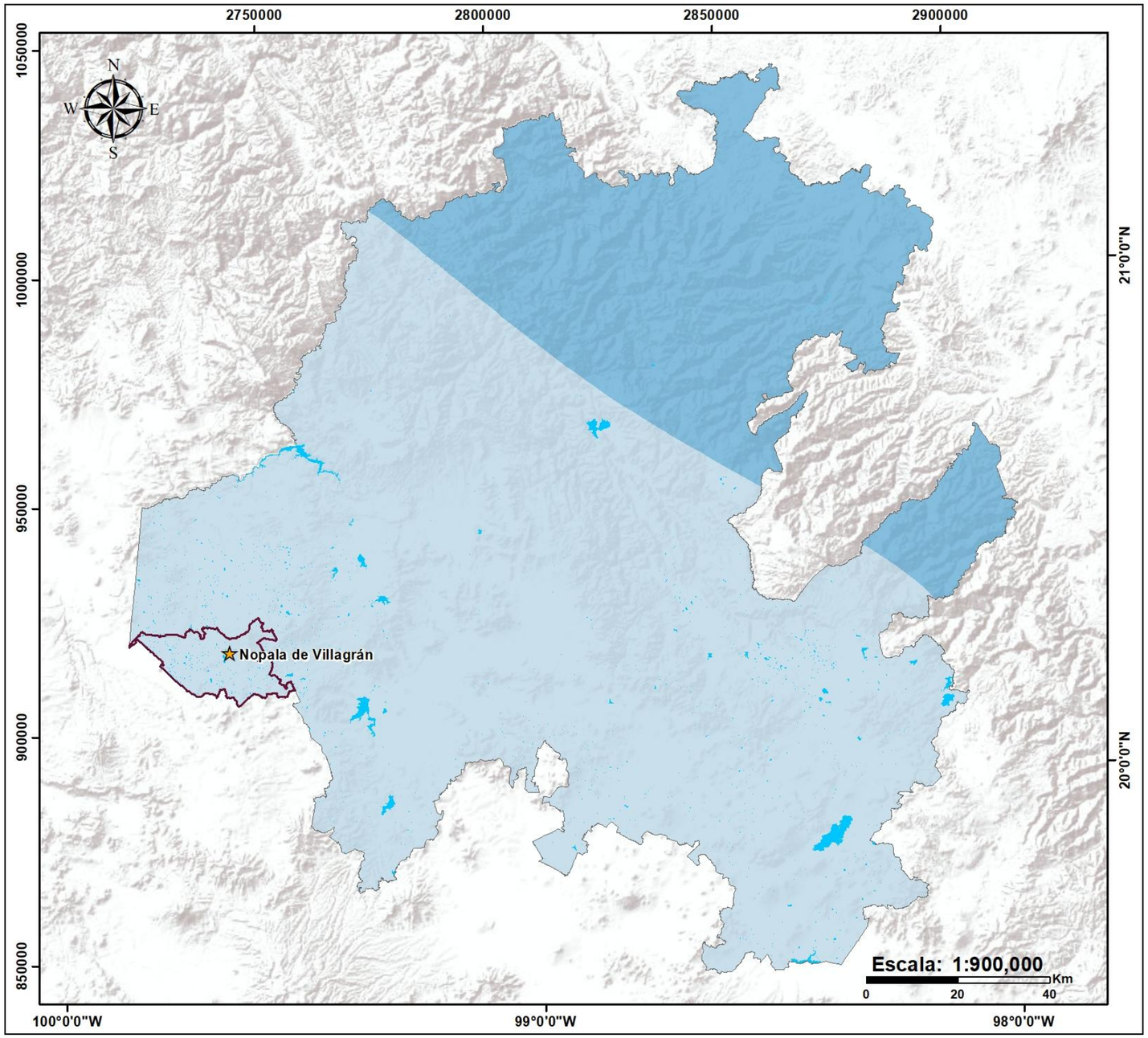
Parque eólico con aerogeneradores (La voz Galicia 2025).

De igual forma, la zonificación eólica tiene un impacto significativo en la planeación territorial, el desarrollo económico y la gestión ambiental del municipio.

En primer lugar, la zonificación ofrece información estratégica para la toma de decisiones gubernamentales, ya que permite delimitar zonas aptas para la instalación de infraestructura eólica sin comprometer áreas sensibles o incompatibles con este tipo de proyectos. De igual manera, proporciona una base técnica para futuros programas de inversión pública o privada, orientando la llegada de nuevos proyectos que puedan fortalecer la economía regional mediante la creación de empleo y la dinamización de actividades relacionadas con la ingeniería, la construcción y el mantenimiento de equipos energéticos.

Desde un enfoque ambiental, la zonificación apoya la transición hacia energías limpias y contribuye a reducir la dependencia de fuentes fósiles, lo cual favorece el cumplimiento de los compromisos climáticos del país. Sin embargo, también implica la necesidad de establecer criterios de protección ambiental, ya que cualquier intervención debe contemplar los ecosistemas locales, los cuerpos de agua y la cercanía con las comunidades rurales. Esto asegura que los proyectos energéticos se desarrollen bajo principios de sostenibilidad y con una adecuada evaluación de impactos sociales.

Mapa de zonificación eólica



Simbología

Velocidad del viento

- 100 a 130 km/hr
- 130 a 160 km/hr
- 160 a 190 km/hr
- 190 a 220 km/hr

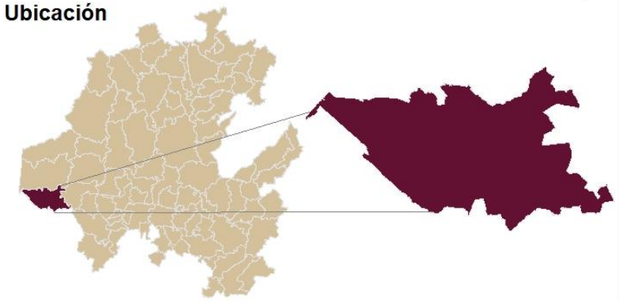
Límites políticos

- Cabecera municipal
- Límite municipal
- Límite estatal

Rasgos hidroráficos

- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

ZE - Zonificación eólica

CAPÍTULO IV.

CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS SOCIALES, ECONÓMICOS, DEMOGRÁFICOS Y MARCO GEOESTADÍSTICO.

Dinámica demográfica

Estudia el cambio en la población humana a lo largo del tiempo por natalidad, mortalidad o migración, mediante el análisis del tamaño, estructura y distribución geográfica.

Según datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (INEGI), el municipio se encuentra conformado por un total de 16,948 personas, de las cuales 8, 237 son hombres y 8, 711 mujeres, con ello se puede observar una ligera predominancia femenina. La población del municipio, se encuentra conformada por población infantil de 0-14 años, mientras que la población juvenil abarca de los 15 a 29 años y los adultos mayores es decir personas de 60 años y más.

Categoría	Habitantes	Porcentaje del total
Infantil	4,068	24%
Juvenil	3,615	21.33%
Adulto Mayor	3,064	18.08%

Clasificación de población, elaboración propia con datos de INEGI (2020).

Proyección de la población

La proyección de la población resulta en una buena planificación a futuro, ya que permite anticipar el tamaño y la estructura de la población del municipio, lo que facilita prever sus necesidades básicas.

La población total del municipio ha mostrado un crecimiento progresivo durante el periodo comprendido entre 2010 y 2025, pasando de 15,660 habitantes en 2010 a 17,631 habitantes en 2025, con una tendencia proyectada al alza hacia 2030. Al proyectar la información se aprecia que el incremento de la población va en aumento de manera lenta ya que anualmente la población incrementaba menos de (1,000) personas. Este factor advierte que, aunque haya más personas jóvenes, el incremento demográfico no es tan significativo en el municipio. Esta estimación se obtuvo mediante el método geométrico, el cual permitió formular las ecuaciones correspondientes, tomando como base el dato estadístico más reciente disponible en el Instituto.

Años	Habitantes
2010	15,660
2015	16,343
2020	16,948
2025	17,631
2030	18,342

Incremento de la población en el municipio, por lustro, elaboración propia, con datos de INEGI (2020).

Distribución de la población

Es la distribución espacial que muestra cómo se encuentra distribuida la población del municipio por áreas en específico o mediante pequeñas comunidades en determinados lugares.

De acuerdo a datos recientes de INEGI, actualmente se registran 113 localidades. Las que cuentan con mayor concentración de personas, están ubicadas hacia el centro del municipio, habitando en ellas más de mil habitantes. En la siguiente tabla se muestra la distribución de la población del municipio por localidad:

Localidad	Habitantes
Aragón	63
Batha y Barrios	236
Buenavista	11
Buenavista	13
Canutillo	5
Cuaxithi	435
Dañu	349
Deca Buenavista	6
Denthó	346
Devego	52
Dingüichi	4
El Águila	S/D
El Borbollón	361
El campamento	15
El Capulín Dañu	297
El Capulín de Aragón	123
El Cedazo	98
El Charcón (Rancho)	4
El Deca	80
El desierto	118
El Destello	12
El fresnillo	71
El Fresno (casas viejas)	722
El Fresno (casas viejas)	104
El gato	1
El Jagüey	1409
El Jazmín (El potrero)	77
El llano	2
El manantial	113
El Mangui	215
El mirador	15
El Mogote	176
El Paye	3
El pedregoso	48
El sauz	19
El tejocote	40
El Tepeyac	6
Escandón	13
Humini	239
Inmobiliaria Avícola Pilgrims Pridel	3
Jesús María	14
La cañada	116
La cañada	56
La cuchilla	121
La Esperanza	14
La estación	48
La fuente (Jagüey blanco)	134
La Herradura (colonia campesina) Rancho	1

Localidad	Habitantes
La huerta	5
La Laja	6
La lechuga	41
La leña	78
La luz	22
La Martinica	37
La Matanza	59
La palma	179
La pila del león	10
La posta	19
La presa	422
La presa Dañu	80
La primavera	5
La reserva	45
La salita	201
La siempreviva	392
Las campanas	13
Las cruces	148
Las manzanas	22
Las vegas	152
Loma colorada	286
Loma del Progreso	166
Loma del Toro	94
Los caballos	6
Los cerritos	337
Los nidos	1
Los pozos (La presa vieja)	30
Los tepetates	92
Maravillas	1092
Nopala	1155
Ojo de Agua	7
Ojuelos	164
Pachuquilla	36
Palo verde	45
Pedregales borbollón	162
Pedregales Dañu	28
Peñafiel	21
Puerta blanca	75
Puerto Dañu	179
Rancho nuevo	9

Localidad	Habitantes
San Francisco	S/D
San Ignacio	2
San Isidro	9
San Juanita (casas viejas)	526
San Lorenzo Amarillo	4
San Lorenzo el chico	696
San Sebastián de Juárez	509
San Sebastián Tenochtitlán	2409
Santa Catalina	12
Santa Cruz	2
Santa fe	S/D
Santa Lucía	86
Santa Rosa	7
Santa Rosa el Marquéz	112
Taxtejhe	43
Temascales chicos	S/D
Tequexhido	71
Tierra blanca	45
Venta hermosa	86

Distribución del municipio en localidades, propia, según datos del Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI, 2020).

Con el objetivo de garantizar la certeza jurídica y administrativa en la gestión del territorio, el H. Ayuntamiento Municipal valida oficialmente las localidades detalladas a continuación. El reconocimiento de estos asentamientos dentro de la demarcación territorial es el eje rector para los planes de desarrollo urbano y los programas de asistencia social, asegurando que cada comunidad sea integrada correctamente en el esquema de gobernanza local.

Localidad	Localidad
Alfajayucan	Humini
Maravillas	La Leña
San Sebastián Tenochtitlán	La Loma Colorada
Jagüey	La Loma del Progreso
Aragón	La Loma del Toro
Bathá y Barrios	El Manantial Dañú

Localidad	Localidad
El Borbollón	El Manguí
La Cañada	La Martinica
El Capulín de Argón	El Mogote
El Cedazo	Pachuquilla
Los Cerritos	La Palma
Las Cruces	Palo Verde
Cuaxithí	Pedregales Borbollón
La Cuchilla	El Pedregoso
Dañu	Pila del León
Deca La Esperanza	La Presa
Denthó	Puerto Dañú
Estación Casas Viejas	La Salita
Estación Nopala	San Lorenzo el Chico
El Fresno Casas Viejas	Santa Lucia
San Sebastián de Juárez	Santa Rosa el Márquez
El Sauz	Taxtejhé
La Siempreviva	Los Tepetates
El Tejocote	Las Vegas
Venta Hermosa	Puerta Blanca
La Fuente	Capulín Dañú

Listado de localidades de acuerdo al H. Ayuntamiento Municipal (2026).

Densidad de población

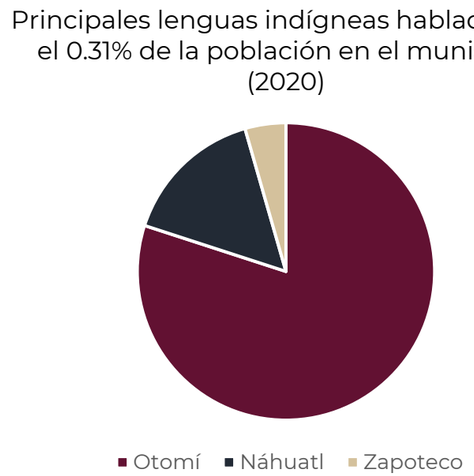
Sirve como indicador clave para analizar la dinámica demográfica, distribución de recursos en el municipio y uso de suelos.

De acuerdo con los datos del Censo de Población y Vivienda 2020, el municipio de Nopala de Villagrán, Hidalgo, cuenta con una población total de 16,948 habitantes (INEGI, 2020). Con una superficie territorial de 341.31 km², se obtiene una densidad poblacional de 49.66 habitantes por km² (SIGEH, 2020).

Este valor evidencia el carácter predominantemente urbano del municipio, caracterizado por un uso intensivo del suelo y una alta concentración poblacional, lo que a su vez implica mayores requerimientos en materia de infraestructura, servicios públicos y manejo sostenible de los recursos naturales.

Población indígena

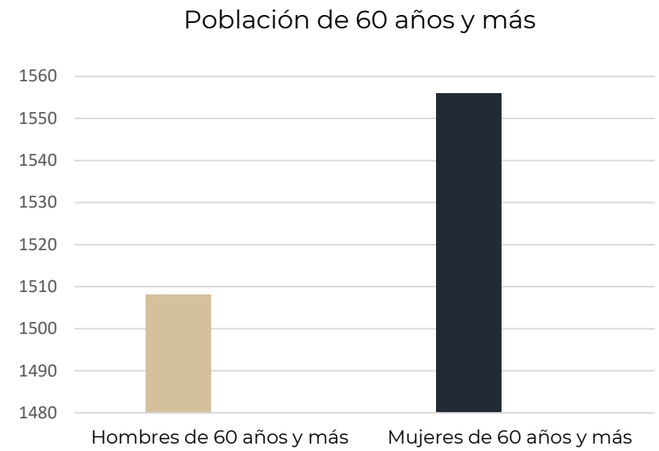
Se denomina población indígena a grupos originarios que descienden de los pueblos que habitaban el territorio antes de la colonización, y son quienes mantienen sus propias instituciones, culturas y lenguas. En el municipio, al igual que en diversas regiones del país, la población indígena conserva un papel fundamental en la vida social y cultural, manteniendo una estrecha vinculación con sus raíces lingüísticas y tradiciones ancestrales, que siguen siendo símbolo de resistencia y continuidad cultural. De acuerdo con los datos del Censo de Población y Vivienda 2020 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el 0.31% de la población habla alguna lengua indígena, y la totalidad de este grupo también habla español. Las lenguas indígenas más habladas fueron Otomí (36 habitantes), náhuatl (7 habitantes) y Zapoteco (2 habitantes).



Cantidad de habitantes que habla alguna lengua Indígena, elaboración propia con datos de INEGI (2020).

Población de 60 años y más

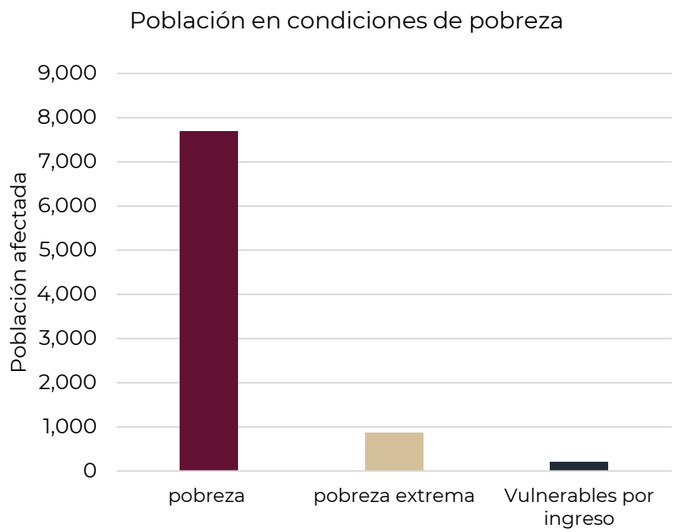
El envejecimiento de la población constituye un aspecto fundamental en el análisis demográfico, ya que permite comprender los cambios en la estructura por edades y sus implicaciones en el desarrollo social y económico. Según los datos del Censo de Población y Vivienda 2020 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), la población de 60 años y más es de 3, 064 habitantes, de los cuales 1, 508 son mujeres y 1, 556 son hombres. El crecimiento y la distribución de esta población deben ser factores clave para el desarrollo de estrategias que mejoren su calidad de vida, y asegurar que reciban el apoyo necesario en áreas como la salud, vivienda y servicios.



Cantidad total de hombres y mujeres de 60 años y más del municipio, elaboración propia con datos de INEGI (2020).

Pobreza y hacinamiento

De acuerdo con información proporcionada por el CONEVAL, y procesada por el SIGEH, hasta el año 2020, 7,698 personas que representan el (43.09%) de la población total, se encontraban en condiciones de pobreza. Dentro de este grupo, 868 habitantes 4.86% vivían en pobreza extrema, representando el 4.86% de la población total, lo que refleja una situación de alta vulnerabilidad social. Además, 197 personas, que representan el 1.1% de la población, eran consideradas vulnerables por ingreso, es decir, contaban con recursos económicos limitados para satisfacer plenamente sus necesidades básicas.



Gráfica que muestra los datos del tipo de condición económica en el que se encuentra el municipio, con datos de INEGI (2020).

Marginación

El índice de marginación es una herramienta desarrollada por el Consejo Nacional de Población (CONAPO), con el objetivo de medir y comparar las desventajas sociales y económicas de la población; y sirve como base para el diseño y evaluación de políticas públicas y orientadas al desarrollo social y reducción de la desigualdad en el municipio.

El municipio se encuentra atravesando por grandes retos en su desarrollo y acceso a servicios básicos; presenta complicaciones debido a que el (29.3%) de la población no tiene acceso a los servicios básicos de vivienda y (79.7%) servicios de seguridad social, (20.7%) tiene rezago educativo, (24.4%) no tienen acceso a los servicios de salud y el (27.8%) no tienen acceso a la alimentación.

El municipio presenta un grado alto de marginación, según datos más recientes de INEGI y CONAPO.

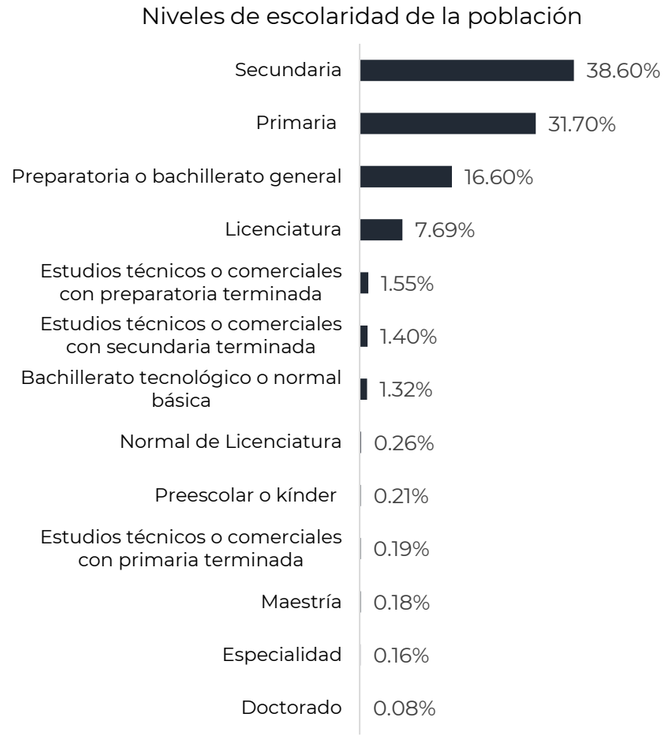
Marginación	
Necesidad	Porcentaje
Rezago educativo	20.7%
Servicios de salud	24.4%
Alimentación	27.8%
Servicios básicos de vivienda	29.3%
Seguridad social	79.7%

Principales problemáticas que enfrenta el municipio (INEG y CONAPOI).

Educación

En el municipio la educación muestra un panorama mixto; según datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y la Secretaría de Economía, para el 2020 los principales grados académicos de la población fueron: secundaria con 4, 690 habitantes (38.6%), primaria con 3, 850 habitantes (31.7%) y preparatoria o bachillerato general con 2, 020 habitantes (16.6%). Sin embargo, aún existen rezagos respecto a la educación en el municipio con una tasa de analfabetismo de 7.19%, del cual 49.4% corresponde a hombres y 50.6% a mujeres.

El grado promedio de escolaridad del municipio se estimó en 8.2 años lo que equivale al segundo año de secundaria. Es importante conocer el estado actual de la educación del municipio que permita realizar estrategias eficientes para disminuir y prevenir el rezago educativo, fortalecer la educación básica y reducir las desigualdades entre localidades. Esto incluye el diseño de programas específicos que consideren las necesidades particulares de las comunidades con menor grado de escolaridad, así como el fortalecimiento de la infraestructura educativa en el municipio.



Niveles de escolaridad de la población

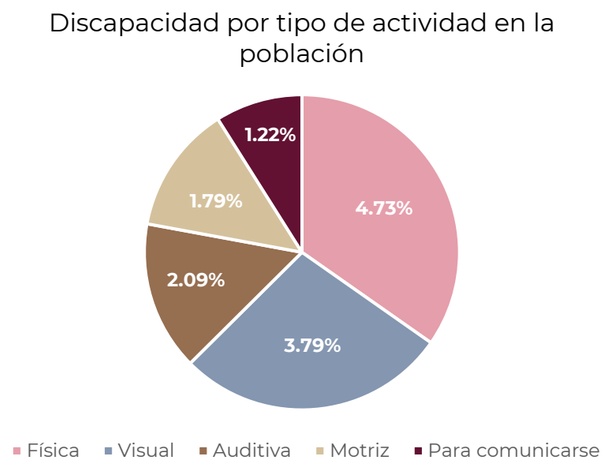
Limitaciones en la actividad y salud

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la salud se define como un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no únicamente como la ausencia de enfermedades o afecciones. El estado de salud de la población en un municipio constituye un elemento fundamental para su desarrollo social y económico, pues influye directamente en la calidad de vida de sus habitantes y en su capacidad para realizar actividades cotidianas de manera eficiente.

En el municipio se encuentran 4, 617 habitantes con discapacidad, limitación y/o problemas que fomentan una condición mental no sana; de los cuales 802 habitantes cuentan con una discapacidad física (4.73%), y 643 personas con una discapacidad visual (3.79%) y 355 con una discapacidad auditiva (2.09%).

Este panorama demanda una atención integral por parte de las instituciones públicas y sociales, orientada a garantizar la inclusión y el acceso equitativo a servicios de salud, educación, empleo y movilidad (Secretaría de Economía, 2020).

Asimismo, se requiere fortalecer las políticas de accesibilidad urbana y la sensibilización comunitaria, con el fin de eliminar barreras físicas y sociales que limitan la participación plena de las personas con discapacidad. Promover programas de rehabilitación, capacitación laboral y apoyo educativo especializado resulta esencial para mejorar su calidad de vida y fomentar una sociedad más inclusiva y equitativa dentro del municipio.



Discapacidad por tipo de actividad en la población

Empleo e ingreso

De acuerdo a los datos del SIGEH e INEGI del 2020, en el municipio existen 8,329 habitantes económicamente activos, de los cuales 8,209 habitantes cuentan con un empleo y 120 habitantes están desempleados; de este grupo el 39.33% son mujeres y 60.67% son hombres, lo que representa más hombres en el campo laboral a comparación de mujeres, lo que podría indicar que las mujeres habitantes de este municipio se dedican a otras labores; por ejemplo, labores del hogar.

De esta población, el 28.22% trabaja en sector primario y 26.97% en el sector secundario, respecto al sector terciario, el 13.95% de la población se dedica al comercio, mientras que el 29.96% se considera trabajadores de servicio.

Respecto a la producción bruta total, el municipio produce 177.7 millones de pesos. Es importante conocer estos datos a nivel municipal para elaborar estrategias adecuadas que beneficien a todos los sectores empleados y existan más y mejores oportunidades.

Factores económicos	No. de personas
Población económicamente activa (PEA)	8,329
Población desocupada	120
Población ocupada	8209
Población ocupada en unidades económicas dentro del municipio	669

Factores económicos del municipio de Nopala de Villagrán (INEGI y CONAPO, 2024).

Marco geoestadístico

Es una herramienta desarrollada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) que organiza el territorio nacional en unidades delimitadas, como municipios, localidades y Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEB). Permite ubicar con precisión la información obtenida en censos y encuestas, lo que facilita su aplicación en la planeación de proyectos, la toma de decisiones y el diseño de políticas públicas. Al integrarse al Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica (SNIEG), garantiza que los datos sean claros, comparables y útiles para diversos sectores.

Esta compilación de información permite identificar con exactitud las zonas vulnerables y los riesgos que enfrenta cada municipio, al combinar mapas detallados con datos sobre población e infraestructura. De esta manera, se pueden diseñar medidas preventivas, estrategias de mitigación y respuestas más eficaces ante posibles emergencias o desastres.

Para la incorporación de infraestructura y equipamiento de uso público, dentro del marco geoestadístico del Atlas del municipio, se utilizó la información cartográfica elaborada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), correspondiente a la edición 2024 de su marco geoestadístico. Esta base de datos contempla una cobertura actualizada que comprende el periodo del 31 de agosto de 2023 al 31 de agosto de 2024. La elaboración de los mapas temáticos para la localización de dichos elementos se llevó a cabo mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG); se descargaron y procesaron datos vectoriales del INEGI, los cuales contienen capas georreferenciadas. Estos datos fueron clasificados y filtrados de acuerdo a las categorías: cementerios, centros médicos, escuelas, instalaciones deportivas o recreativas, instalaciones gubernamentales, plazas, pozos, tanques de agua, templos, lo que permitió su adecuada representación cartográfica. Como resultado, cada mapa generado ofrece una visualización precisa de la distribución espacial de los servicios e infraestructuras analizados, lo que contribuye significativamente a la toma de decisiones en la gestión de riesgos.

Cementerios

Lugares designados para el entierro de los muertos, también conocidos como camposantos, necrópolis o panteones, según la región y la cultura local. Estos sitios están divididos en parcelas o tumbas individuales, donde se colocan los restos humanos, generalmente en ataúdes o urnas, y suelen ser puntos de recuerdo, a través de lápidas, monumentos o mausoleos. Además de su función funeraria, los cementerios tienen regulaciones específicas sobre el tipo de enterramiento permitido, la disposición de las tumbas y el mantenimiento, por lo cual varían según la localidad y las normativas municipales.

Templos

Infraestructuras de gran importancia cultural, religiosa y social dentro del municipio. Estos espacios no solo sirven como lugares de culto, sino que también desempeñan un papel central en las tradiciones y festividades locales, siendo centros de encuentro, espiritualidad y cohesión comunitaria.

El análisis de los templos en el Atlas de Riesgos permite evaluar su distribución en el territorio, su relación con otras infraestructuras clave y su vulnerabilidad ante posibles riesgos naturales, como terremotos, inundaciones o desastres.

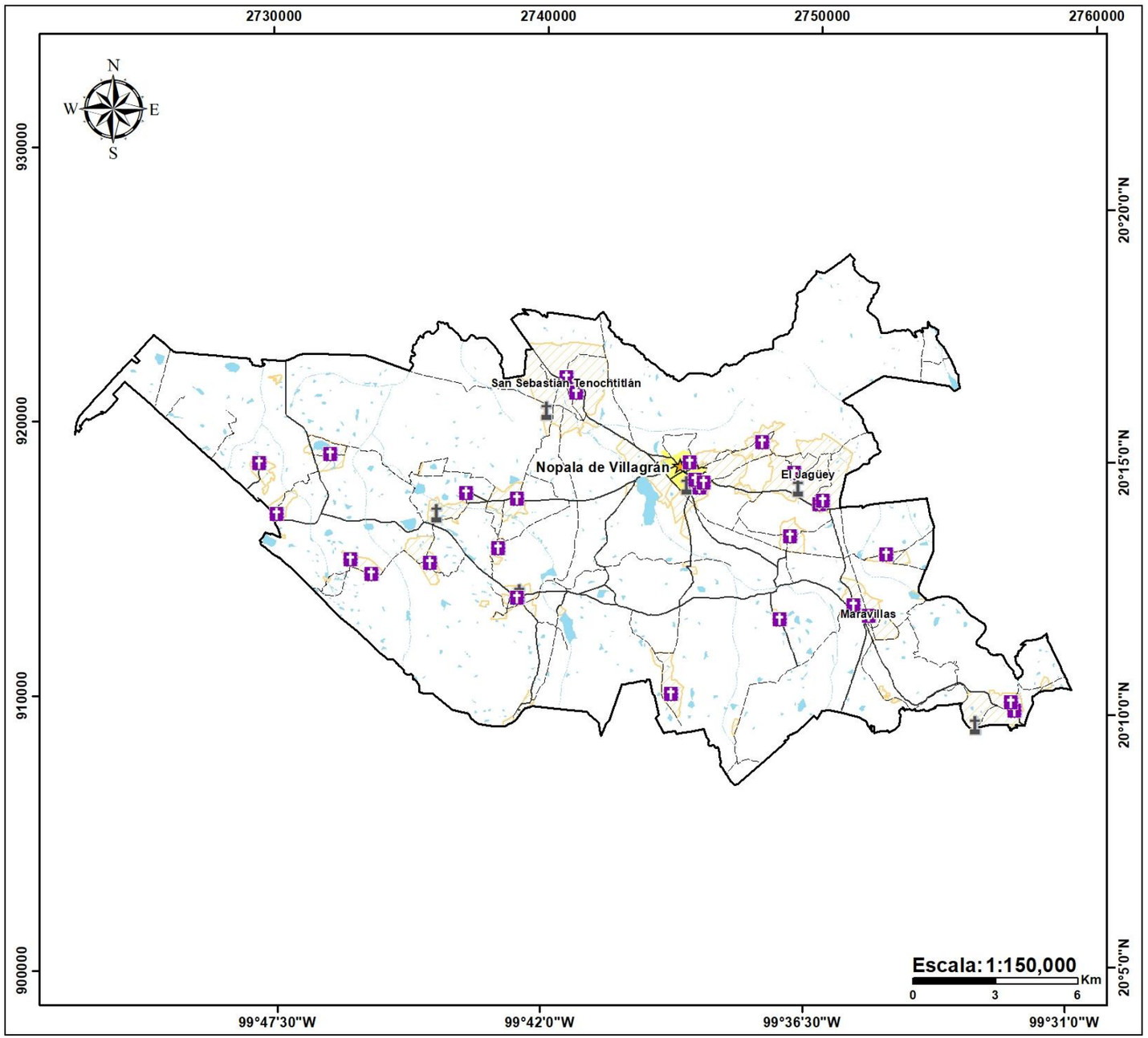
El municipio cuenta con cinco cementerios distribuidos en zonas rurales y uno en la zona urbana; además, dispone de 27 templos ubicados en áreas rurales y uno en la zona urbana.

Iglesia ubicada en la cabecera municipal. Fuente: propia

Centros de asistencia médica

Establecimientos donde se ofrecen servicios de salud, que pueden incluir atención primaria, especializada, de diagnóstico, de tratamiento y rehabilitación. Estos centros están diseñados para atender diversas necesidades de salud de la comunidad, desde consultas médicas generales hasta procedimientos más complejos, y pueden variar en su especialización y nivel de atención. La calidad y accesibilidad de estos servicios son fundamentales para el bienestar de la comunidad, especialmente en zonas rurales o marginadas donde los recursos pueden ser limitados. En el municipio, existen 9 centros de asistencia médica distribuidos principalmente en las zonas rurales, mientras que solo uno se localiza en la zona urbana.

Mapa de marco geoestadístico



Simbología

Marco geoestadístico
- Cementerio
- Templo

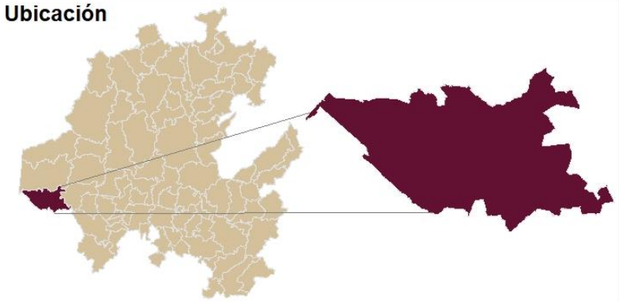
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

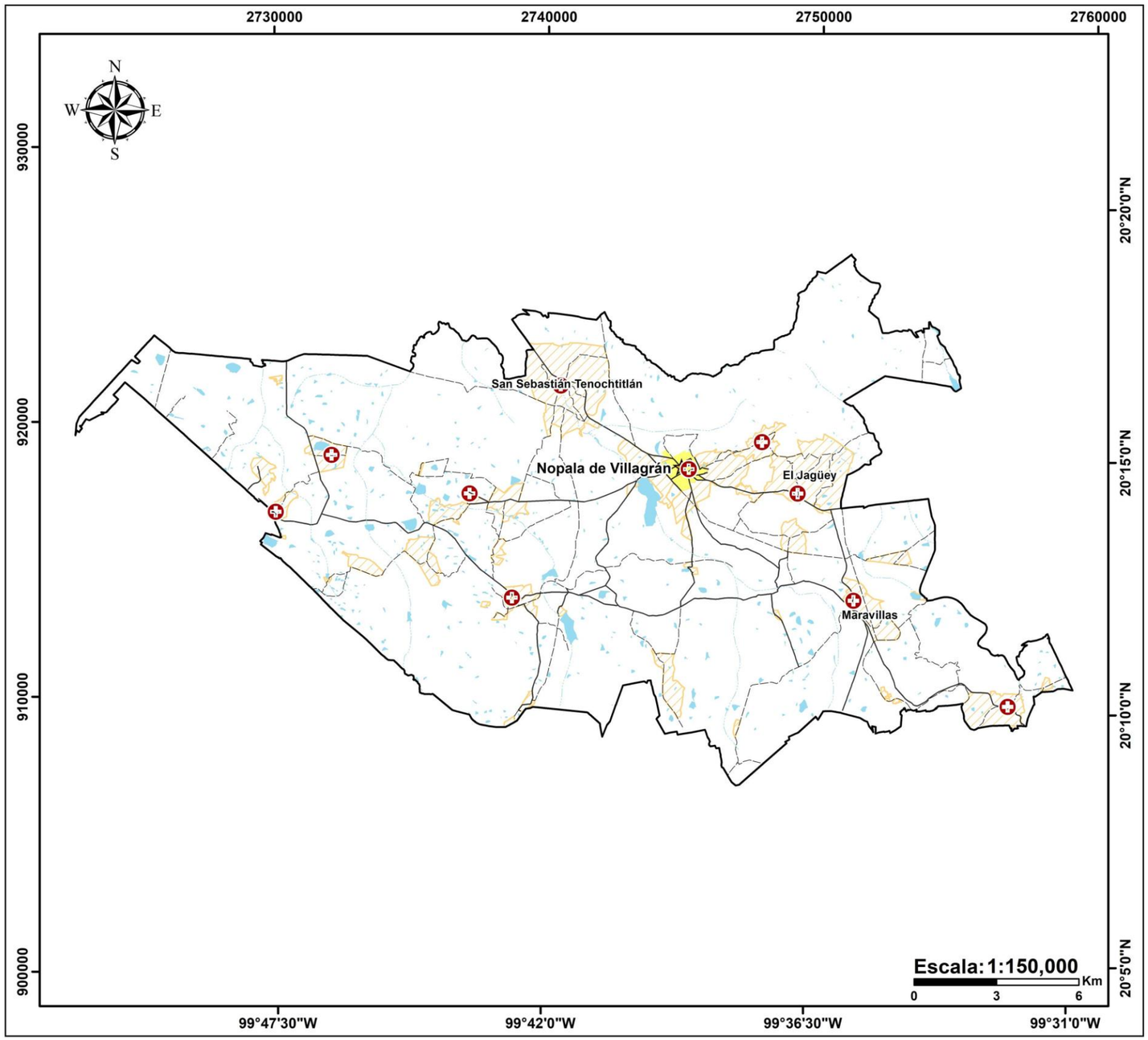
Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

MG - Marco geoestadístico - Cementerios y Templos

Mapa de marco geoestadístico



Simbología

Marco geoestadístico

- Centro de asistencia médica

Límites políticos

- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades

- Rural
- Urbana

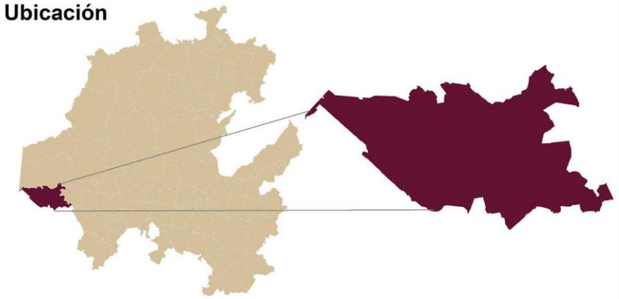
Vías de comunicación

- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos

- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

MG - Marco geoestadístico - Centros de asistencia médica

Escuelas

Las escuelas son instituciones fundamentales para la formación académica y el desarrollo de habilidades y valores en la población estudiantil, bajo la guía de docentes. Pueden ser públicas o privadas, e incluso especializadas en áreas específicas. Su adecuada distribución territorial es clave para garantizar el acceso equitativo a una educación de calidad y promover la igualdad de oportunidades y el desarrollo social.

Escuela primaria de San Sebastián de Juárez (Elaboración propia, 2025).

Con información proporcionada por el H. Ayuntamiento Municipal, se pudieron identificar un total de 79 unidades educativas distribuidas en el municipio, las cuales comprenden distintos niveles y modalidades del sistema educativo, tanto en su vertiente pública como privada. Esta red educativa se encuentra dispersa en diversas localidades y zonas del territorio municipal, lo que refleja la cobertura del servicio y su papel estratégico en la atención de la población escolar. La identificación y georreferenciación de estas unidades resulta fundamental para el análisis territorial, ya que permite evaluar condiciones de accesibilidad, concentración poblacional, posibles escenarios de riesgo y necesidades de planeación en materia de protección civil, equipamiento urbano y fortalecimiento de servicios básicos vinculados al sector educativo.

Localidad	Nivel Educativo	Tipo
Maravillas	Básica	Preescolar
Nopala De Villagrán	Básica	Preescolar
San Sebastián Tenochtitlán	Básica	Preescolar
El Jagüey	Básica	Preescolar
Dañu	Básica	Preescolar
Batha Y Barrios	Básica	Preescolar
El Borbollón	Básica	Preescolar
San Lorenzo El Chico	Básica	Preescolar
Cuaxithi	Básica	Preescolar
La Palma	Básica	Preescolar
La Siempreviva	Básica	Preescolar
El Cedazo	Básica	Preescolar
La Cuchilla	Básica	Preescolar
Las Cruces	Básica	Preescolar
El Fresno (Casas Viejas)	Básica	Preescolar
Humini	Básica	Preescolar
Las Vegas	Básica	Preescolar
La Fuente (Jagüey Blanco)	Básica	Preescolar
El Mogote	Básica	Preescolar
Denthó	Básica	Preescolar
San Sebastián De Juárez	Básica	Preescolar
Los Cerritos	Básica	Preescolar
Nopala De Villagrán	Básica	Preescolar
El Mangui	Básica	Preescolar
Nopala De Villagrán	Básica	Primaria
Batha Y Barrios	Básica	Primaria
El Borbollón	Básica	Primaria
El Fresno (Casas Viejas)	Básica	Primaria
Dañu	Básica	Primaria
El Mangui	Básica	Primaria
Maravillas	Básica	Primaria
La Palma	Básica	Primaria
San Lorenzo El Chico	Básica	Primaria
San Sebastián Tenochtitlán	Básica	Primaria
San Sebastián De Juárez	Básica	Primaria
Cuaxithi	Básica	Primaria
El Jagüey	Básica	Primaria
La Siempreviva	Básica	Primaria
Las Cruces	Básica	Primaria
La Cuchilla	Básica	Primaria
El Cedazo	Básica	Primaria
Humini	Básica	Primaria
La Fuente (Jagüey Blanco)	Básica	Primaria
Las Vegas	Básica	Primaria
Santa Rosa El Marqués	Básica	Primaria
La Cañada	Básica	Primaria
El Mogote	Básica	Primaria
El Capulín De Aragón	Básica	Primaria
Nopala De Villagrán	Básica	Secundaria
Maravillas	Básica	Secundaria
San Sebastián De Juárez	Básica	Secundaria
El Borbollón	Básica	Secundaria
Dañu	Básica	Secundaria
Batha Y Barrios	Básica	Secundaria
El Jagüey	Básica	Secundaria
San Lorenzo El Chico	Básica	Secundaria
San Sebastián Tenochtitlán	Básica	Secundaria
El Fresno (Casas Viejas)	Básica	Secundaria
Cuaxithi	Básica	Secundaria
La Cañada	Básica	Secundaria
Nopala De Villagrán	Media Superior	Media Superior
Batha Y Barrios	Media Superior	Media Superior
Dañu	Media Superior	Media Superior
El Fresno (Casas Viejas)	Media Superior	Media Superior
Maravillas	Media Superior	Media Superior
Nopala De Villagrán	Superior	Superior

Localidad	Nivel Educativo	Tipo
Nopala De Villagrán	Superior	Superior
Localidad	**Tipo**	
Los Cerritos	CONAFE	
Humini		
El Jagüey		
Maravillas		
San Sebastián Tenochtitlán		
La Siempreviva		
San Sebastián De Juárez		
El Capulín De Aragón		
Nopala De Villagrán		
Cuaxithi		
Loma Colorada		
La Palma		

Características educativas municipales (elaboración propia, con datos del H. Ayuntamiento Municipal, 2026

Instalaciones deportivas o recreativas e instalaciones gubernamentales

Las instalaciones deportivas o recreativas son espacios diseñados para promover la actividad física y el ocio, proporcionando un entorno seguro para que las personas participen en diversas actividades deportivas y recreativas. Son clave para el bienestar físico y mental de la población, al ofrecer lugares adecuados para el ejercicio y la interacción social, por ejemplo canchas públicas que son utilizadas principalmente para la practica de deportes colectivos como futbol, o bien unidades deportivas.

En el marco geoestadístico del Atlas de Riesgos, su localización permite analizar su accesibilidad, especialmente en áreas vulnerables, y facilita la toma de decisiones sobre la construcción o mejora de estos espacios.

Por otra parte, las instalaciones gubernamentales son espacios físicos donde operan las oficinas y dependencias encargadas de gestionar servicios públicos esenciales, como seguridad, educación, salud y registro civil. Estas infraestructuras son fundamentales para la administración pública, ya que desde ellas se coordinan funciones clave que impactan directamente en la calidad de vida de la población.

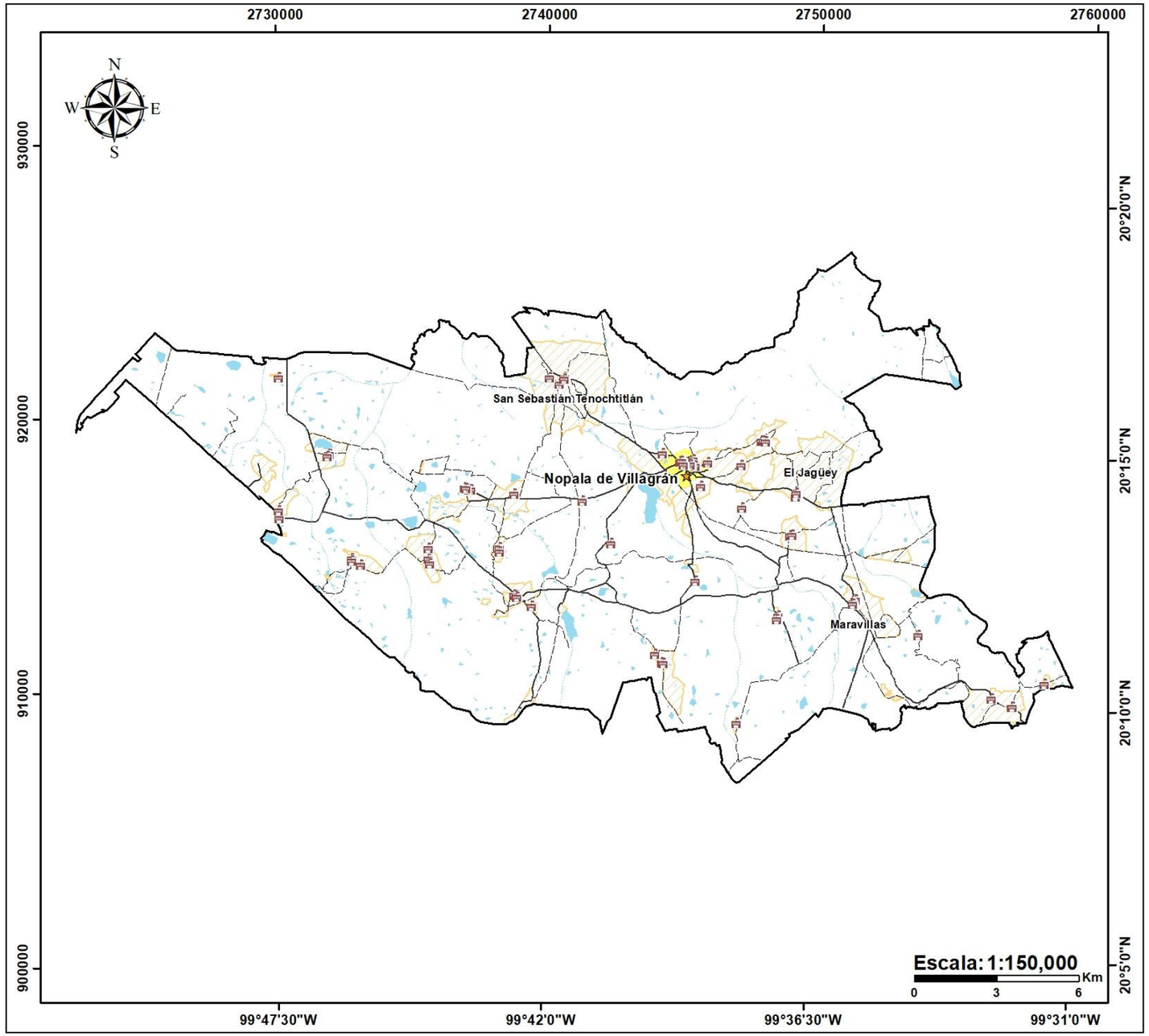
Su adecuada distribución y accesibilidad garantizan la funcionalidad administrativa del municipio y proporcionar un punto de conexión entre el gobierno y la ciudadanía. Destacan ejemplos como:

- **Palacio municipal**: Sede principal de la administración pública local, donde se concentran las oficinas del presidente municipal, regidores y departamentos clave para la gestión del municipio.
- **Registro civil:** Oficina encargada de registrar los actos y hechos del estado civil de las personas, como nacimientos, matrimonios y defunciones, esenciales para la identidad legal de los ciudadanos.
- **Delegación de protección civil:** Instalación dedicada a planificar, coordinar y ejecutar acciones preventivas y de respuesta ante emergencias y desastres naturales o provocados por el hombre.
- **Estación de policía municipal:** Espacio operativo para garantizar la seguridad pública, realizar patrullajes preventivos y atender emergencias relacionadas con el orden social.

Nopala de Villagrán dispone de una instalación deportiva y recreativa ubicada en una zona rural. En cuanto a las instalaciones gubernamentales, se encuentran cinco palacios de gobierno en zonas rurales y uno en la zona urbana.

Palacio municipal. Fuente: propia, 2025.

Mapa de marco geoestadístico



Simbología

Marco geoestadístico
- Escuela

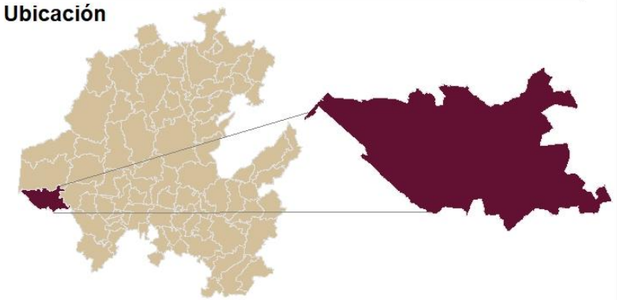
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

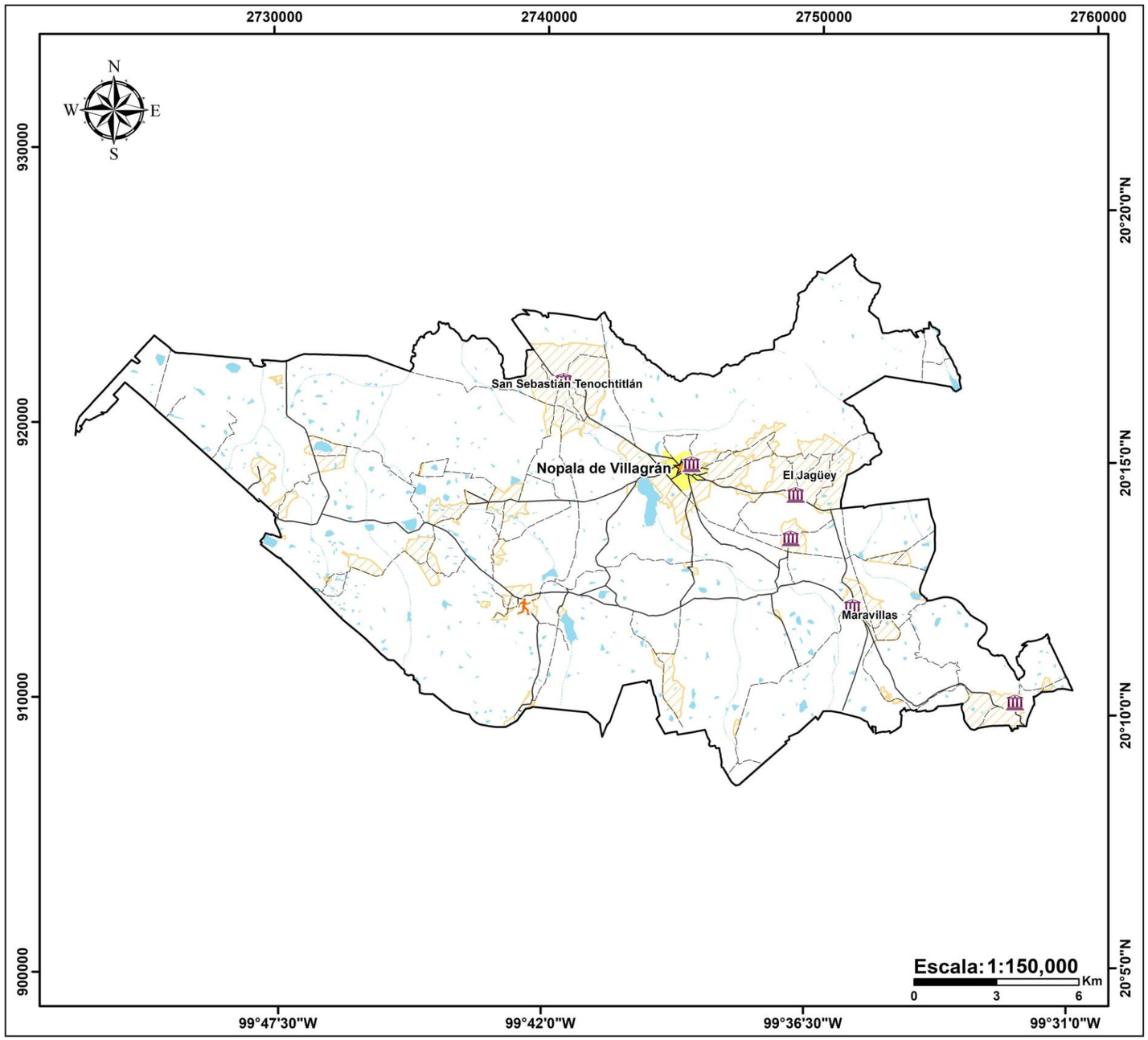
Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

MG - Marco geoestadístico - Escuelas

Mapa de marco geoestadístico



Simbología

Marco geoestadístico

- Instalación deportiva o recreativa
- Instalación gubernamental

Límites políticos

- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades

- Rural
- Urbana

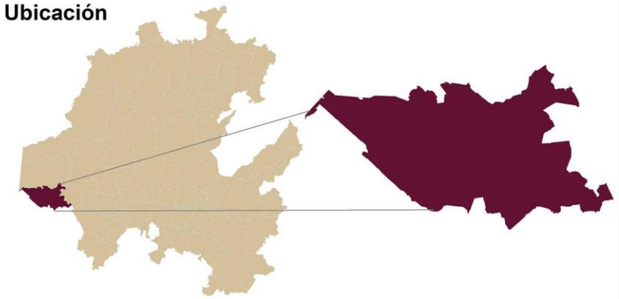
Vías de comunicación

- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos

- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

MG - Marco geoestadístico - Instalaciones deportivas o recreativas / instalaciones gubernamentales

Plazas

Desempeñan un papel importante en la estructura urbana de los municipios. Son espacios públicos destinados al esparcimiento, la convivencia y la realización de actividades recreativas o cívicas. Su diseño y ubicación tienen un fuerte impacto en la calidad de vida de los ciudadanos, proporcionando un entorno accesible para actividades sociales y culturales.

El municipio dispone de 15 plazas localizadas en zonas rurales, mientras que tres se ubican en zonas urbanas.

Vista aérea de la plaza principal, ubicada en la cabecera municipal. Fuente: propia, 2025.

Pozos y tanques de agua

Los pozos son una fuente esencial de agua en muchas regiones, especialmente en áreas rurales donde el acceso a redes de agua potable es limitado. Dentro del municipio, los pozos constituyen un recurso vital tanto para el abastecimiento de la población como para el desarrollo de las actividades productivas locales. Por ello, su adecuada ubicación y gestión son fundamentales para garantizar un acceso sostenible al agua, particularmente ante escenarios de crecimiento poblacional y cambio climático.

En cambio, los tanques de agua son infraestructuras diseñadas para almacenar cantidades suficientes de agua con el fin de satisfacer la demanda de la población y regular la presión dentro del sistema de distribución, asegurando así un servicio eficiente y continuo.

El análisis de los pozos y tanques de agua en el Atlas de Riesgos permite evaluar no solo su distribución y accesibilidad, sino también su vulnerabilidad frente a riesgos naturales como sequías, inundaciones o contaminación. La identificación precisa de estos puntos estratégicos facilita la toma de decisiones informadas para fortalecer la resiliencia hídrica del municipio y garantizar un suministro seguro y adecuado para la comunidad.

Bajo los registros oficiales del H. Ayuntamiento, el municipio cuenta con un total de 8 pozos operativos destinados al abastecimiento de agua potable para los diversos asentamientos humanos.

Pozos operativos		
El Fresno	Cuaxithi	La Cantina
Ojo de Agua	El Tejocote	El Sauz
La Reforestación	125	-

Nombre de pozos municipales (H. Ayuntamiento Municipal, administración 2024-2025).

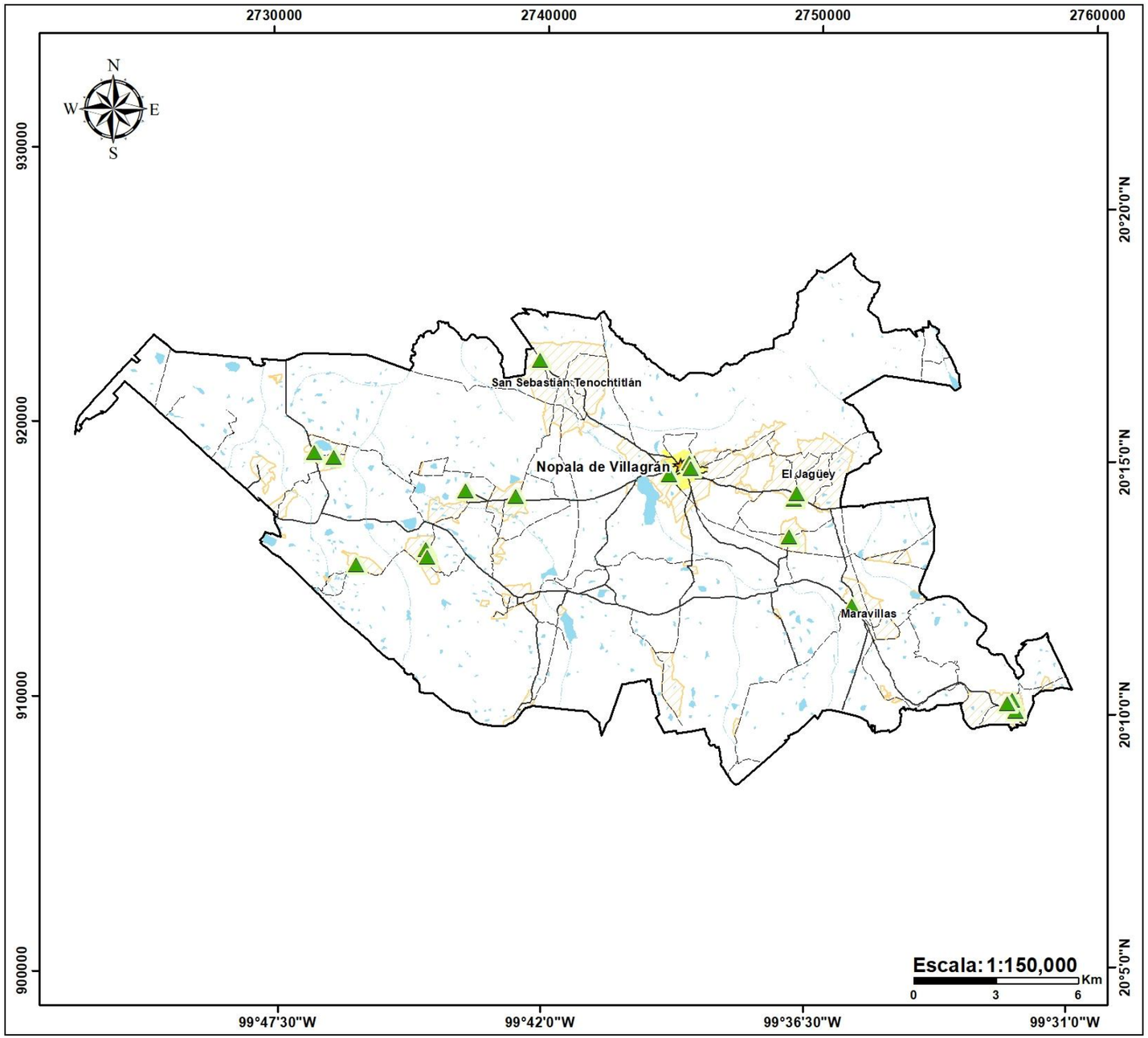
Asimismo, de acuerdo con cartografía de INEGI, el municipio dispone con un total de 30 tanques de agua en zonas rurales y uno en la zona urbana.

Vías de acceso

La Red Nacional de Caminos es una representación cartográfica digital y georreferenciada de alta precisión que describe la infraestructura vial del país. Modelada bajo estándares internacionales y el marco normativo del SNIEG, facilita el cálculo de rutas y garantiza alta interoperabilidad. Integra toda la red pavimentada y la mayoría de los caminos no pavimentados, así como las principales vialidades urbanas y rurales que las conectan, ofreciendo una visión detallada y completa del sistema vial nacional (Red Nacional de Caminos, 2024).

En el municipio predominan las vías de acceso estatales, lo que permite una comunicación eficiente y facilita su conexión con el resto del estado. Estas rutas fortalecen la movilidad local y favorecen el intercambio social, económico y territorial con las regiones vecinas.

Mapa de marco geoestadístico



Simbología

Marco geoestadístico
- Plaza

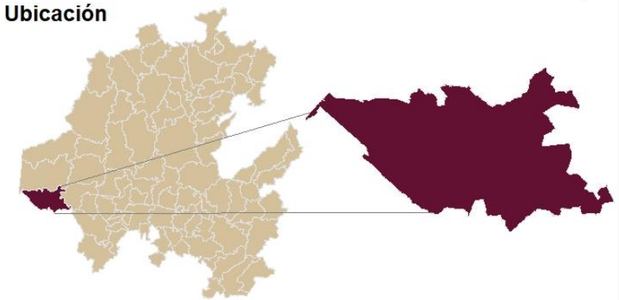
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

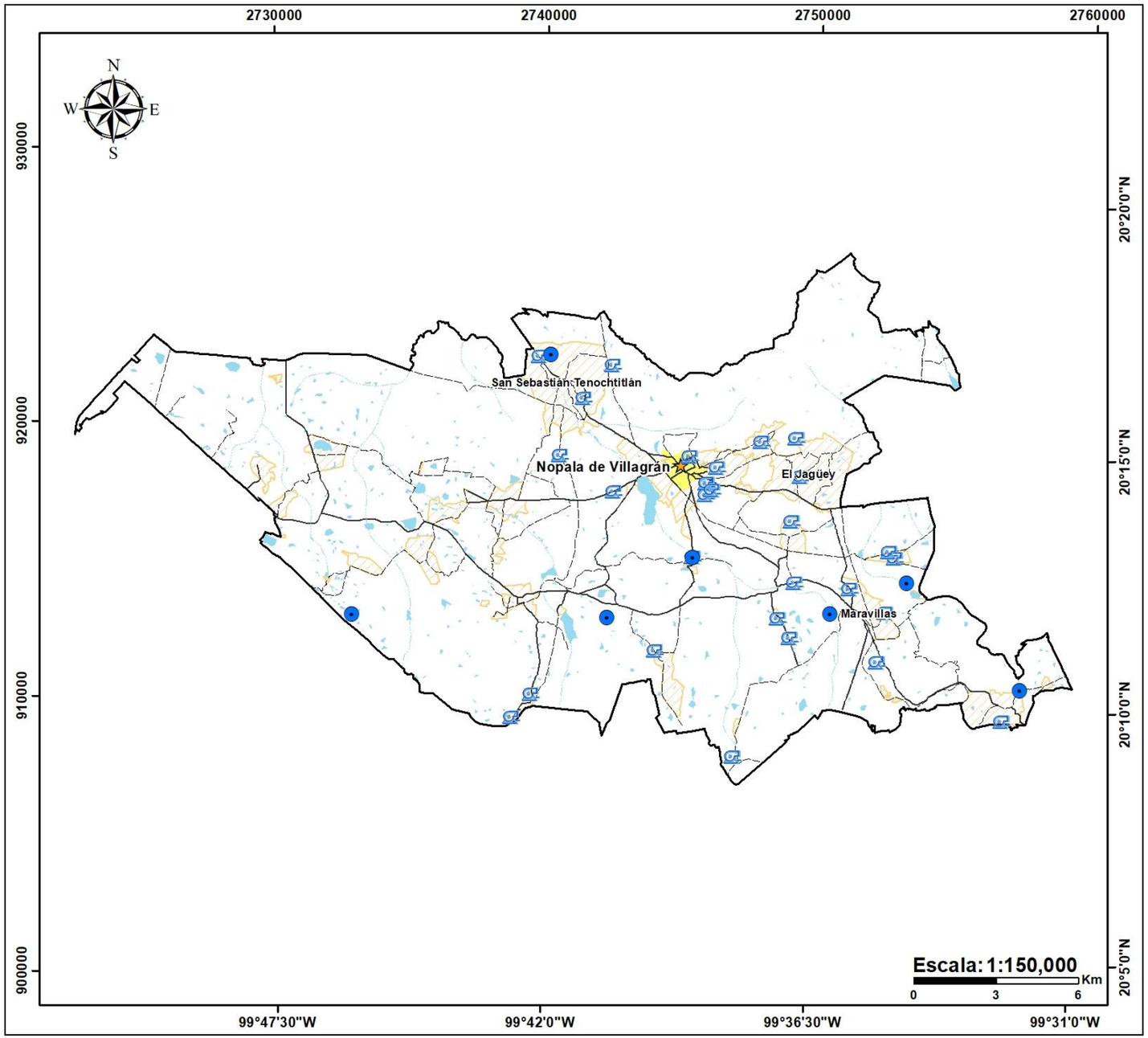
Elipsoide	GRS80
Proyección	ITRF08 LCC
Gradícula	Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal	Mexicano época 2010.0
Zona UTM	14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

MG - Marco geoestadístico - Plazas

Mapa de marco geoestadístico



Simbología

Marco geoestadístico
- Pozo
- Tanque de agua

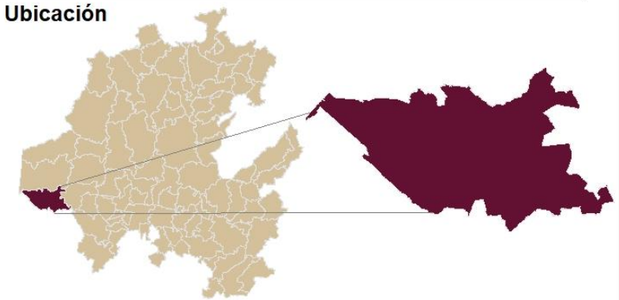
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

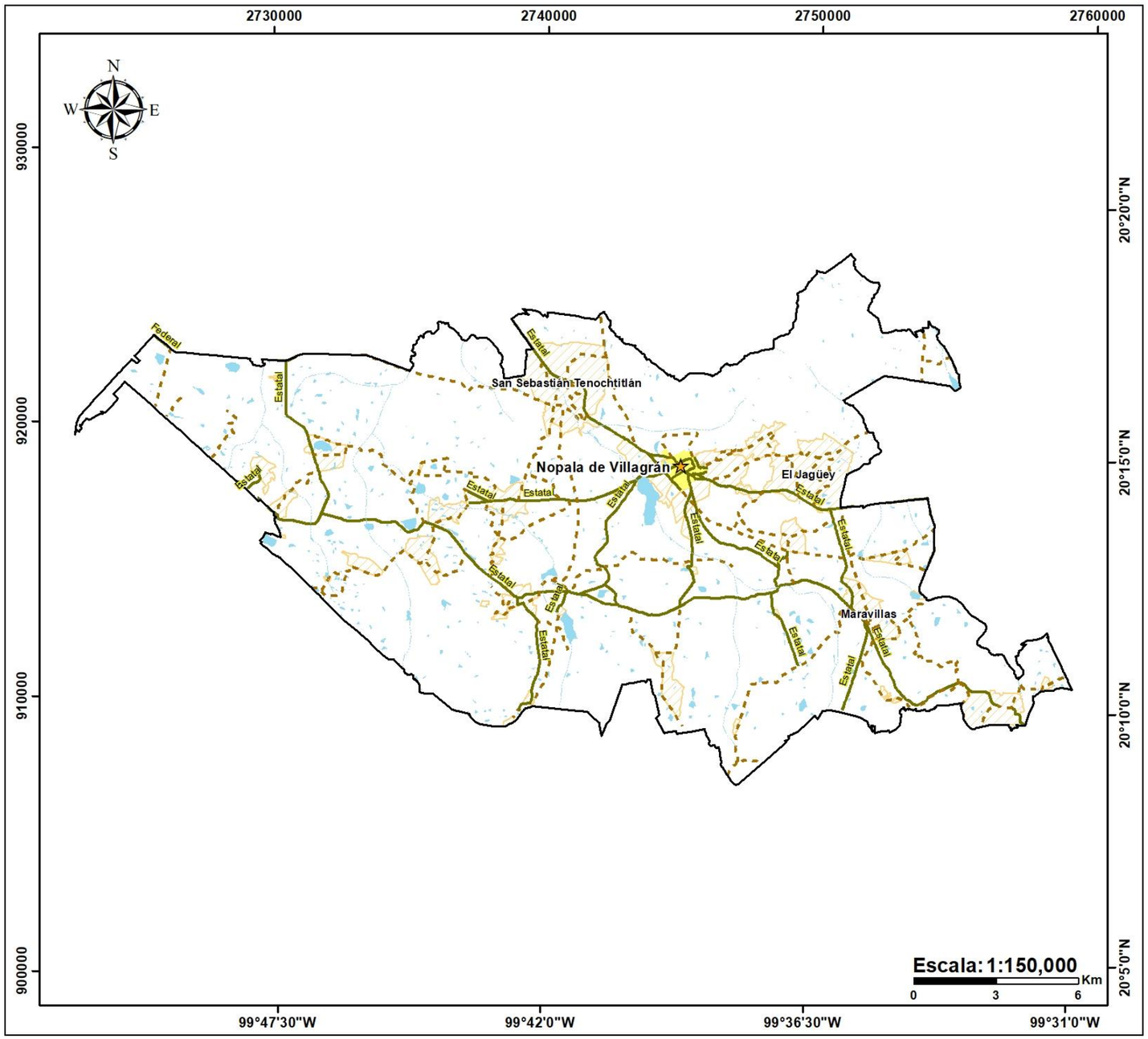
Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

MG - Marco geoestadístico - Pozos y tanques de agua

Mapa de marco geoestadístico



Simbología

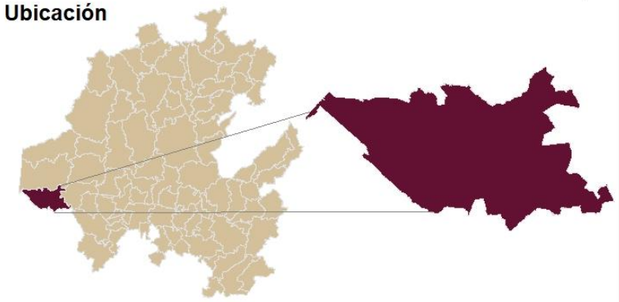
Vías de acceso
- Carretera
- Camino

Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

MG - Marco geoestadístico - Vías de acceso

Tipología de vivienda

El estudio de la tipología de vivienda constituye un elemento fundamental dentro del análisis territorial y del diagnóstico de vulnerabilidad ante fenómenos perturbadores. La calidad y el tipo de materiales empleados en la construcción influyen directamente en la capacidad de resistencia de las viviendas, así como en su exposición al riesgo, especialmente en contextos donde los fenómenos perturbadores generan impactos económicos y sociales significativos (CENAPRED, 2006). Con base en la información del Censo de Población y Vivienda 2020, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) establece una tipología que clasifica las viviendas según los materiales predominantes en muros y techos. Esta clasificación se considera una de las más completas y actualizadas, ya que permite analizar el nivel de consolidación estructural y la calidad constructiva en áreas urbanas y rurales del país (INEGI, 2020).

Según la clasificación del INEGI, deben comprenderse las siguientes categorías:

- **Muros de mampostería:** Incluyen tabique, block, piedra, cantera y materiales similares.
- **Techos flexibles:** Abarcan láminas de cartón, desecho, asbesto, lámina metálica, palma, tejamanil, madera, teja, entre otros no especificados.
- **Techos rígidos:** Comprenden losas de concreto, tabique, ladrillo, terrado con vigueta o bóveda catalana.

A través de esta información, es posible identificar zonas con mayor precariedad habitacional, orientar recursos hacia programas de mejoramiento de vivienda y diseñar estrategias de reducción de riesgos ante fenómenos perturbadores.

Vivienda	Características	Costo
TIPO I	Corresponde a los hogares más humildes, con una vivienda que consta de un solo cuarto multifuncional, construido con muros de materiales débiles con techos flexibles. Asimismo, el menaje es el mínimo indispensable.	12,500 MXN
TIPO II	Hogares que pueden ser clasificados como clase baja, donde la vivienda puede ser equipada como una casa de autoconstrucción o moradas construidas con materiales de la zona, con muros de adobe con techos flexibles y la mayoría de las veces sin elementos estructurales. Con respecto al menaje, la hipótesis es que las diferentes habitaciones cuentan con sus muebles propios y están más o menos definidas.	50,000 MXN
TIPO III	También puede ser clasificado como clase baja, similar al tipo II, pero con techos más resistentes, construida generalmente sin elementos estructurales. El menaje corresponde al necesario para las diferentes habitaciones, como en el anterior nivel, sin embargo, se consideran de mayor calidad y, por lo tanto, de mayor costo.	150,500 MXN
TIPO VI	Se identifica con muros de mampostería con techos flexibles, construida generalmente con elementos estructurales. El menaje que se ha seleccionado corresponde con el de una casa típica de una familia.	300,000 MXN
TIPO V	Corresponde al tipo residencial, construida con muros de mampostería con techos rígidos y con acabados y elementos decorativos que incrementan sustancialmente su valor, pueden llegar a tener tres niveles de construcción. El menaje está formado por artículos de buena calidad y con muchos elementos de confort.	450, 000 MXN

Tipos de vivienda y sus características CENAPRED, 2006

CAPÍTULO V.

FENÓMENOS GEOLÓGICOS Y ASTRONÓMICOS

Fenómenos geológicos

Según la Ley General de Protección Civil, publicada en el Diario Oficial de la federación el día 6 de junio del 2012, con última reforma del 21 de diciembre del 2023, un **Fenómeno Geológico** se define como: "Agente perturbador que tiene como causa directa las acciones y movimientos de la corteza terrestre. A esta categoría pertenecen los sismos, las erupciones volcánicas, los tsunamis, la inestabilidad de laderas, los flujos, los caídos o derrumbes, los hundimientos, la subsidencia y los agrietamientos;"

Inestabilidad de laderas

Es el movimiento descendente de suelo y rocas provocado por la gravedad, originado por diversos factores como lluvias y sismos, así como por actividades humanas que alteran el equilibrio del terreno. Estos procesos pueden generar caídas de rocas, deslizamientos, flujos, hundimientos y agrietamientos, representando un riesgo para la población y la infraestructura.

Metodología de Saaty

Para el análisis de la susceptibilidad y el peligro por inestabilidad de laderas dentro de los Atlas de Riesgos, se emplea el Proceso Analítico Jerárquico (AHP), desarrollado por Thomas L. Saaty (Saaty, 1987). Esta metodología es una herramienta que permite evaluar problemas donde intervienen varios factores al mismo tiempo, facilitando la toma de decisiones de manera estructurada y objetiva.

El AHP es una teoría general de medición que permite obtener escalas de razón a partir de comparaciones pareadas entre elementos, ya sean discretos o continuos. Estas comparaciones pueden derivarse de datos medibles o bien de juicios de expertos, utilizando una escala fundamental que expresa la intensidad relativa de preferencia o importancia entre dos factores. Esta característica lo convierte en un instrumento especialmente útil en el análisis de peligros, donde intervienen múltiples variables de distinta naturaleza (físicas, ambientales, sociales y territoriales).

En el caso de la inestabilidad de laderas, el método organiza el problema en una estructura jerárquica. En el nivel superior se establece el objetivo principal (evaluar la susceptibilidad), y en los niveles inferiores se desglosan los criterios y subcriterios que influyen en el fenómeno. Posteriormente, cada factor se compara con los demás para determinar su peso relativo dentro del análisis.

Como resultado, se obtiene una ponderación para cada variable, lo que permite integrar la información en modelos cartográficos y generar mapas de susceptibilidad más precisos. Esto contribuye a una mejor planeación territorial y a la implementación de medidas de prevención y reducción del riesgo.

El procedimiento metodológico implica:

- Definición del objetivo (En este caso de susceptibilidad y peligro de inestabilidad de laderas).
- Identificación y estructuración jerárquica de criterios y subcriterios, garantizando homogeneidad dentro de cada nivel.
- Construcción de matrices de comparación por pares, donde cada variable se compara con las demás utilizando la escala de Saaty (valores de 1 a 9), que refleja el grado de importancia relativa.
- Obtención del vector propio principal, que proporciona los pesos relativos de cada criterio.
- Evaluación del índice y razón de consistencia, con el fin de verificar la coherencia de los juicios emitidos.

Criterios	Valores numéricos
Igual importancia al comparar dos variables	1
Moderada importancia de una variable sobre otra	3
Fuerte importancia de una variable sobre otra	5
Muy fuerte importancia de una variable sobre otra	7
Extrema importancia de una variable sobre otra	9
Valores de comparación intermedios	2, 4, 6, 8

Criterios de comparación y valores numéricos, propuestos por Saaty

Uno de los aspectos fundamentales del AHP es la medición de la consistencia en los juicios comparativos. En el contexto del análisis de amenazas, esto permite validar que la ponderación asignada a variables como pendiente, uso de suelo, tipo de litología o precipitación no presente contradicciones lógicas significativas. Una razón de consistencia aceptable (menor a 0.10) indica que las comparaciones realizadas son confiables.

En el municipio no se tiene registro histórico de la ocurrencia de estos fenómenos; sin embargo, para efectos preventivos y de análisis prospectivo, se consideraron las siguientes variables específicas para cada tipo de proceso, con base en su comportamiento geomorfológico y en criterios técnicos establecidos para la evaluación.

Caídos (caída de rocas):

- Pendiente.
- Geología.
- Uso de suelo.
- Edafología.
- Precipitación.

En este caso, la pendiente y la geología adquieren un peso significativo debido a su influencia directa en la estabilidad de macizos rocosos, mientras que el uso de suelo, la edafología y la precipitación actúan como factores que pueden favorecer procesos de meteorización y pérdida de cohesión.

Deslizamientos de laderas:

- Pendiente.
- Geomorfología.
- Geología.
- Uso de suelo.
- Precipitación.

En este fenómeno, la geomorfología resulta determinante al definir formas del relieve asociadas a acumulaciones coluviales o zonas de transición morfológica, que pueden presentar condiciones críticas de estabilidad. La interacción entre pendiente, litología y régimen de lluvias constituye el principal detonante del movimiento en masa.

Flujos (flujos de detritos o lodo):

- Pendiente.
- Precipitación.
- Geología.

En este caso, la precipitación desempeña un papel fundamental como factor desencadenante, mientras que la pendiente controla la energía del flujo y la geología determina la disponibilidad de material susceptible de ser movilizado.

Para cada conjunto de variables se construyó su correspondiente matriz de comparación por pares, obteniendo el vector propio principal que define los pesos relativos. Posteriormente, se verificó la razón de consistencia para asegurar la coherencia de los juicios emitidos. Los pesos derivados fueron integrados en un Sistema de Información Geográfica (SIG) mediante técnicas de superposición ponderada, generando los mapas de susceptibilidad y peligro correspondientes.

La aplicación del AHP permitió contar con un procedimiento estructurado, reproducible y técnicamente sustentado para la susceptibilidad y peligro por inestabilidad de laderas, fortaleciendo el análisis preventivo y la toma de decisiones en materia de gestión integral del riesgo.

Caída de rocas

Susceptibilidad por caída de rocas

Es un fenómeno geológico que representa un riesgo significativo en áreas de montaña o terrenos rocosos donde la estabilidad de las pendientes es comprometida por diversas condiciones naturales o antropogénicas.

Este proceso implica el desprendimiento de fragmentos de roca desde una pendiente hacia áreas más bajas, lo que puede resultar en deslizamientos, caídas o colapsos que afecten tanto a la infraestructura como a las personas que transitan por estas zonas. Factores como la geología, la pendiente del terreno, el uso de suelo, la edafología y las lluvias intensas influyen directamente en la propensión de un área a sufrir este tipo de eventos (Ordaz, 2019).

Imagen ilustrativa de caída de rocas y tierra en algunas carreteras de la sierra y huasteca hidalguense (Julieta Gutierrez, 2025).

Un aspecto crucial en el estudio de la susceptibilidad a la caída de rocas es la identificación de las zonas de mayor riesgo, lo que permite implementar medidas de mitigación como la estabilización de laderas, el diseño de sistemas de drenaje adecuados y la prohibición de actividades peligrosas en áreas críticas. La modelización geoespacial, utilizando herramientas como sistemas de información geográfica (SIG) y análisis de datos geotécnicos, facilita la creación de mapas de susceptibilidad que contribuyen a la gestión adecuada de los riesgos geológicos (Aceves, 2017).

Metodología

El análisis de susceptibilidad por caída de rocas se realizó mediante la aplicación del método de Saaty, también conocido como Proceso de Análisis Jerárquico (AHP). Este método permite comparar de forma cuantitativa los factores condicionantes y establecer su importancia relativa en la generación de flujos (Liu, Shao & Shao, 2024).

Para la evaluación, se consideraron cinco variables principales: pendiente, precipitación, geología, edafología y uso de suelo, seleccionadas por su influencia en la inestabilidad del terreno. La determinación de los pesos relativos se llevó a cabo a través de una matriz de comparación pareada, utilizando la escala fundamental propuesta por Saaty, que asigna valores de 1 a 9 según el nivel de preferencia de un criterio sobre otro. Posteriormente, se calculó el Índice de Consistencia (IC) y la Razón de Consistencia (CR), a fin de validar la coherencia de los juicios emitidos. El modelo se consideró consistente al obtener un valor de CR menor a 0.10.

Categorías	Ponderación
C1 (Aluvial)	0.03
C2 (Basalto)	0.50
C3 (Conglomerado poligénico-Arenisca)	0.07
C4 (Rolita-Toba riolítica)	0.26
C5 (Toba riolítica-Toba dacítica)	0.14

Ponderación de tipo de roca

Categorías	Ponderación
C1 (0° a 15°)	0.03
C2 (15° a 30°)	0.07
C3 (35° a 45°)	0.13
C4 (45° a 55°)	0.27
C5 (55° a 65°)	0.50

Ponderación de pendientes por grados

Categorías	Ponderación
C1 (500–600 mm)	0.08
C2 (600–700 mm)	0.26
C3 (700–800 mm)	0.66

Ponderación de precipitación por mm

Categorías	Ponderación
C1 (Agricultura)	0.50
C2 (Bosque de encino)	0.03
C3 (Pastizal)	0.27
C4 (Matorral)	0.14
C5 (Vegetación secundaria)	0.06

Ponderación de uso de suelo

Categorías	Ponderación
C1 (Kastanozem)	0.56
C2 (Luvisol)	0.26
C3 (Paheozem)	0.12
C4 (Vertisol)	0.06

Ponderación de edafología

Los pesos finales obtenidos fueron los siguientes: pendiente (0.46), edafología (0.04), uso de suelo y vegetación (0.09), precipitación (0.23) y geología (0.18). Estos valores reflejan la contribución relativa de cada factor en la ocurrencia de este fenómeno, evidenciando que la pendiente constituye el elemento de mayor influencia en la susceptibilidad del terreno.

Categorías	Ponderación
C1 (Pendiente)	0.46
C2 (Edafología)	0.04
C3 (Uso de suelo y vegetación)	0.09
C4 (Geología)	0.18
C5 (Precipitación)	0.23

Ponderación de todos los factores

Una vez determinados los pesos, se reclasificaron las capas temáticas de cada criterio en cinco categorías de susceptibilidad (Ver Cap. XI, Susceptibilidad por caída de rocas). Finalmente, se realizó el proceso de álgebra de mapas, integrando las ponderaciones finales para generar el mapa de susceptibilidad por caída de rocas, que identifica las zonas con mayor propensión a la ocurrencia de estos procesos.

Resultados

El análisis de susceptibilidad por caída de rocas en el municipio permitió identificar las zonas donde existe mayor probabilidad de ocurrencia de desprendimientos, considerando la pendiente, el tipo de roca, el uso de suelo y su edagología. A partir de la integración de estas variables mediante la matriz de Saaty, el territorio municipal se clasificó en niveles de susceptibilidad baja, media y alta.

Las áreas catalogadas con susceptibilidad alta (representadas en tonos rojos y anaranjados) se localizan predominantemente en la porción sur del municipio. Esta región se caracteriza por pendientes pronunciadas, afloramientos rocosos y materiales geológicos susceptibles a la fragmentación, lo cual incrementa la posibilidad de deslizamiento y caída de bloques, especialmente durante lluvias intensas o procesos de erosión acelerada. En esta zona se concentra la mayor parte de la susceptibilidad de caída de rocas para la infraestructura y vías de comunicación.

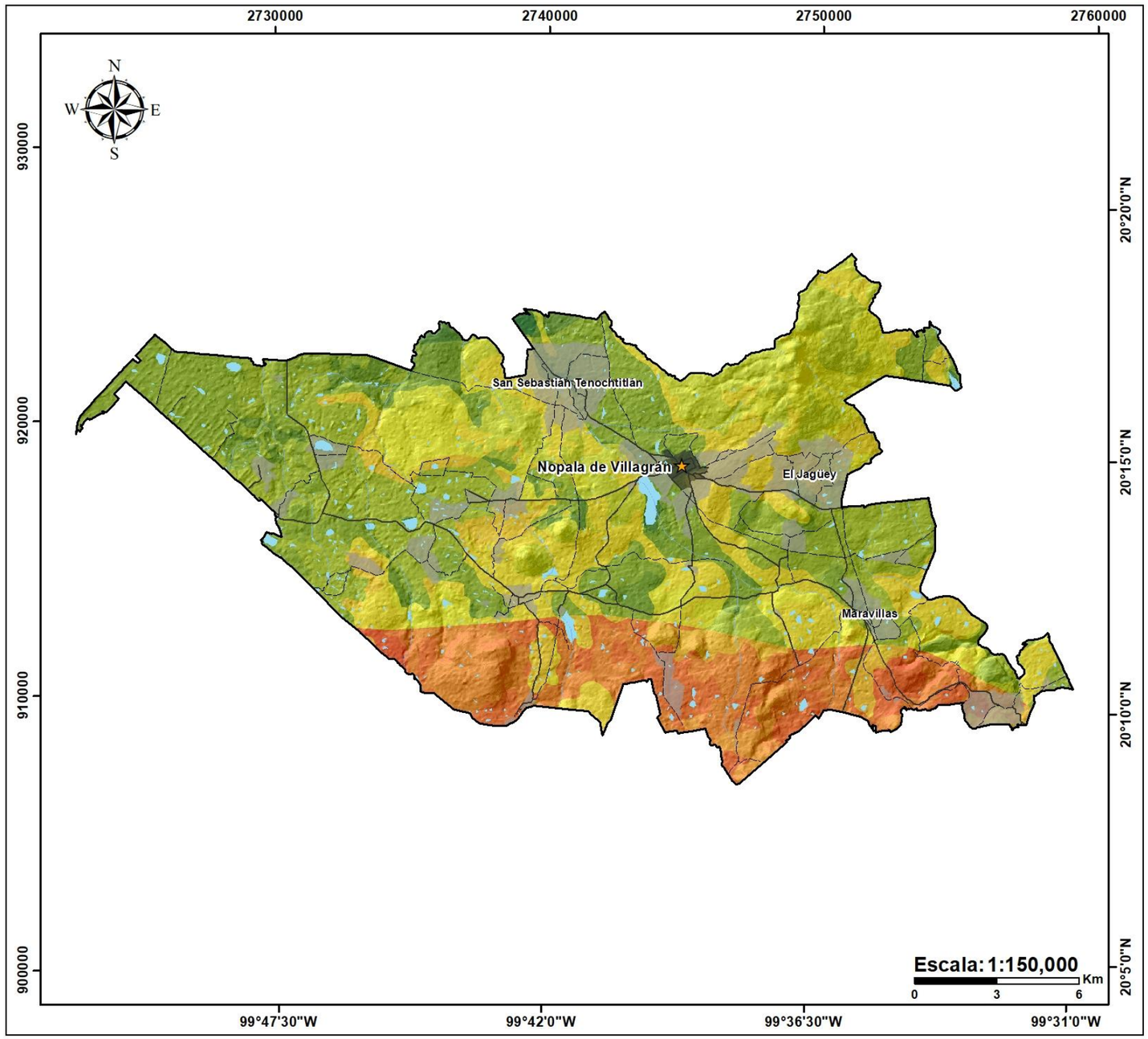
Las zonas de susceptibilidad media se distribuyen hacia el centro del municipio, donde el relieve presenta pendientes moderadas y unidades litológicas parcialmente consolidadas. Si bien el potencial de caída de rocas es menor que en el sector sur, estas áreas aún representan un nivel de riesgo que debe ser considerado en la planificación urbana y el tránsito carretero.

Por otra parte, la mayor parte del territorio restante presenta susceptibilidad baja, especialmente en la franja norte En estas áreas predomina un relieve menos abrupto y materiales más estables, lo que reduce considerablemente la probabilidad de ocurrencia de desprendimientos. Los resultados muestran que las áreas con susceptibilidad alta (en tonos rojizos y anaranjados) se concentran principalmente en el sector suroeste del municipio, donde predominan pendientes fuertes, elevaciones abruptas y unidades geológicas susceptibles a fracturamiento y erosión. Estas características favorecen la inestabilidad de taludes y el desprendimiento de rocas, especialmente durante temporadas de lluvia intensa o bajo condiciones de saturación del terreno.

En conjunto, el mapa por caída de rocas apunta a que existe peligro relevante, principalmente en el sur del municipio. Este producto cartográfico representa una herramienta fundamental para la planificación territorial y en la toma de decisiones.

Con base en los resultados obtenidos en el análisis de susceptibilidad por caída de rocas, para mitigar los riesgos se recomienda integrar estos mapas en la planeación territorial y evitar nuevos asentamientos en zonas de alta vulnerabilidad. Es fundamental promover la reforestación y conservación del suelo en áreas con pendientes pronunciadas. Se sugiere capacitar a la población en acciones preventivas y respuesta ante emergencias. Estas medidas buscan reducir la exposición al riesgo y favorecer un desarrollo más seguro y sostenible en el municipio.

Mapa de susceptibilidad por caída de rocas



Simbología

Susceptibilidad
- Alto
- Bajo

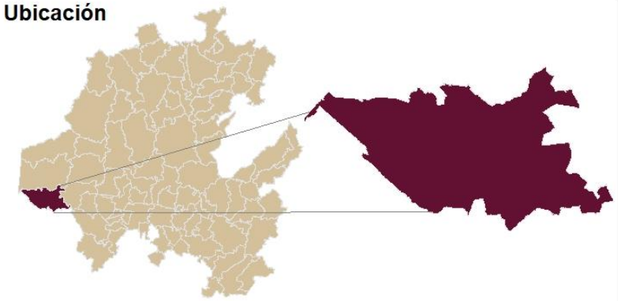
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección..... ITRF08 LCC
Gradícula..... Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal..... Mexicano época 2010.0
Zona UTM..... 14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

SpCdR - Susceptibilidad por caída de rocas

Peligro por caída de rocas

Es un proceso geológico que ocurre cuando fragmentos de distintos tamaños se desprenden de una ladera, barranco o pared rocosa y descienden de manera súbita por efecto de la gravedad. Este fenómeno puede ser provocado por lluvias intensas, sismos, erosión o variaciones de temperatura, así como por actividades humanas que modifican la estabilidad del terreno. Su ocurrencia representa un riesgo importante para las poblaciones asentadas en zonas montañosas, así como para caminos, infraestructura y áreas naturales cercanas (Ordaz, 2019).

Metodología

El presente estudio determino el peligro por caída de rocas mediante un análisis multicriterio. Para ello, se identificaron y ponderaron utilizando el método de la matriz de Saaty los factores condicionantes, pendiente, geología, uso de suelo y vegetación, y edafología. Como factor detonante se consideró la precipitación media anual. (Liu, Shao & Shao, 2024).

Los pesos asignados a cada variable fueron 0.56 para la pendiente, 0.26 para la geología, 0.06 para la edafología, 0.12 para el uso de suelo y vegetación y 0.66 para la precipitación.

Categorías	Ponderación
C1 (Pendiente)	0.56
C2 (Edafología)	0.06
C3 (Uso de suelo y vegetación)	0.12
C4 (Geología)	0.26
C5 (Precipitación)	0.66

Variables consideradas

Cada factor fue reclasificado en categorías con sus respectivos pesos. El proceso se ejecutó en ArcGIS, donde se integraron las capas de información para calcular índices compuestos. El Valor del Factor Condicionante (FC) resultó del producto de los pesos de las variables reclasificadas, mientras que el Factor Detonante (FD) se basó en un escenario de precipitación extrema de 700 a 800 mm.

El Valor de Susceptibilidad (VSuscep) se determinó combinando FC y FD con ponderaciones del 70% y 30%, respectivamente. Posteriormente, el Valor de Peligro (Vpeligro) se calculó integrando el VSuscep y el Valor del Parámetro de Evaluación (VPEV) con pesos del 90% y 10%. Este resultado permitió clasificar el área en cinco niveles de peligro: Muy Bajo, Bajo, Medio, Alto y Muy Alto.

Caída de rocas y tierra en algunas carreteras de la sierra y huasteca hidalguense (Julieta Gutierrez, 2025).

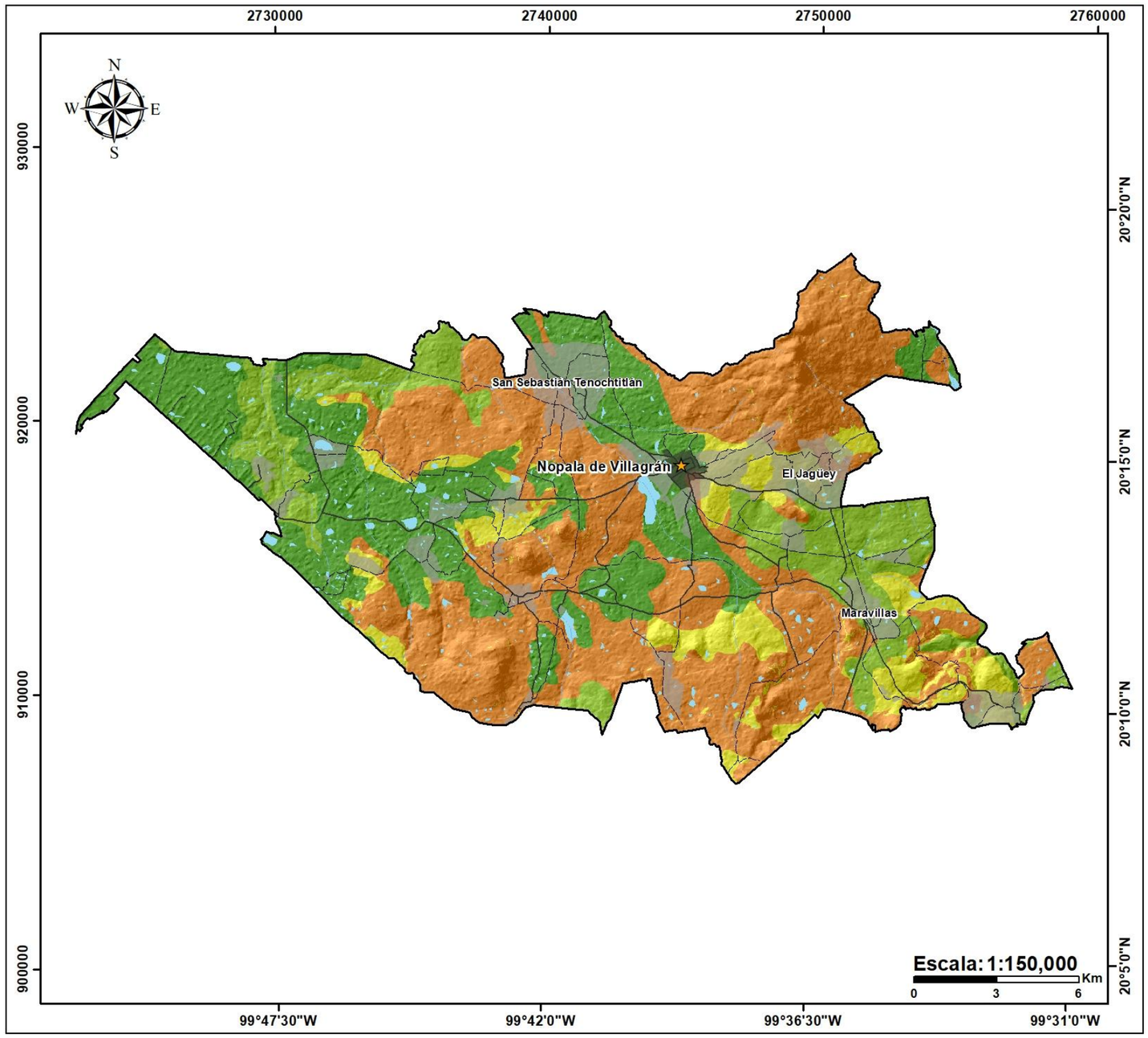
Resultados

El municipio presenta una distribución heterogénea de niveles de peligro por caída de rocas, con amplias zonas clasificadas como de peligro bajo y muy bajo, principalmente en el sector centro-occidente y algunas porciones del sur del territorio. Estas áreas se caracterizan por pendientes suaves y materiales relativamente estables, lo que reduce la probabilidad de desprendimientos.

No obstante, se identifican extensas zonas con peligro medio, alto y muy alto, concentradas especialmente en el norte, el oriente y el suroeste del municipio. En estas regiones predominan laderas escarpadas, relieves abruptos y formaciones rocosas susceptibles a fracturamiento, condiciones que incrementan considerablemente el peligro de caídas de rocas.

La cabecera municipal se ubica en un sector con predominio de peligro bajo y medio, lo que representa un nivel de riesgo moderado. En contraste, con varias localidades rurales, como San Sebastián Tenochtitlán, El Jagüey y Maravillas, se encuentran parcialmente inmersas en áreas clasificadas con peligro medio a alto, lo que subraya la necesidad de implementar medidas preventivas y fortalecer el monitoreo en estas zonas.

Mapa de peligro por caída de rocas



Simbología

Peligro
- Muy alto
- Alto
- Medio
- Bajo
- Muy bajo

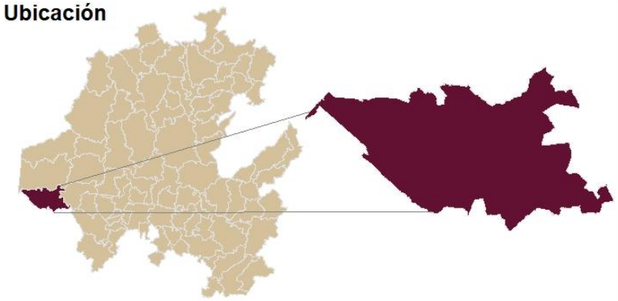
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección..... ITRF08 LCC
Gradícula..... Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal..... Mexicano época 2010.0
Zona UTM..... 14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

PpCdR - Peligro por caída de rocas

Deslizamiento de laderas

Susceptibilidad por deslizamiento de laderas

Los deslizamientos ocurren por 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 (Alcántara et al, 2008).

El análisis de susceptibilidad se define como el proceso de cuantificar la importancia relativa de diversos factores intrínsecos o condicionantes que propician la inestabilidad de laderas, cuyo resultado principal se materializa en mapas temáticos. Estos mapas clasifican el territorio en diferentes categorías de susceptibilidad alta, media y baja, utilizando una escala de colores convencional para su interpretación visual.

Ejemplo de deslizamientos de laderas. Carretera México -Guerrero (Rosalía Maldonado, 2025)

Metodología

La metodología propuesta toma como referencia estudios previos del CENAPRED. Para el desarrollo del mapa de susceptibilidad se consideraron cuatro factores condicionantes principales: Pendiente, Geomorfología, Geología, Uso de Suelo y Vegetación (USyV). La pendiente es destacada como el principal factor detonante de los deslizamientos. Asimismo, se subraya la relevancia de contar con un inventario histórico de deslizamientos previos, el cual sirve tanto para fundamentar la ponderación de los factores como para validar los resultados finales.

Un aspecto crucial de la metodología fue la asignación de pesos relativos a cada factor, proceso que se llevó a cabo mediante la aplicación del método cuantitativo de la Matriz de Saaty, basado en comparaciones por pares y juicios de expertos (Liu, Shao & Shao, 2024). Los pesos porcentuales definitivos asignados fueron: 55.3% para la Pendiente, 22% para la Geomorfología, 12% para la Geología y 10.7% para el Uso de Suelo y Vegetación.

El procedimiento técnico implicó la reclasificación de los mapas individuales de cada factor mediante la herramienta Reclassify de ArcGIS, asignando a cada categoría dentro de ellos un valor de susceptibilidad relativa. Posteriormente, se realizó una suma ponderada de todas las capas de información reclasificadas utilizando la Raster Calculator de ArcToolbox, aplicando la fórmula: Pendiente*(0.553) + Geomorfología*(0.220) + Geología*(0.120) + USyV*(0.107). El mapa resultante de esta operación fue finalmente reclasificado para definir las categorías finales de susceptibilidad (Ver Cap. XI, Susceptibilidad por deslizamiento de laderas).

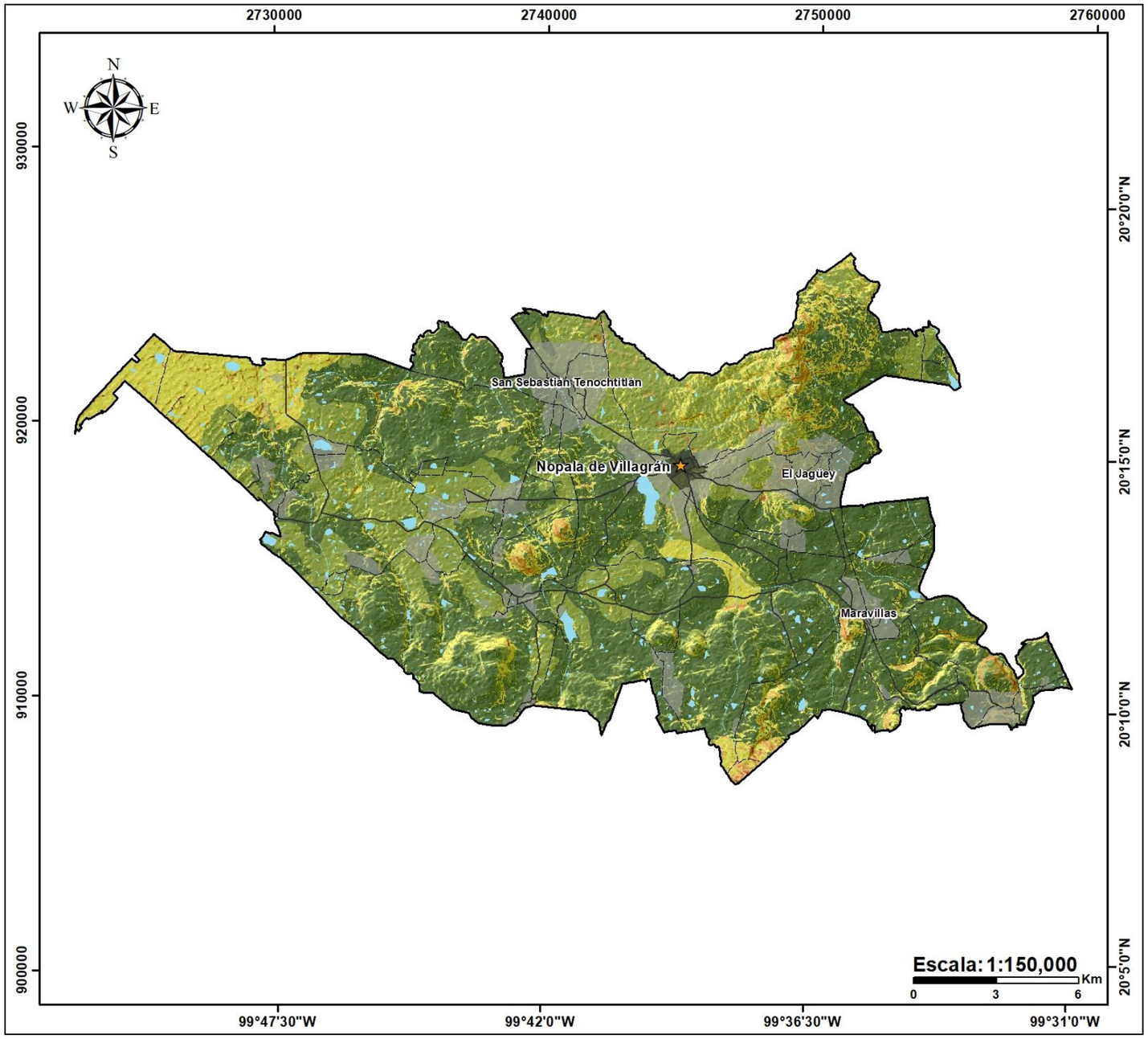
Categorías	Pesos
C1 (Pendiente)	0.553
C2 (Geomorfología)	0.220
C3 (Geología)	0.120
C4 (USyV)	0.107

Variables consideradas

Resultados

El mapa de susceptibilidad por deslizamiento de laderas muestra una predominancia abrumadora de las categorías de susceptibilidad baja y muy baja, representadas en tonos verdes que cubren la mayor parte del territorio municipal. Esta distribución cromática indica condiciones generales de estabilidad geotécnica en la zona, donde los factores detonantes de deslizamientos no alcanzan niveles críticos. Las áreas de susceptibilidad media, alta y muy alta aparecen como elementos puntuales y dispersos, concentrándose principalmente en sectores específicos cercanos a la red hidrográfica y a algunas vías de comunicación. La presencia de localidades rurales y urbanas sobre áreas mayormente verdes sugiere una baja exposición de la población a este fenómeno, aunque se recomienda atención específica en los pocos sectores donde se superponen asentamientos humanos con las zonas de susceptibilidad media y alta.

Mapa de susceptibilidad por deslizamiento de laderas



Simbología

Susceptibilidad
- Muy bajo
- Bajo
- Medio
- Alto
- Muy alto

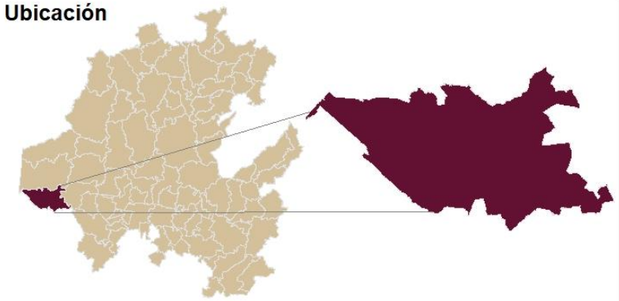
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

SpDdL - Susceptibilidad por deslizamiento de laderas

Peligro por deslizamientos de laderas

Se refiere a la probabilidad de que masas de suelo o roca se desplacen ladera abajo debido a procesos naturales o inducidos por actividades humanas.

Metodología

El presente estudio determino el peligro por deslizamiento de laderas mediante un análisis multicriterio. Para ello, se identificaron y ponderaron utilizando el método de la matriz de Saaty los factores condicionantes, pendiente, geología, geomorfología y uso de suelo y vegetación (USyV) y el factor detonante la precipitación (Liu, Shao & Shao, 2024). Los pesos asignados a cada variable fueron 0.553 para la pendiente, 0.120 para la geología, 0.220 para la geomorfología, 0.107 para el USyV.

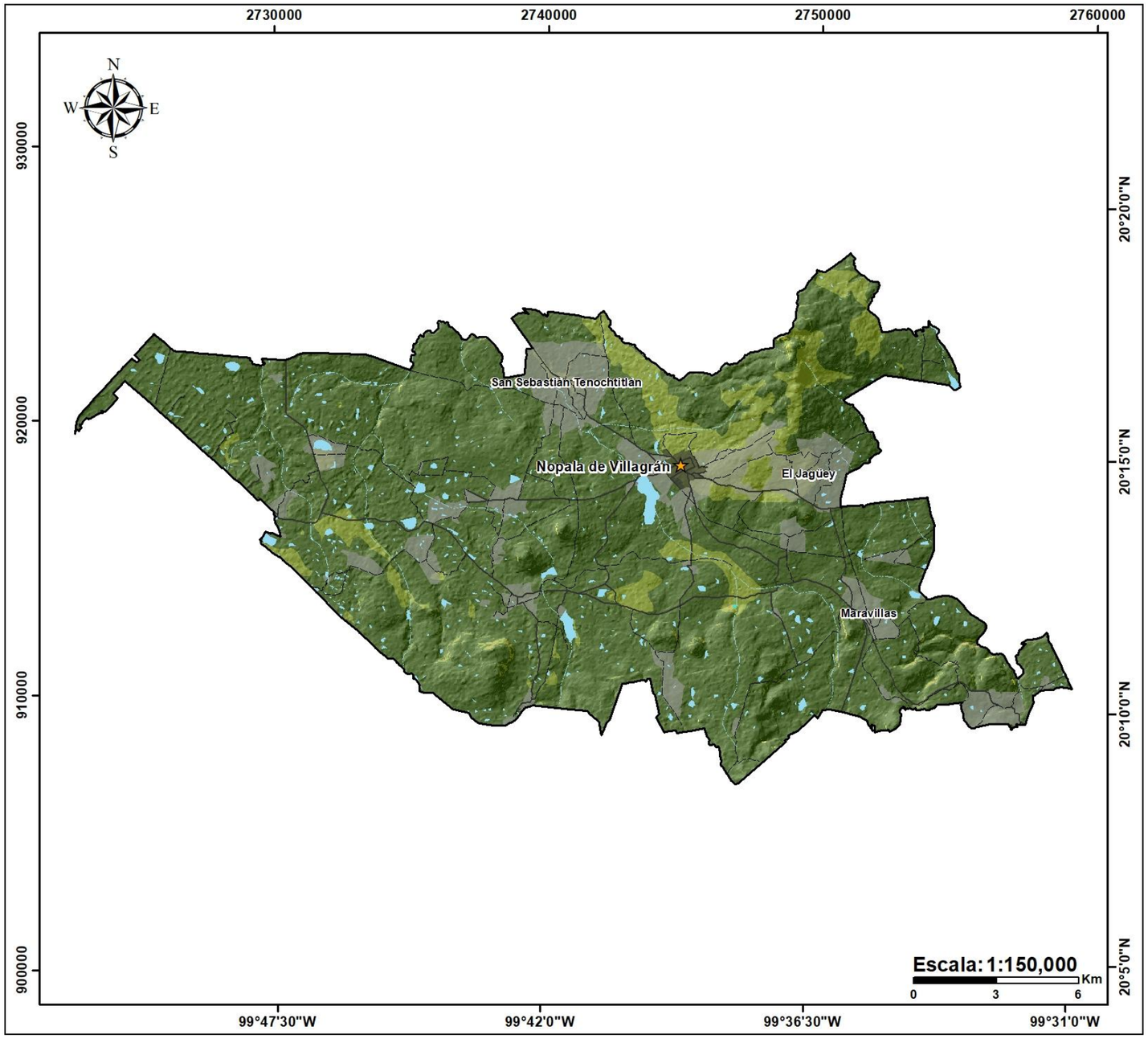
Cada factor fue reclasificado en categorías con sus respectivos pesos. El proceso se ejecutó en ArcGIS, donde se integraron las capas de información para calcular índices compuestos. El Valor del Factor Condicionante (FC) resultó del producto de los pesos de las variables reclasificadas, mientras que el Factor Detonante (FD) se basó en un escenario de precipitación extrema de 1500 a 2000 mm.

El Valor de Susceptibilidad (VSuscep) se determinó combinando FC y FD con ponderaciones del 70% y 30%, respectivamente. Posteriormente, el Valor de Peligro (Vpeligro) se calculó integrando el VSuscep y el Valor del Parámetro de Evaluación (VPEV) con pesos del 90% y 10%. Este resultado permitió clasificar el área en cinco niveles de peligro: Muy Bajo, Bajo, Medio, Alto y Muy Alto (Ver Cap. XI, Peligro por deslizamiento de laderas).

Resultados

El análisis visual del mapa evidencia una predominancia absoluta de las tonalidades verdes en la totalidad del territorio cartografiado, lo que indica que la zona presenta un riesgo mayoritariamente Bajo y Muy bajo de deslizamientos de laderas. La ausencia casi total de áreas en amarillo, naranja y rojo demuestra que no existen condiciones geomorfológicas, geotécnicas o ambientales significativas que generen peligro a movimientos en masa. Esta homogeneidad en la baja peligrosidad refleja un terreno estable con laderas consolidadas, donde los factores detonantes como pendientes críticas, saturación hídrica o actividad antrópica no alcanzan niveles de riesgo relevantes. La escasa presencia de sectores con peligro medio alto o muy alto se limita a puntos específicos y aislados, confirmando que el área en general no requiere medidas urgentes de gestión del riesgo por deslizamientos, situándose como una zona geográficamente estable y segura frente a estos fenómenos.

Mapa de peligro por deslizamiento de laderas



Simbología

Peligro
- Muy bajo
- Bajo
- Medio
- Alto
- Muy alto

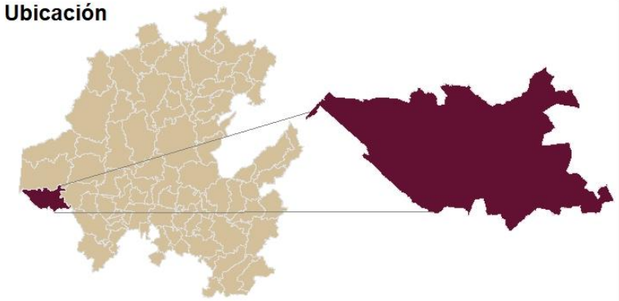
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

PpDdL - Peligro por deslizamiento de laderas

Flujos

Susceptibilidad por flujos

El término susceptibilidad se refiere al grado de facilidad con el que un área puede ser afectada por la acción de un fenómeno natural (Romero-Rojas et al., 2019). La susceptibilidad por flujos corresponde a un proceso geodinámico condicionado por la interacción de diversos factores naturales y antrópicos, tales como el clima, la morfología, la geología y las actividades humanas (CENAPRED, 2008).

La pendiente es determinante en la inestabilidad de las laderas, ya que incide directamente en la gravedad y favorece el deslizamiento del material superficial (Dai & Lee, 2002). Asimismo, la precipitación actúa como un agente desencadenante, pues incrementa la infiltración del agua en el suelo, promoviendo la saturación y pérdida de los materiales, lo que facilita el desplazamiento de partículas (Guzzetti et al., 2007). La geología también desempeña un papel fundamental, ya que las propiedades mecánicas y el grado de alteración de las rocas determinan la resistencia al corte y la estabilidad del terreno (Crosta & Agliardi, 2003).

Metodología

El análisis de susceptibilidad por flujos se realizó mediante la aplicación del método de Saaty, también conocido como Proceso de Análisis Jerárquico (AHP). Este método permite comparar de forma cuantitativa los factores condicionantes y establecer su importancia relativa en la generación de flujos (Saaty, 1980).

Para la evaluación, se consideraron tres variables principales: pendiente, precipitación y geología, seleccionadas por su influencia directa en la inestabilidad del terreno.

Categorías	Ponderación
C1 (0° a 5°)	0.01
C2 (5° a 15°)	0.03
C3 (15° a 25°)	0.08
C4 (25° a 35°)	0.15
C5 (35° a 45°)	0.27
C6 (45° a 65°)	0.43

Ponderación de pendientes por grados

Categorías	Ponderación
C1 (500-600 mm)	0.10
C2 (600-700 mm)	0.26
C3 (700-800 mm)	0.64

Ponderación de precipitación por mm

Categorías	Ponderación
C1 (Aluvial)	0.46
C2 (Basalto)	0.04
C3 (Conglomerado poligénico-Arenisca)	0.26
C4 (No aplicable)	0.02
C5 (Riolita-Toba riolítica)	0.15
C6 (Toba riolítica-Toba dacítica)	0.04

Ponderación de geología por tipo de roca

La determinación de los pesos relativos se llevó a cabo a través de una matriz de comparación pareada, utilizando la escala fundamental propuesta por Saaty, que asigna valores de 1 a 9 según el nivel de preferencia de un criterio sobre otro (Liu, Shao & Shao, 2024).

Posteriormente, se calculó el Índice de Consistencia (IC) y la Razón de Consistencia (CR), a fin de validar la coherencia de los juicios emitidos. El modelo se consideró consistente al obtener un valor de CR menor a 0.10.

Los pesos finales obtenidos fueron los siguientes: pendiente (0.78), precipitación (0.06) y geología (0.16). Estos valores reflejan la contribución relativa de cada factor en la ocurrencia de flujos, evidenciando que la pendiente constituye el elemento de mayor influencia en la susceptibilidad del terreno.

Categorías	Ponderación
C1 (Pendiente)	0.78
C2 (Precipitación)	0.06
C3 (Geología)	0.16

Ponderación de todos los factores

Una vez determinados los pesos, se reclasificaron las capas temáticas de cada criterio de acuerdo a las ponderaciones obtenidas (ver en capítulo XI). Finalmente, se realizó el proceso de álgebra de mapas, susceptibilidad por flujos, que identifica las zonas con mayor propensión a la ocurrencia de estos procesos.

Resultados

El análisis de susceptibilidad por flujos permitió identificar las zonas del municipio con distintos niveles de susceptibilidad ante procesos de remoción en masa de tipo flujo, considerando principalmente factores como la pendiente, la geología y la precipitación máxima. A partir de la ponderación establecida mediante la matriz de Saaty, se generó un modelo que

clasifica el territorio en niveles de susceptibilidad de alto a bajo.

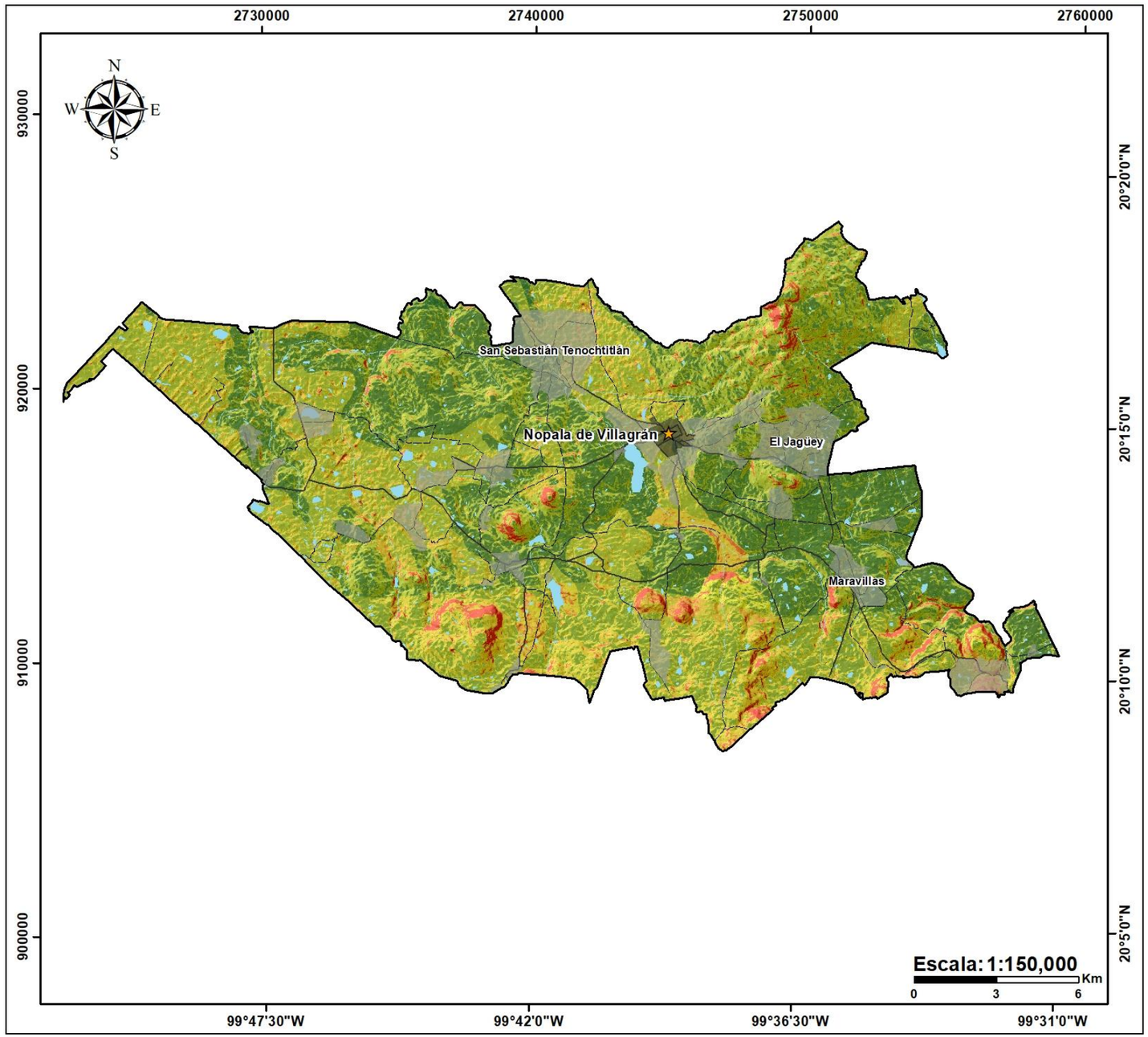
Los resultados muestran que las áreas de alta susceptibilidad (en color rojo) se localizan principalmente en el sector sur y suroeste del municipio, donde predominan pendientes pronunciadas, materiales de origen sedimentario y suelos poco consolidados, condiciones que favorecen la ocurrencia de flujos y deslizamientos.

Las zonas de susceptibilidad media se distribuyen alrededor de los sectores de alto relieve, en áreas de transición con pendientes moderadas y materiales parcialmente alterados. Por su parte, las zonas de baja susceptibilidad (en color verde) se ubican principalmente en las porciones centrales y norte del municipio. Entre las localidades con mayor exposición se encuentran Maravillas, El Jagüey y algunos asentamientos rurales al sur del territorio municipal.

En contraste, la cabecera municipal y su zona urbana presentan una susceptibilidad baja, al encontrarse en un terreno con pendientes reducidas y mejor drenaje natural.

El mapa obtenido constituye una herramienta fundamental para la planeación territorial y la gestión del riesgo, ya que permite delimitar las áreas prioritarias para la prevención de desastres. Por ejemplo, para mitigar los riesgos se recomienda integrar estos mapas en la planeación territorial y evitar nuevos asentamientos en zonas de alta vulnerabilidad, también sirven para promover la reforestación y conservación del suelo en áreas con pendientes pronunciadas, así como dar mantenimiento a los caminos rurales para disminuir la erosión.

Mapa de susceptibilidad por flujos



Simbología

Susceptibilidad
- Alto
- Bajo

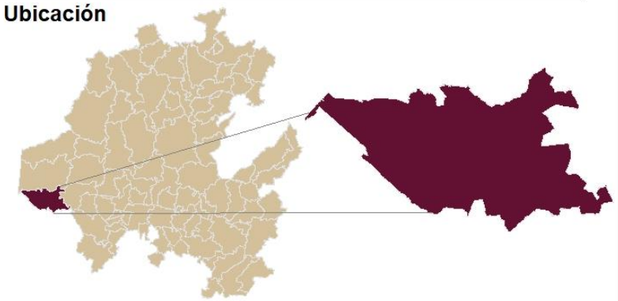
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide	GRS80
Proyección	ITRF08 LCC
Gradícula	Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal	Mexicano época 2010.0
Zona UTM	14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

SpF - Susceptibilidad por flujos

Hundimientos (subsidencia) y agrietamientos del terreno

Zonificación por hundimientos

El fenómeno de hundimiento o subsidencia del terreno constituye un proceso geológico de asentamiento vertical de la superficie, generado por la alteración del equilibrio de soporte en el subsuelo. Su mecanismo causal principal es la remoción o compactación de materiales subyacentes, frecuentemente asociada a la explotación de acuíferos, la disolución de rocas solubles, la extracción de recursos, o la consolidación natural de rellenos antrópicos o sedimentos blandos. Este proceso puede ser gradual (subsidencia), desarrollándose a lo largo de años por la pérdida de presión de poro en acuíferos confinados, o catastrófico (hundimiento colapsivo), cuando cavidades subterráneas superan su límite de estabilidad estructural y el techo colapsa de forma brusca (Gutiérrez et al, 2014).

Metodología

Se realizó una visita de campo en coordinación con Protección Civil, con la finalidad de reconocer e identificar peligros, riesgos y áreas vulnerables, esta visita permitió identificar y caracterizar una zona de subsidencia activa, utilizada como vertedero de residuos sólidos urbanos, esta zona se encuentra entre las mediaciones de la comunidad El Jagüey y El Mangui.

Se verificó la persistencia del fenómeno de hundimiento en la zona, a pesar de los rellenos parciales ejecutados, evidenciando la inestabilidad del sustrato subyacente. La observación directa de los flancos expuestos del socavón reveló una litología dominante por estratificación subparalela de material arenoso no consolidado y altamente deleznable. Esta configuración estratigráfica es inherentemente propensa a procesos de erosión interna (piping) y socavación, los cuales generan vacíos subsuperficiales que progresivamente colapsan por gravedad ante la sobrecarga.

Hundimiento identificado por Protección civil. (Elaboración propia)

Si bien en el perímetro se identificaron bancos de material abandonados, sugiriendo una posible extracción antrópica previa, el análisis litológico y geomorfológico indica que la causa primaria del colapso es de origen geológico-natural. La secuencia de arenas sueltas, carente de cohesión y de estratificación cementante, constituye un sistema intrínsecamente inestable. La infiltración de agua meteórica o lixiviados actúa como agente detonante, removiendo y transportando las partículas finas, lo que desencadena un proceso de subsidencia por pérdida de volumen en el subsuelo.

La explotación artesanal, de haber existido, habría acelerado el proceso al remover el material de cobertura y exponer directamente el estrato inestable a los agentes erosivos.

Vista de planta de banco de material inactivo. (Elaboración propia)

Para una evaluación espacial integral, se ejecutó un reconocimiento aéreo mediante drone, el cual permitió identificar, desde una perspectiva en planta, una secuencia de socavones. Esta distribución aleatoria sugiere un control estructural o estratigráfico subyacente, posiblemente asociado a la dirección de la estratificación o a flujos de agua subsuperficiales.

Imagen tomada con drone, se observa un hundimiento continuo al identificado por protección civil. (Elaboración propia)

Vista aérea del banco de material inactivo, se observa una serie de hundimientos con presencia de vegetación (Elaboración propia, 2025).

Imagen tomada con drone, las flechas rojas indican la presencia de hundimientos identificados mediante un análisis visual (Elaboración propia, 2025).

Resultados

Mediante el análisis de imágenes aéreas de alta resolución obtenidas con dron, se identificó un conjunto de socavones con distribución espacial aparentemente aleatoria. Estos elementos geomorfológicos se localizan en un área relativamente lejana a zonas urbanas o rurales, predominando en el área el uso de suelo agrícola de temporal. Dentro de la zona de estudio se reconoció un banco de explotación de material granular inactivo, cuya extracción pudo estar dirigida a arenas o tepetate, lo que constituye un factor modificador del terreno.

La evaluación de riesgo se fundamentó en dos criterios principales: la ausencia de reportes históricos de afectación a infraestructura crítica (viviendas, vías de comunicación) por parte de la población, y la verificación en campo de que no existe proximidad espacial entre los socavones identificados y los asentamientos humanos. Con base en esto, se determinó preliminarmente que el peligro geológico asociado a estos hundimientos no representa un riesgo significativo para la población en las condiciones actuales, por lo que su vulnerabilidad social se cataloga como muy baja.

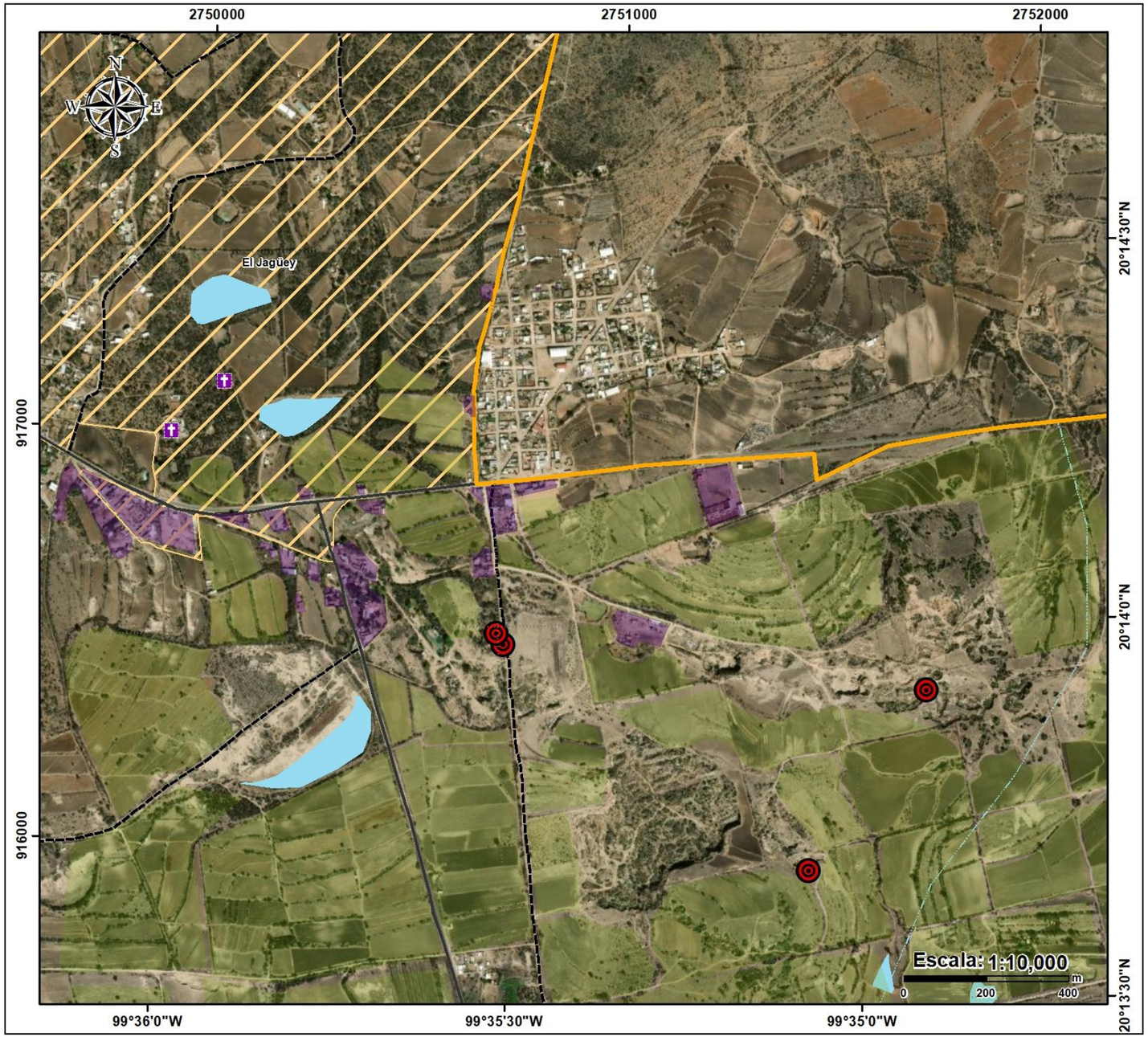
No obstante, se identificó un potencial escenario de vulnerabilidad en las unidades de producción agrícola colindantes con los socavones, donde los procesos de subsidencia podrían generar pérdida de superficie cultivable, afectar drenajes naturales o dañar infraestructura de riego. A la fecha, no existen registros oficiales que documenten dichas afectaciones.

Para integrar la información, se generó un Mapa de Zonificación de Peligro por Hundimiento. Este documento cartográfico incluye:

- **Inventario puntual de socavones:** georreferenciados a partir de la integración de datos de campo y del análisis visual de fotografías aéreas tomadas con drone.
- **Zonas de influencia potencial:** superposición de la red de drenaje y cuerpos de agua, polígonos de cultivo y ubicación de viviendas.

Este mapa permite una visualización de la relación espacial entre el fenómeno de hundimiento, los elementos expuestos y las zonas de posible impacto, sirviendo como base para la priorización de monitoreo y la planificación territorial preventiva.

Mapa de zonificación de hundimientos, El Jagüey



Simbología

Incidencia
- Hundimiento

Zonas susceptibles
- Zonas de cultivo
- Manzanas

Sitios de interés
- Templo

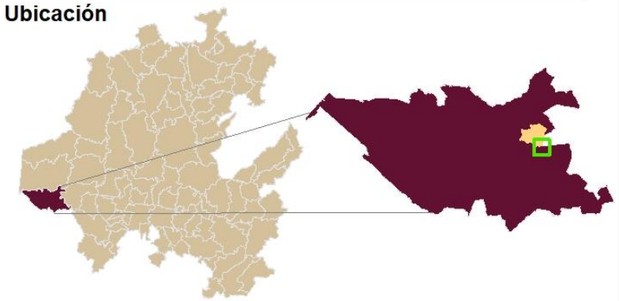
Límites políticos
- Límite municipal

Localidades
- Rural

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

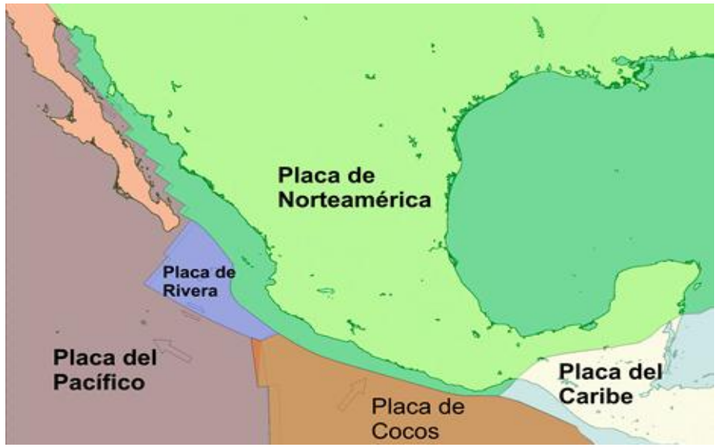
ZdH - Zonificación de hundimientos

Sismicidad

Regionalización sísmica

Un sismo es un movimiento brusco de la corteza terrestre causado por la liberación de energía acumulada en las placas tectónicas generado principalmente por la actividad tectónica, sin embargo, también se pueden producir por la actividad volcánica y humana como explosiones o minería. (Espinosa Lorca, M. I., 2017).

Los sismos pueden alterar el relieve terrestre, causando deslizamientos de tierra, fisuras y hundimientos, que a su vez pueden desviar ríos; en zonas costeras, los sismos submarinos pueden generar tsunamis; mientras que, en regiones volcánicas, los sismos pueden desencadenar erupciones. México se localiza en una de las zonas sísmicas más activas del mundo, conocido como Cinturón de Fuego del Pacífico, cuyo nombre se debe al alto grado de sismicidad que resulta de la movilidad de cuatro placas tectónicas: norteamericana, Cocos, Rivera y del Pacífico. (CENAPRED, 2013).



Placas tectónicas que rodean a México (SGM, 2017).

Los sismos tienen un alto impacto en la sociedad con pérdidas de diferentes indoles:

- **Humanas:** pérdida de vidas, lesiones, desplazamiento forzado, estrés, pánico y ansiedad.
- **Materiales:** Infraestructura (carreteras, puentes, hospitales, viviendas), pérdida de servicios básicos (agua, luz).
- **Económicas:** caída de turismo, falta de inversión extranjera.
- **Culturales:** monumentos históricos, sitios arqueológicos y lugares emblemáticos.

Sismo 19 de septiembre de 2017, México, (REFORMA, 2017).

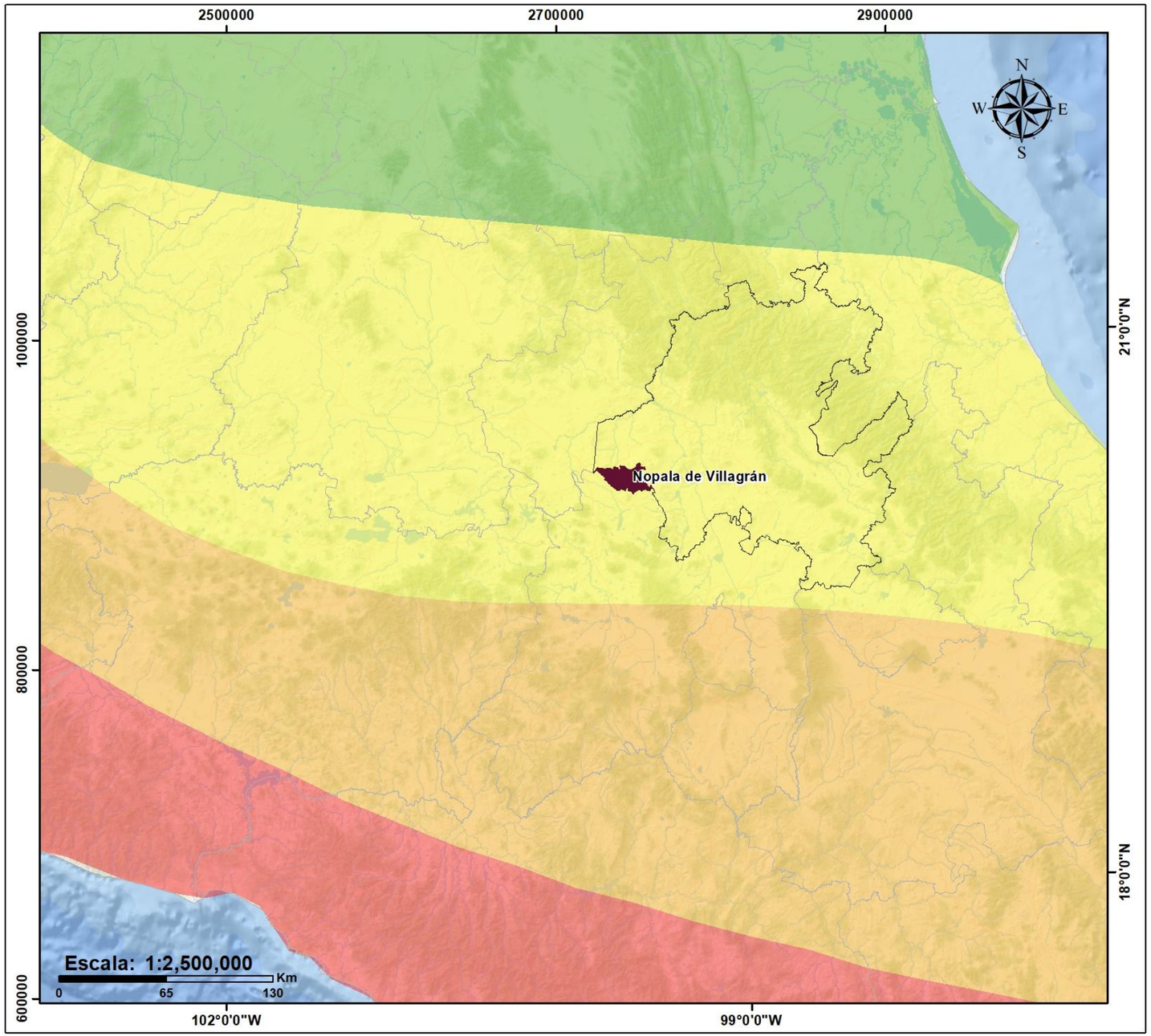
Es importante recalcar que los sismos no son predecibles ni se pueden evitar.

Según el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), el mapa muestra un gradiente de colores representando la zona de peligro por sismo, donde:

- **Verde:** Zona A o bajo.
- **Amarillo:** Zona B o medio.
- **Naranja:** Zona C o alto.
- **Rojo:** Zona D o muy alto.

Tomando en cuenta esta representación, el municipio se encuentra dentro de una Zona B o medio, lo que representa una presencia moderada de estos fenómenos, por lo que es necesario implementar estrategias que beneficien a los ciudadanos, la economía y a infraestructura para evitar una catástrofe.

Mapa de regionalización sísmica



Simbología

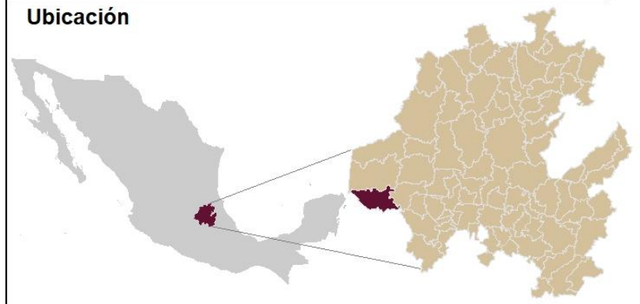
Región

- Zona A
- Zona B
- Zona C
- Zona D

Límites políticos

- Límite municipal
- Límite estatal
- Entidades federativas

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

RS - Regionalización sísmica

Intensidad sísmica

La intensidad sísmica es una medida cualitativa que describe los efectos y daños ocasionados por un sismo en la población, las edificaciones, la infraestructura y el entorno, a partir de la observación de los daños y de las percepciones humanas (SSN, 2026).

A diferencia de la magnitud, que es un valor único para cada evento sísmico, la intensidad varía espacialmente, ya que depende de las condiciones locales; por ello, un mismo sismo puede generar distintos niveles de intensidad en diferentes localidades.

La intensidad sísmica depende principalmente de:

- **Magnitud del sismo:** que define la cantidad de energía liberada.
- **Distancia al epicentro:** dado que los efectos sísmicos disminuyen conforme aumenta la distancia a la fuente.
- **Profundidad del hipocentro:** ya que los sismos someros suelen producir mayores daños en la superficie.
- **Condiciones geológicas locales:** que incluyen el tipo de roca o suelo, la presencia de sedimentos blandos, la topografía y el grado de consolidación del terreno, factores que pueden amplificar o atenuar la propagación de las ondas sísmicas.

La Escala de Mercalli Modificada (MM) constituye un elemento fundamental para interpretar la percepción y los efectos históricos de los sismos, al clasificar su intensidad con base en el impacto observado en la población, las edificaciones y el entorno construido.

Escala de Mercalli			
Intensidad instrumental	Movimiento del suelo	Magnitud	Descripción
I	Imperceptible	1.0 – 2.9	Microsismo detectado por instrumentos. Sentida por muy pocas personas en condiciones especialmente favorables.
II	Muy leve	3.0 – 3.9	Sacudida sentida sólo por pocas personas en reposo, especialmente en los pisos altos de los edificios. Los objetos suspendidos pueden oscilar.
III	Leve		Sacudida sentida claramente en los interiores, especialmente en los pisos altos de los edificios, muchas personas no lo asocian a un temblor Vibración ligera similar al paso de un vehículo pesado.
IV	Moderado	4.0 – 4.9	Sacudida sentida por muchas personas en interiores y algunas en exteriores. Vibración de ventanas, vajillas o puertas; crujidos leves en estructuras. Sensación de un carro pesado chocando con un edificio. Los vehículos de motor estacionados se balancean claramente.
V	Poco fuerte		Sacudida sentida casi todos. Algunas piezas de vajillas, vidrios de ventanas, etcétera, se rompen; pocos casos de agrietamiento de aplanados; caen objetos inestables.
IV	Fuerte	5.0 – 5.09	Sacudida sentida por todos; algunas personas asustadas huyen hacia afuera. Algunos muebles pesados cambian de sitio; pocos ejemplos de daños ligeros en construcciones.
VII	Muy fuerte		Advertido por todos. La gente huye del exterior. Daños sin importancia en edificios de buen diseño y construcción. Construcciones débiles o mal diseñadas presentan daños moderados. Estimado por las personas conduciendo vehículos en movimiento.
VIII	Destructivo	6.0 – 7.9	Daños ligeros en edificios de buen diseño y construcción.; considerable en edificios ordinarios con derrumbe parcial; grande en estructuras débilmente construidas. Cambio en el nivel del agua de los pozos. Pérdida de control en las personas que guían carros de motor.
IX	Muy destructivo		Daños considerables en edificios de buen diseño y construcción; las armaduras de las estructuras bien planeadas se desploman; grandes daños en los edificios sólidos, con derrumbe parcial. Los edificios salen de los cimientos. El terreno se agrieta notablemente. Las tuberías subterráneas se rompen. Pánico general.
X	Desastroso	>8	Destrucción de estructuras de madera bien construidas; la mayor parte de estructuras de mampostearía y armaduras se destruyen con todo y cimientos; agrietamiento del terreno. Las vías del ferrocarril se tuercen. Considerables deslizamientos en los márgenes de los ríos y pendientes fuertes. Invasión del agua de los ríos sobre sus márgenes.
XI	Muy desastroso		Casi ninguna de las estructuras de mampostería queda en pie. Puentes destruidos. Anchas grietas en el terreno. Las tuberías subterráneas quedan fuera de servicio. Hundimientos y derrumbes en terreno suave. Gran torsión de las vías férreas.
XII	Catastrófico		Destrucción total. Ondas visibles sobre el terreno. Perturbaciones en las costas de nivel. Objetos lanzados en el aire hacia arriba.

Escala de Mercalli Modificada (MM), Servicio Geológico Mexicano. (2017).

De acuerdo con el mapa analizado, se identifican cinco rangos de intensidad: débil, ligero, moderado, fuerte y muy fuerte. La mayor parte del territorio municipal se localiza dentro de una zona con intensidad sísmica muy fuerte, lo que indica la posibilidad de daños considerables durante eventos sísmicos relevantes, especialmente en estructuras vulnerables. En contraste, la porción noreste del municipio se encuentra en un área susceptible a sismos de intensidad fuerte, donde si bien los daños esperados podrían ser relativamente menores, existe un riesgo significativo en viviendas con deficiencias estructurales o asentadas sobre suelos de baja competencia.

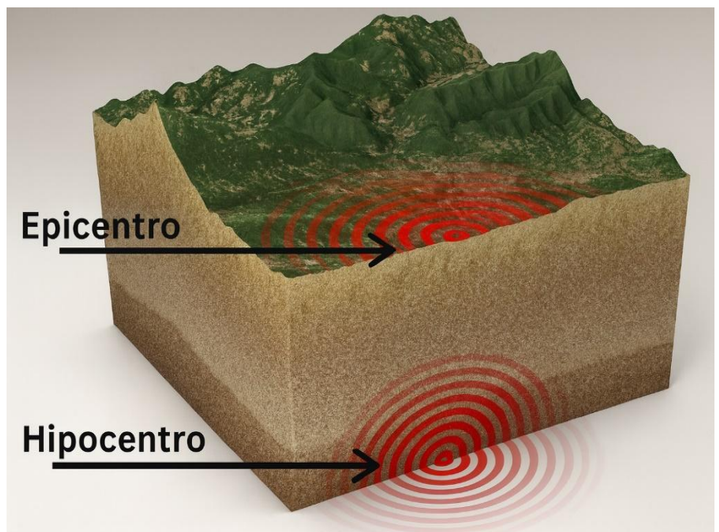
Este patrón de distribución de la intensidad sísmica resalta la necesidad de incorporar este parámetro como un elemento central en la planeación del uso del suelo, el diseño y reforzamiento de edificaciones, y la gestión integral del riesgo en el municipio. La adecuada consideración de la intensidad sísmica permite orientar acciones de prevención, mitigación y preparación, con el objetivo de reducir la vulnerabilidad de la población y fortalecer la resiliencia del territorio frente a futuros eventos sísmicos.

Sismicidad histórica

La sismicidad histórica comprende el análisis de los terremotos ocurridos con anterioridad al desarrollo y a la aplicación sistemática de instrumentos sismográficos. Su estudio se fundamenta en la revisión crítica de documentos antiguos, crónicas, archivos históricos y otros registros indirectos que permiten reconstruir la ocurrencia, magnitud e impactos sociales y territoriales de los sismos relevantes en una región.
En México, la sismología instrumental inició formalmente en 1910 con la creación de la Red Sismológica Mexicana, cuyos registros han permitido establecer un monitoreo continuo y sistemático del territorio nacional. México se localiza dentro del Cinturón de Fuego del Pacífico, una de las regiones sísmicamente más activas del planeta, como resultado de la compleja interacción entre las placas de Norteamérica, Cocos, Pacífico, Rivera y Caribe. A esta dinámica regional se suma la presencia de sistemas locales de fallas geológicas que, aunque generalmente asociadas a magnitudes moderadas, pueden generar sismos perceptibles y potencialmente dañinos (SGM, 2017). En este contexto, el análisis de la sismicidad histórica constituye un componente clave del Atlas de Riesgos, al proporcionar una base temporal ampliada que permite identificar patrones de recurrencia, zonas de mayor afectación y escenarios sísmicos aceptables, indispensables para la planeación territorial y la gestión integral del riesgo.

Epicentros históricos

Los epicentros representan los puntos sobre la superficie terrestre situados directamente encima del hipocentro, que es el lugar en el interior de la Tierra donde se origina un sismo y se libera la energía sísmica (SSN, 2025). Cuando ocurre un movimiento telúrico, las ondas sísmicas se expanden desde el hipocentro hacia la superficie, y el epicentro es la zona donde estas ondas se sienten con mayor intensidad.



Esquema conceptual del origen de un sismo: hipocentro y epicentro. (GeBe Arquitectura, 2025).

En el análisis de epicentros históricos, considerando un radio de 250 kilómetros a partir del límite municipal Dentro de un radio de 250 kilómetros medido a partir del límite municipal de Nopala de Villagrán, se identifican tres epicentros sísmicos históricos; al ampliar el análisis a un radio de 300 kilómetros, se registran siete eventos, y dentro de un radio de 500 kilómetros se documentan veintiséis epicentros adicionales. Estos eventos han sido registrados en distintos periodos históricos y se encuentran asociados a diversas estructuras tectónicas y fuentes generadoras.

Si bien existe variabilidad en la distancia de dichos epicentros respecto al municipio, su análisis conjunto permite caracterizar el marco sismo tectónico regional y valorar el nivel de exposición del territorio ante la posible ocurrencia de movimientos telúricos.

Enseguida se presenta la tabla correspondiente a la sismicidad histórica relevante, cuya sistematización contribuye a la comprensión del comportamiento sísmico del área de estudio y fortalece la toma de decisiones en materia de prevención, mitigación y gestión integral del riesgo.

Epicentros registrados dentro del radio de 300 Km		
Periodo	Fecha	Epicentro
1845 - 1897	18 de junio de 1858	Michoacán
1900 - 1920	19 de noviembre 1912	México
1921 - 1964	06 de junio de 1964	Guerrero

Epicentros registrados en un radio de 250 Km a partir del límite municipal de Nopala de Villagrán

Epicentros registrados en un radio de 300 Km		
Periodo	Fecha	Epicentro
1845 - 1897	03 de octubre de 1864	Puebla
	19 de Julio de 1882	Oaxaca
1900 - 1920	16 de enero de 1902	Guerrero
	3 de febrero de 1911	Oaxaca
	4 de enero de 1920	Veracruz
1965 - 2000	28 de agosto de 1973	Puebla
	15 de junio de 1999	Puebla

Epicentros registrados en un radio de 300 Km a partir del límite municipal de Nopala de Villagrán

Epicentros registrados en un radio de 500 Km		
Periodo	Fecha	Epicentro
1845 - 1897	07 de abril de 1845	Guerrero
	11 de febrero 1875	Jalisco
1900 - 1920	26 de mayo de 1908	Guerrero
	30 de julio de 1909	Guerrero
	31 de julio 1909	Guerrero
	05 de septiembre 1909	Guerrero
	31 de octubre 1909	Guerrero
	31 de mayo de 1910	Guerrero
	16 de diciembre de 1911	Guerrero
	07 de junio de 1911	Jalisco
1921 - 1964	22 de marzo de 1928	Oaxaca
	17 de abril de 1928	Oaxaca
	04 de agosto de 1928	Oaxaca
	15 de abril de 1941	Michoacán
	28 de julio de 1957	Guerrero
	24 de mayo de 1959	Oaxaca
	19 de mayo de 1962	Guerrero
1965 - 2000	09 de diciembre de 1965	Guerrero
	11 de marzo de 1967	Veracruz
	02 de abril de 1968	Oaxaca
	14 de marzo de 1979	Guerrero
	19 de septiembre de 1985	Guerrero
	25 de abril de 1989	Guerrero
	30 de septiembre de 1999	Oaxaca
2003 - 2017	19 de septiembre de2017	Guerrero
	21 de enero de 2023	Colima

Epicentros registrados en un radio de 500 Km a partir del límite municipal de Nopala de Villagrán

De manera complementaria, fuera del radio de 500 kilómetros previamente delimitado, se identifican ocho epicentros adicionales registrados en distintos periodos y vinculados a diversas fuentes sísmicas. Estos eventos amplían la perspectiva regional de la sismicidad y permiten contextualizar la dinámica tectónica a mayor escala que, si bien se localiza a mayor distancia del área de estudio, resulta relevante para una evaluación integral y técnicamente fundamentada del riesgo sísmico.

Epicentros registrados fuera de un radio de 500 Km		
Periodo	Fecha	Epicentro
1845 - 1897	11 de mayo de 1870	Oaxaca
	05 de junio 1897	Oaxaca
1900 - 1920	27 de agosto de 1911	Oaxaca
19621 - 1964	17 de junio de 1928	Puebla
	15 de enero de 1931	Oaxaca
	26 de agosto de 1959	Veracruz
1965 - 2000	29 de noviembre de 1978	Oaxaca
	23 de agosto de 1965	Oaxaca

Epicentros registrados fuera de un radio de 500 Km a partir del límite municipal de Nopala de Villagrán

El análisis de la sismicidad histórica es un componente esencial para comprender el comportamiento sísmico del estado de Hidalgo y, específicamente, del municipio. El estudio de los eventos registrados en el pasado

permite identificar el comportamiento con la frecuencia, magnitud, profundidad y distribución espacial de los sismos que han afectado la región, así como reconocer patrones de recurrencia vinculados con las estructuras geológicas activas.

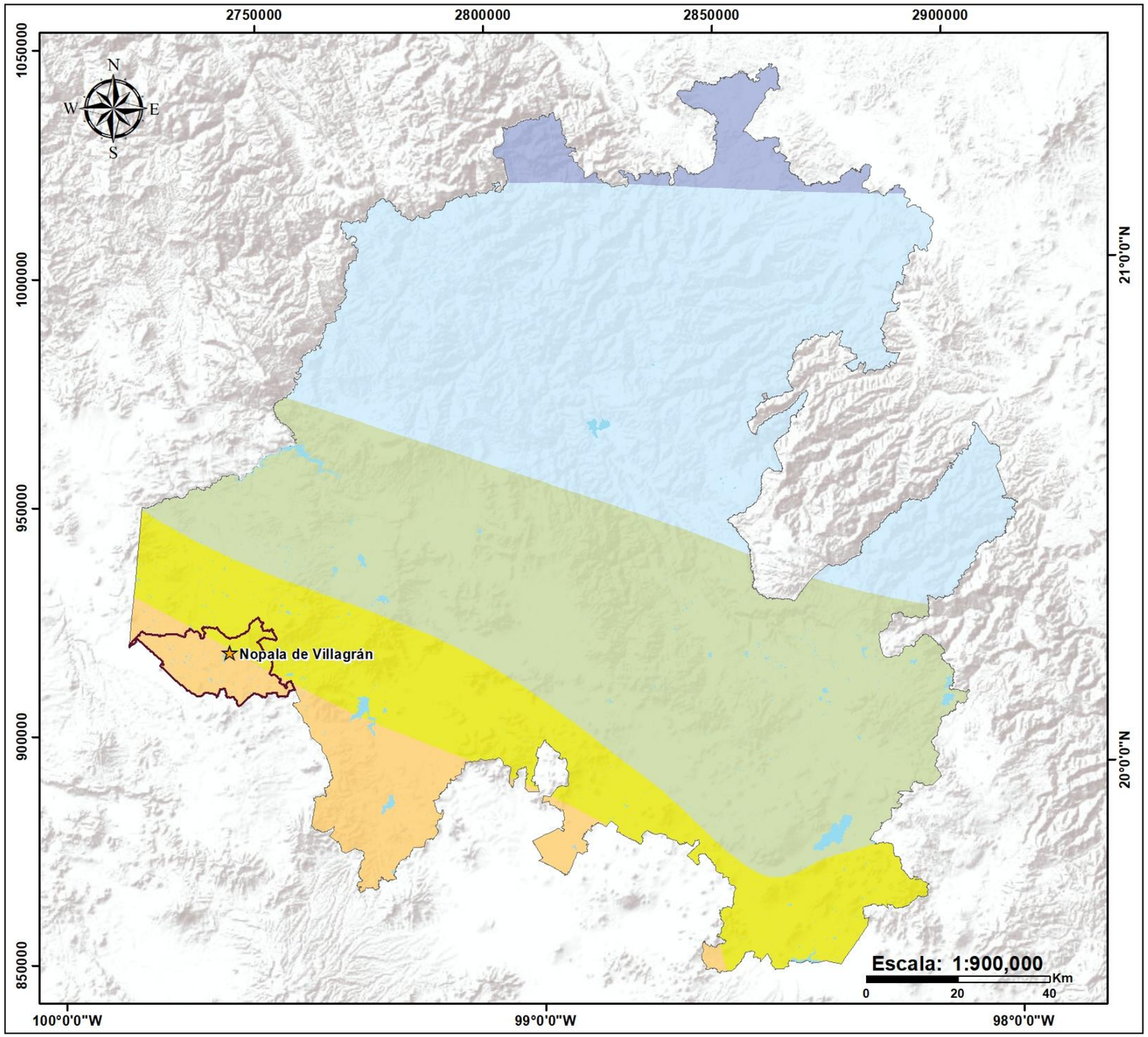
Dado que los terremotos son fenómenos intrínsecamente impredecibles, contar con un acervo histórico confiable resulta fundamental para fortalecer la evaluación del peligro y del riesgo sísmico. Esta información proporciona referencias valiosas sobre la intensidad de los sacudimientos observados, los daños ocasionados y la respuesta tanto del entorno natural como del entorno construido. Su integración es indispensable para sustentar el diseño de medidas de mitigación, la actualización de normativas de construcción, la delimitación de zonas de mayor susceptibilidad y la elaboración de protocolos de preparación y respuesta ante futuros eventos.

En este contexto, la sismicidad histórica se consolida como una herramienta estratégica para la reducción del riesgo de desastres y para el fortalecimiento de la resiliencia de las comunidades del municipio de Nopala de Villagrán y del estado de Hidalgo en su conjunto.

Epicentros registrados

En el municipio, de acuerdo a los datos emitidos por el Servicio Sismológico Nacional, desde el año 1900 hasta 2025 no se han registrado epicentros dentro de su territorio (no hay mapa). Esta ausencia histórica de eventos sísmicos sugiere que la zona se encuentra fuera de los principales sistemas de fallas activos que atraviesan otras regiones del país, especialmente las asociadas con la FVTM y las placas tectónicas que interactúan en el litoral del Pacífico. Sin embargo, la ausencia de epicentros no garantiza que en el futuro no pueda registrarse alguno. La actividad tectónica es dinámica y responde a procesos internos de la Tierra que pueden manifestarse de forma inesperada.

Mapa de intensidad sísmica



Simbología

Intensidad

- Débil
- Ligero
- Moderado
- Fuerte
- Muy fuerte

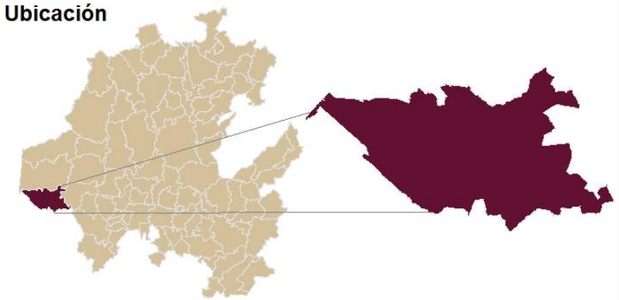
Límites políticos

- Cabecera municipal
- Límite municipal

Rasgos hidrográficos

- Cuerpo de agua
- Límite estatal

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

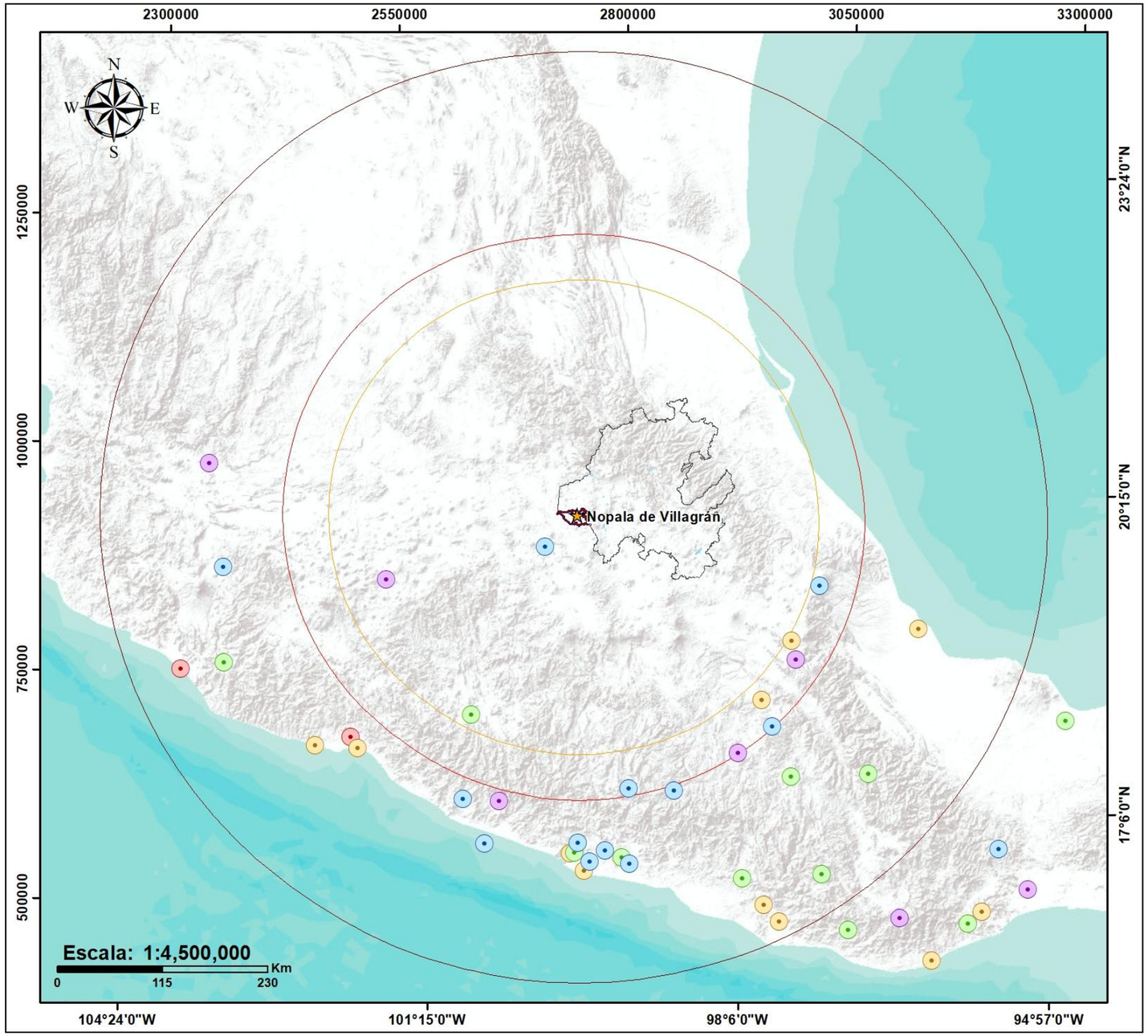
Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

IS-Intensidad sísmica

Mapa de epicentros históricos



Simbología

Epicentros históricos

- 1845 - 1897
- 1900 - 1920
- 1921 - 1964
- 1965 - 2000
- 2003 - 2017

Límites políticos

- Cabecera municipal
- Límite municipal
- Límite estatal

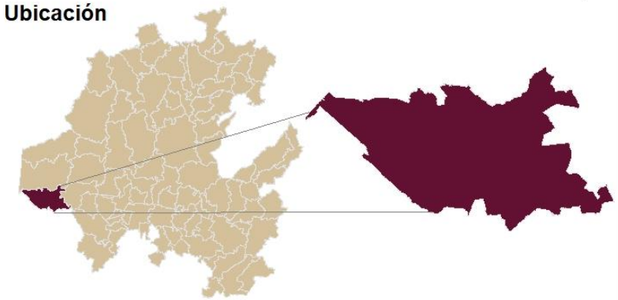
Rasgos hidrográficos

- Cuerpo de agua

Radio de afectación

- Radio de 250 Km
- Radio de 300 Km
- Radio de 500 Km

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

Eh - Epicentros históricos

Velocidad de onda de corte

Es un parámetro geotécnico y sismológico que se obtuvo del USGS (Servicio Geológico de los Estados Unidos). Según Wald & Allen, este parámetro representa la velocidad promedio de propagación de las ondas sísmicas tipo S (shear waves) en los primeros 30 metros del subsuelo (Vs30). Este valor es fundamental para caracterizar el tipo de suelo y estimar su comportamiento ante un evento sísmico, ya que los materiales blandos amplifican las ondas sísmicas más que los materiales rígidos o rocosos (Borcherdt, 1994).

En términos generales, valores altos de Vs30 (mayores a 760 m/s) indican suelos o rocas competentes, con baja amplificación sísmica; mientras que valores bajos de Vs30 (menores a 360 m/s) corresponden a suelos blandos, con alta susceptibilidad a la amplificación de ondas (García et al., 2020).

Este criterio se utiliza a nivel mundial en la clasificación de suelos sísmicos establecida por el National Earthquake Hazards Reduction Program (NEHRP), la cual categoriza los terrenos según su rigidez y comportamiento dinámico:

Clase	Tipo de suelo	Rango de Vs30 (m/s)	Comportamiento sísmico
A	Roca dura	>1500	Muy estable
B	Roca	760–1500	Estable
C	Suelo denso o roca blanda	360–760	Moderadamente estable
D	Suelo blando	180–360	Alta amplificación
E	Suelo muy blando	<180	Muy alta amplificación

Tipos de suelo y comportamiento sísmico según rangos de velocidad de onda de corte (Vs30). (FEMA, 2003; Wald & Allen, 2007)

El uso del Vs30 es clave para la microzonificación sísmica, la evaluación del peligro sísmico local y el diseño estructural, ya que permite relacionar las condiciones del suelo con los niveles esperados de aceleración y respuesta sísmica (Boore et al., 2011).

De acuerdo a la información obtenida de la USGS, 2023, se visualiza que los valores principales de Vs30 del municipio oscilan entre 300 a 490 m/s, representados en tonos amarillo a verde claro. Una parte significativa del territorio presenta velocidades mayores a 760 m/s en color verde oscuro. También, existen zonas con rangos menores entre 240 a 300 m/s y otras con valores más elevados entre 490 y 600 m/s.

La predominancia de suelos en el municipio es de clase C y D, que van de suelos densos o rocas blandas a suelos blandos, con un comportamiento sísmico moderadamente estable a una alta amplificación.

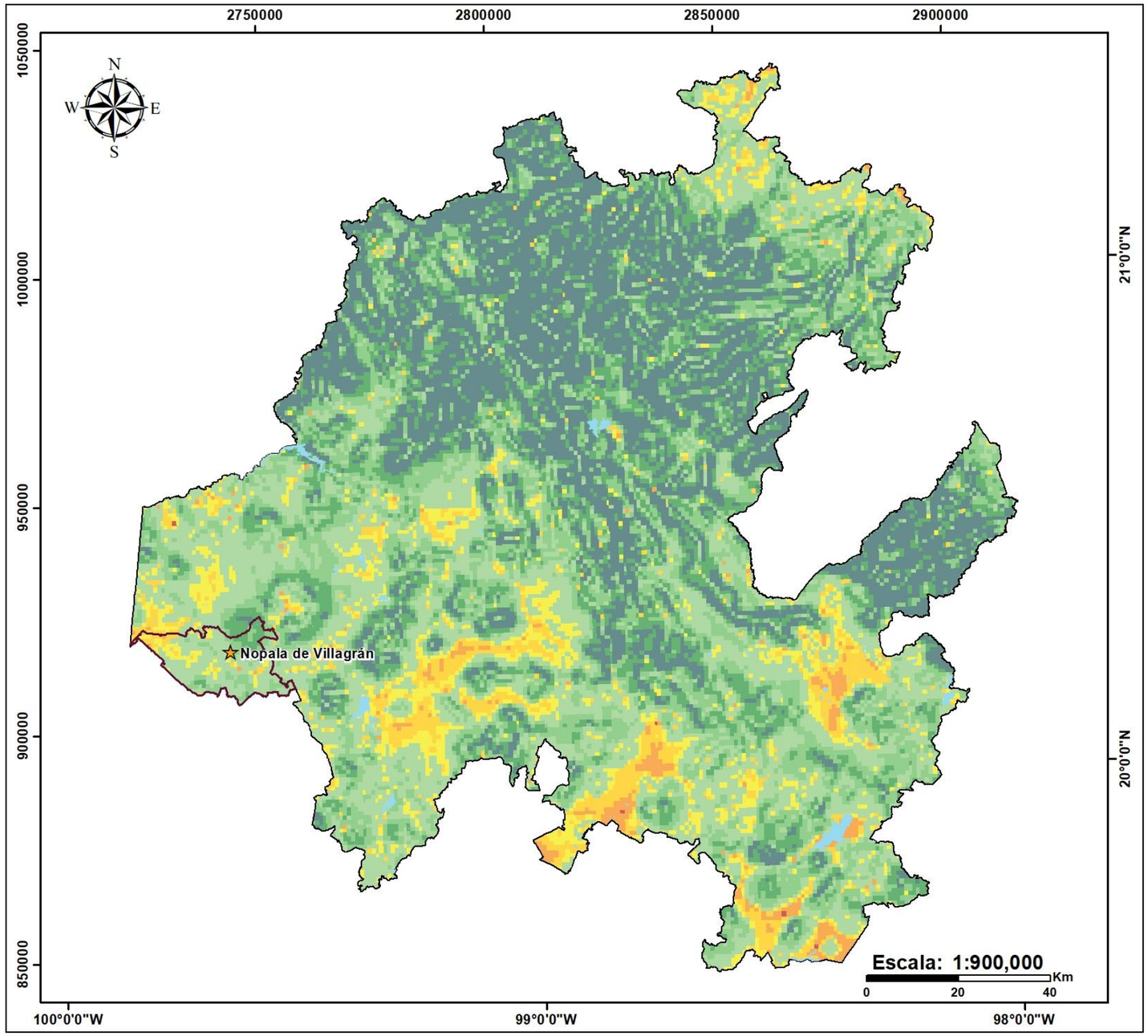
El municipio presenta una heterogeneidad geológica significativa, reflejada en la variabilidad de la velocidad de onda de corte.

Las zonas de menor rigidez se concentran en los valles al noroeste del municipio, con valores entre 240 a 300 m/s, asociados con depósitos recientes y mayor susceptibilidad sísmica.

Las zonas de mayor rigidez, principalmente basaltos y riolitas, alcanzan valores superiores a 490 m/s, se localizan al noreste del municipio.

La cabecera municipal se ubica en un rango intermedio de Vs30, lo que indica condiciones geotécnicas estables, pero influenciadas por fracturamiento volcánico y sedimentación coluvial.

Mapa de velocidad de onda de corte



Simbología

Velocidad de onda de corte m/s

- <180
- 180-240
- 240-300
- 300-360
- 360-490
- 490-600
- 600-760
- >760

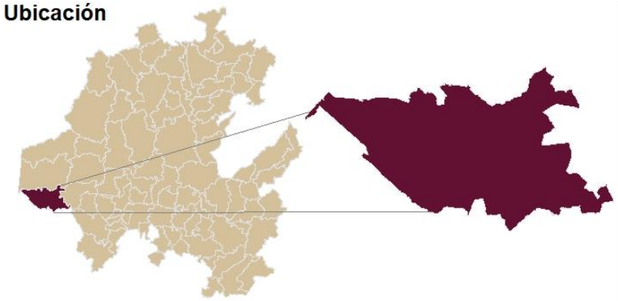
Límites políticos

- Cabecera municipal
- Límite municipal
- Límite estatal

Rasgos hidrográficos

- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide.....GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

VdOdC - Velocidad de onda de corte

Periodos de retorno estructural

Es un parámetro probabilístico utilizado ampliamente en la ingeniería civil, la ingeniería sísmica y la gestión del riesgo para estimar la frecuencia con la que un fenómeno natural, como un sismo, puede alcanzar o superar una determinada magnitud. Este indicador constituye una herramienta crítica en el diseño estructural, ya que permite establecer niveles de seguridad compatibles con la normativa y con la aceptabilidad social del riesgo.

El período de retorno se define como el inverso de la probabilidad anual de excedencia, de modo que valores de 10, 100 y 500 años representan probabilidades anuales aproximadas del 10 %, 1 % y 0.2 %, respectivamente, lo que permite caracterizar desde amenazas frecuentes hasta eventos raros, pero potencialmente destructivos (Cornell, 1968; McGuire, 2004). Se utilizan para definir niveles de amenaza sísmica que orientan el diseño de edificaciones nuevas y la evaluación de estructuras existentes. Por ejemplo, McGuire (2004) explica que la selección de períodos de retorno variables (50, 475, 975 o 2,475 años) permite establecer diferentes estados límite, desde el desempeño operacional hasta el colapso. Esto ha sido adoptado internacionalmente por normas como el International Building Code (IBC) y por metodologías probabilistas de evaluación de riesgo.

Según Goda y Atkinson (2011), la variabilidad de las fuentes sísmicas, las funciones de atenuación y los registros históricos puede generar desviaciones significativas en las estimaciones, dado que los períodos de retorno estructural deben considerar la incertidumbre asociada a modelos de amenaza y vulnerabilidad.

Cuando estos niveles de amenaza se aplican a los periodos estructurales de 0, 0.15, 0.5 y 1.0 segundos, se obtienen aceleraciones espectrales diferenciadas que reflejan el comportamiento dinámico propio de cada estructura (Kramer, 1996).

Para cada periodo estructural, las aceleraciones espectrales se obtienen mediante análisis probabilísticos de peligro sísmico, en los cuales se identifica el valor de aceleración que corresponde a la tasa de excedencia igual a la inversa del periodo de retorno, generando así espectros uniformes de peligro que permiten comparar la demanda sísmica esperada para eventos frecuentes, moderados y raros (Goda & Atkinson, 2011). Estos resultados son esenciales para elaborar espectros de diseño, evaluar estados límite de servicio, daño y seguridad, y comprender cómo varía la demanda sísmica en función de la frecuencia de ocurrencia y el comportamiento dinámico de las estructuras, lo que constituye uno de los fundamentos técnicos más sólidos en la práctica del diseño sísmico contemporáneo (ASCE, 2016).

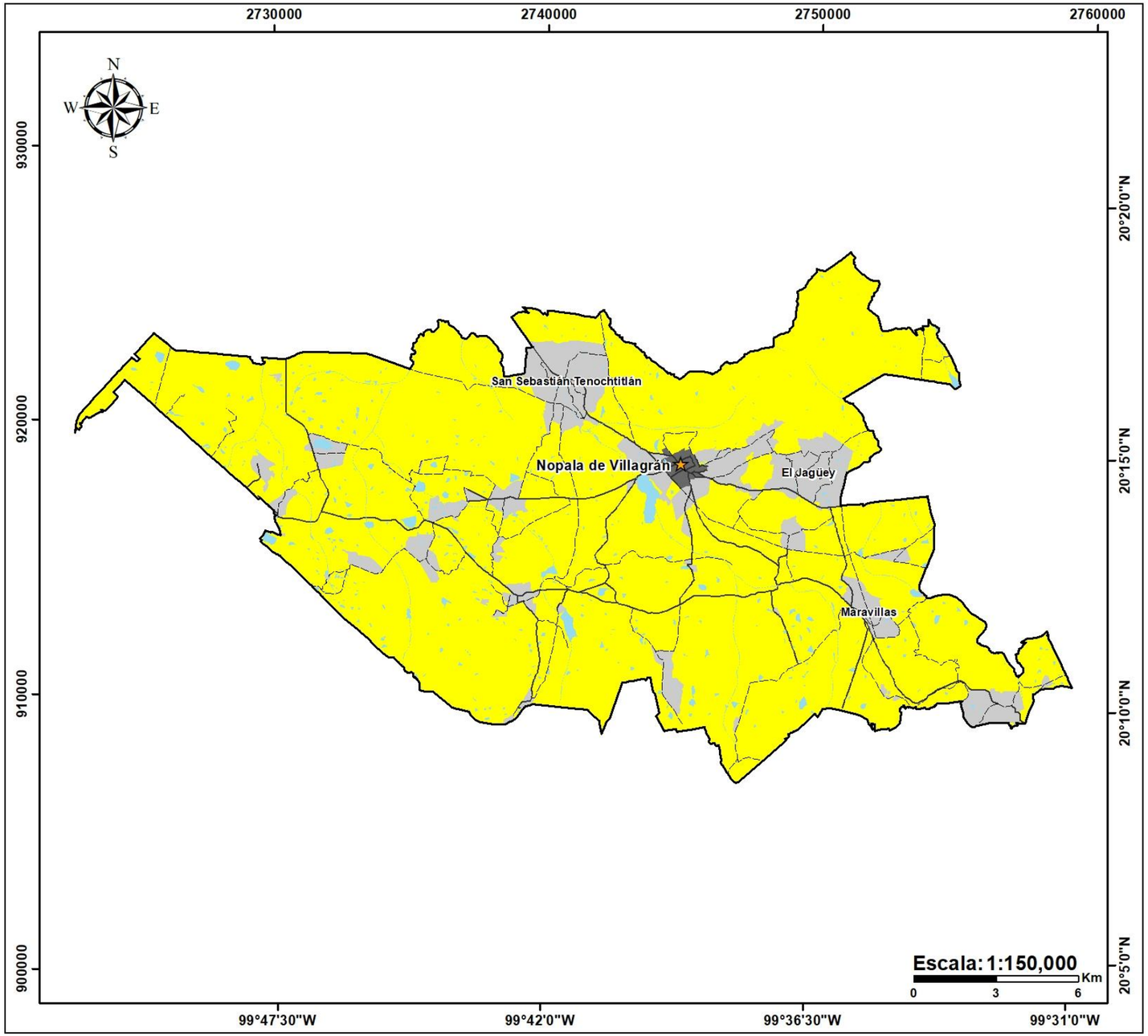
Para la definición de los períodos de retorno estructural se consideraron los años 10, 50, 100, 250, 500 y 1000, así como períodos estructurales de 0.0, 0.25, 0.5, 0.75, 1.0, 1.5 y 2.0 segundos (Ver CAP. XI, Periodos de retorno estructural), lo que permitió comprender el posible comportamiento de dichos períodos en el municipio. Estos resultados se obtuvieron mediante los cálculos y las gráficas generadas con el software PRODISIS versión 4.1 de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), herramienta de gran utilidad para la interpretación del diseño sísmico en obras civiles y en proyectos de la propia CFE. La representación gráfica (mapas) se realizó a partir de la información disponible en el portal del Atlas de Riesgos Nacional de CENAPRED, la cual proporciona valores de aceleración para períodos de retorno de 10, 100 y 500 años, y para períodos estructurales de 0.0, 0.15, 0.5 y 1.0 segundos. Dado que la información oficial no cubre la totalidad de los períodos de retorno y tiempos estructurales requeridos para el análisis, los valores faltantes fueron estimados tomando como base las tendencias observadas en los datos de CENAPRED.

La información resultante se presenta en forma de tabla, la cual se muestra a continuación:

años/s	10a	50a	100a	250a	500a	1000a	Unidad
0.0s	6.46	18.35	28.94	52.18	80.07	120.45	cm/s²
0.15s	18.17	50.53	78.46	138.75	210.16	312.80	
0.25s	16.65	44.82	68.59	118.98	177.61	261.05	
0.30s	15.90	41.97	63.65	109.10	161.33	235.17	
0.50s	13.60	34.22	49.19	79.10	113.17	161.43	
0.75s	12.57	31.41	44.16	68.48	95.33	132.84	
1.00s	11.55	28.60	39.13	57.87	77.48	104.25	
1.50s	8.95	21.67	29.69	44.03	59.16	79.81	
2.00s	6.36	14.75	20.24	30.20	20.84	55.38	

Periodos de retorno estructural para el municipio. Fuente: propia

Mapa de aceleración para periodo de retorno estructural, 10 años 0 segundos



Simbología

Aceleración sísmica
- 0s (11 cm/s^2)

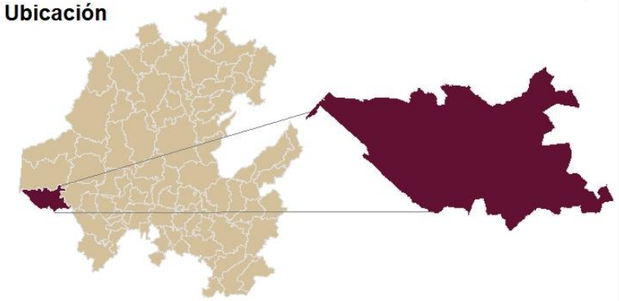
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

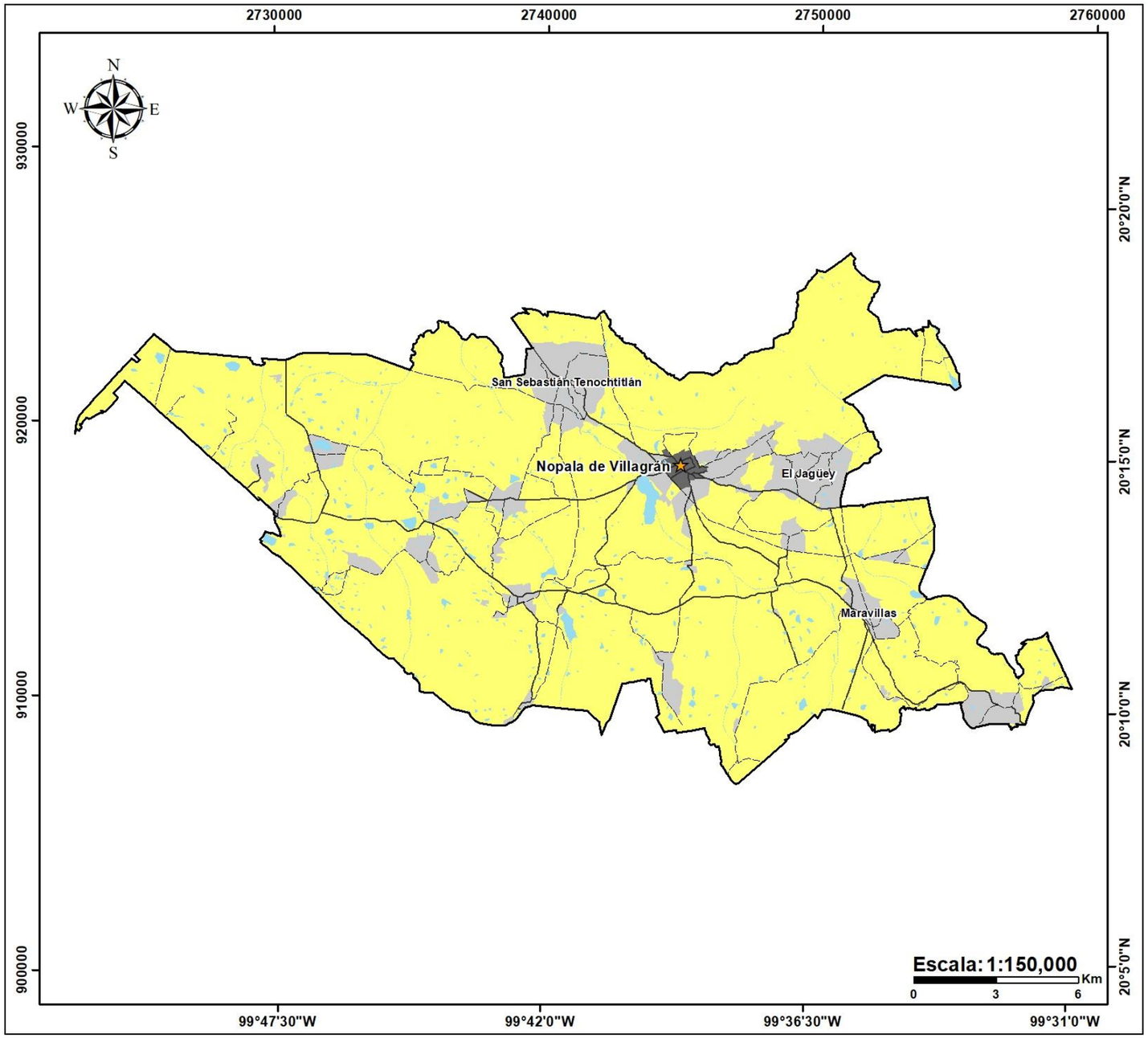
Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

PRE 10a 0s - Periodo de retorno estructural

Mapa de aceleración para periodo de retorno estructural, 10 años 0.15 segundos



Simbología

Aceleración sísmica
- 0.15s (27 cm/s^2)

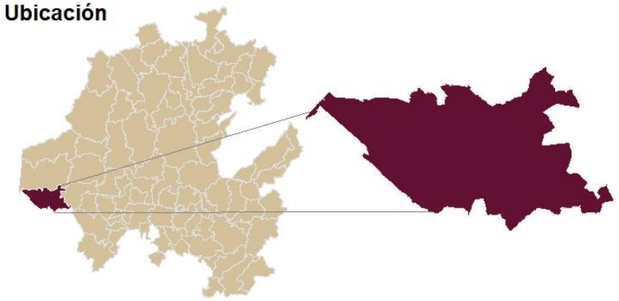
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

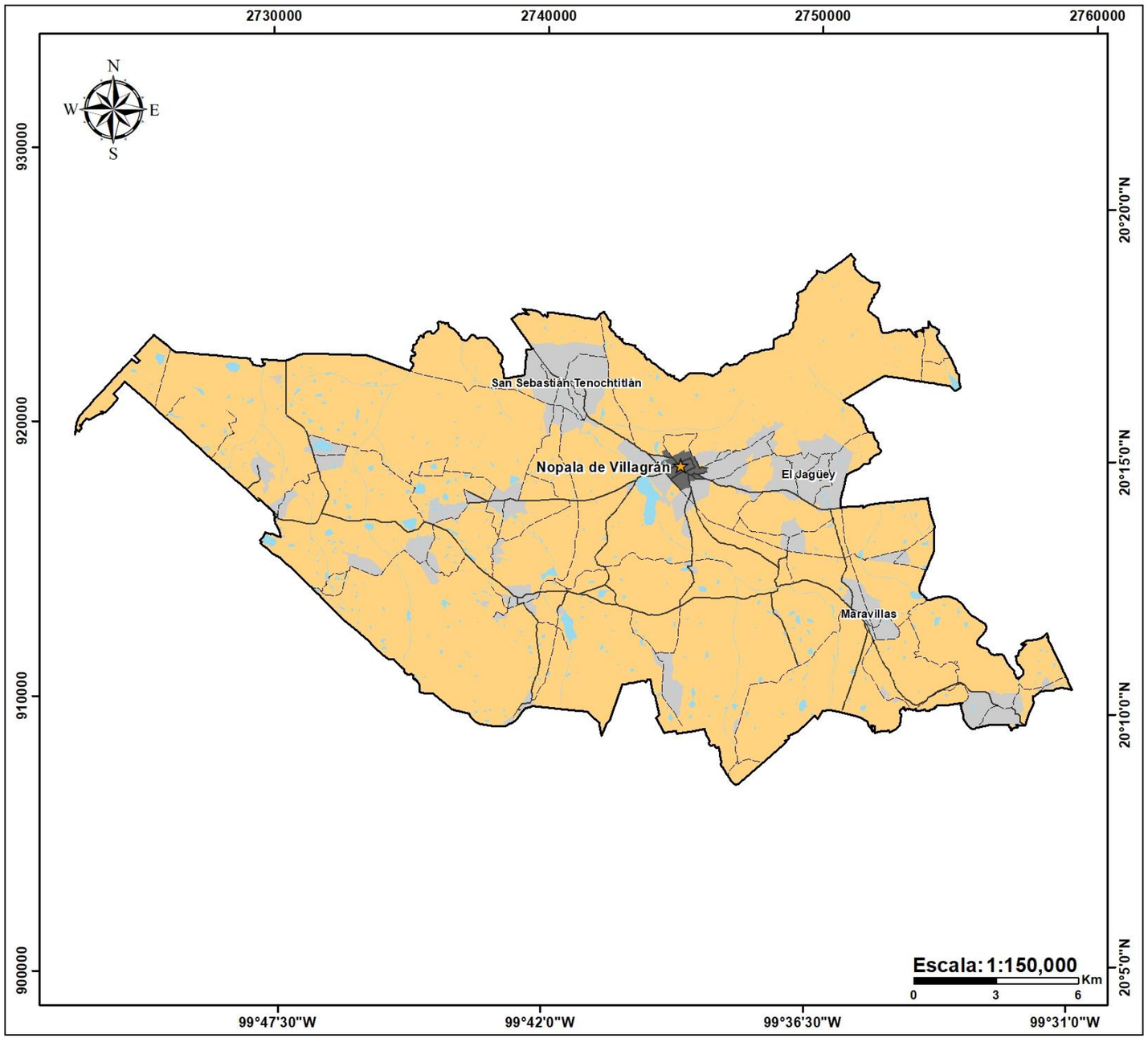
Elipsoide	GRS80
Proyección	ITRF08 LCC
Gradícula	Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal	Mexicano época 2010.0
Zona UTM	14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

PRE 10a 0.15s - Periodo de retorno estructural

Mapa de aceleración para periodo de retorno estructural, 10 años 0.5 segundos



Simbología

Aceleración sísmica
- 0.5s (36 cm/s^2)

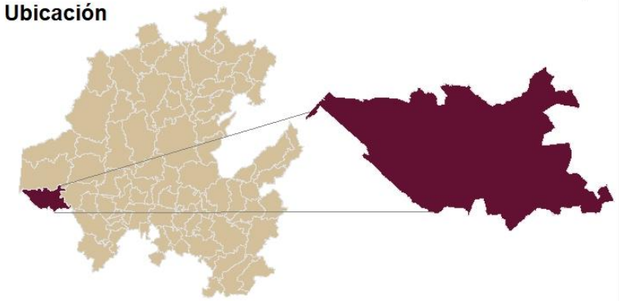
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

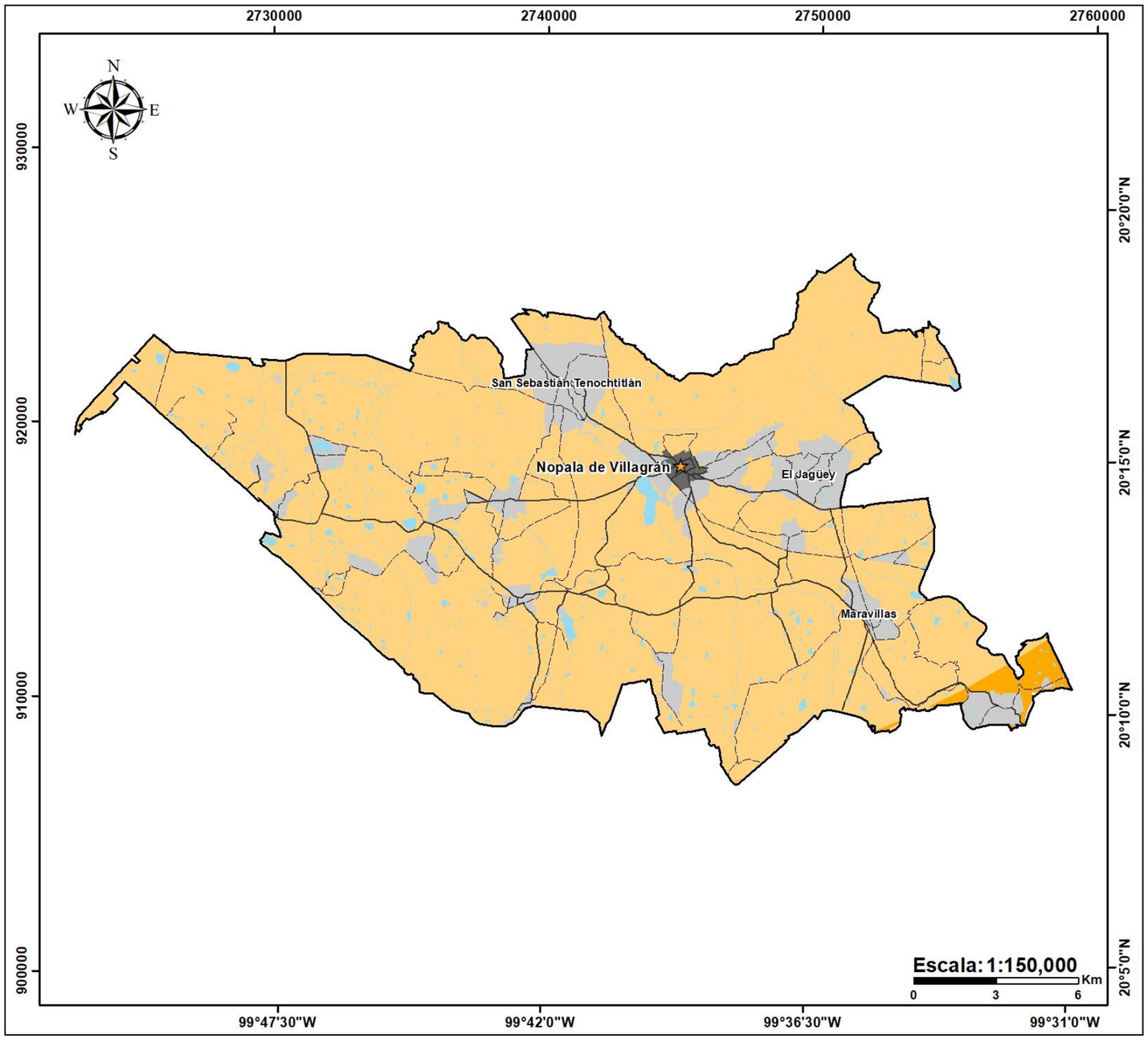
Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

PRE 10a 0.5s - Periodo de retorno estructural

Mapa de aceleración para periodo de retorno estructural, 10 años 1 segundo



Simbología

Aceleración sísmica
- 1s (133 cm/s^2)
- 1s (80 cm/s^2)

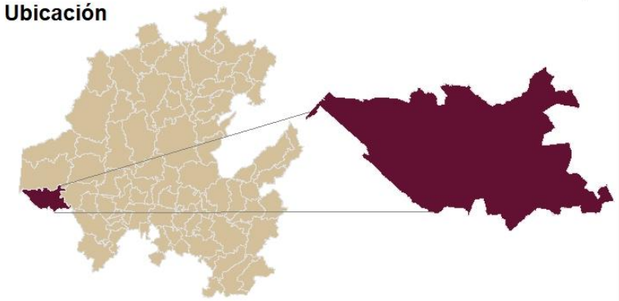
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

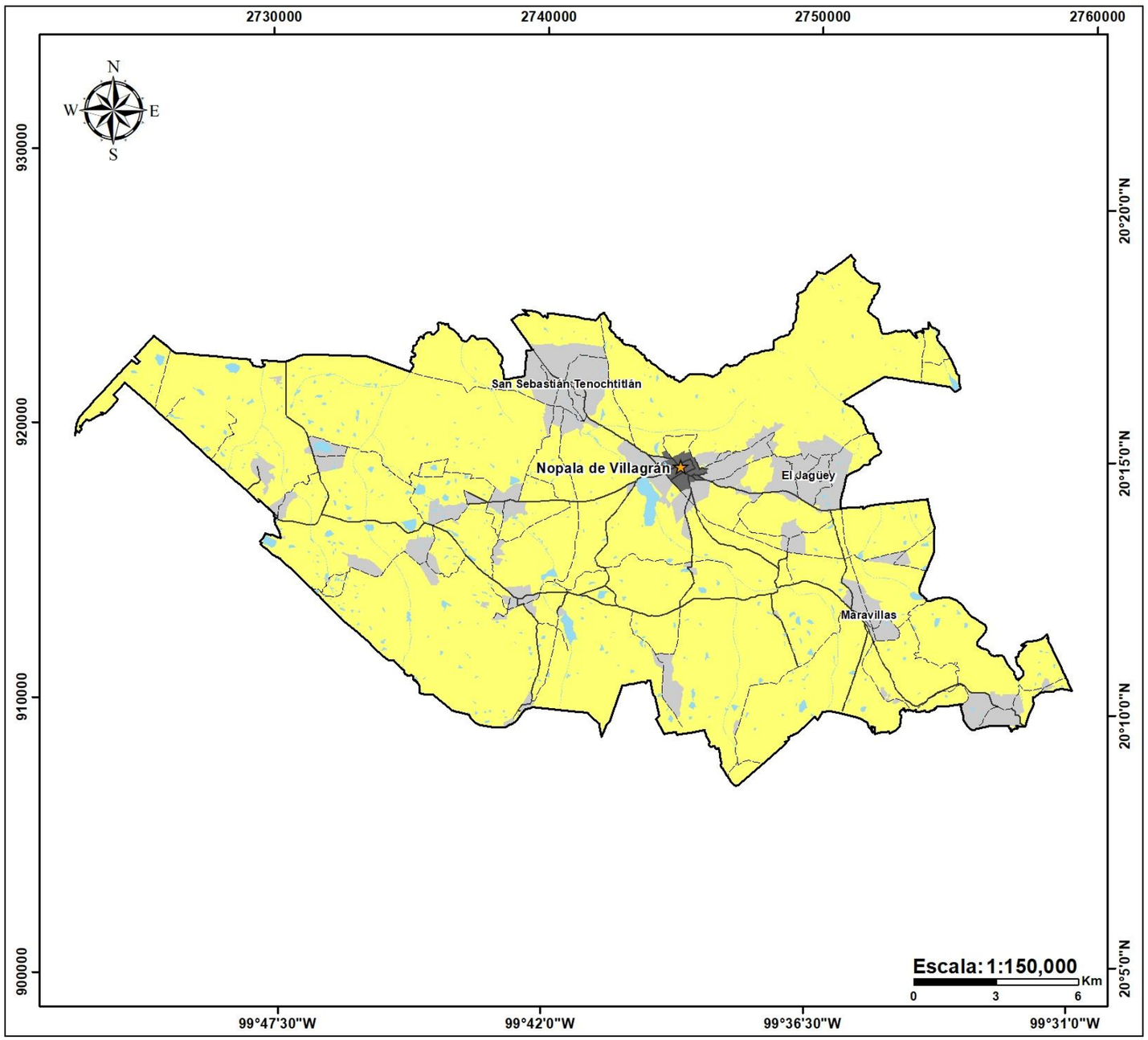
Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

PRE 10a 1s - Periodo de retorno estructural

Mapa de aceleración para periodo de retorno estructural, 100 años 0 segundos



Simbología

Aceleración sísmica
- 0s (27cm/s^2)

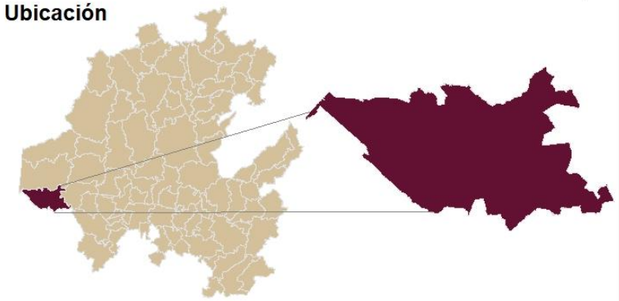
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

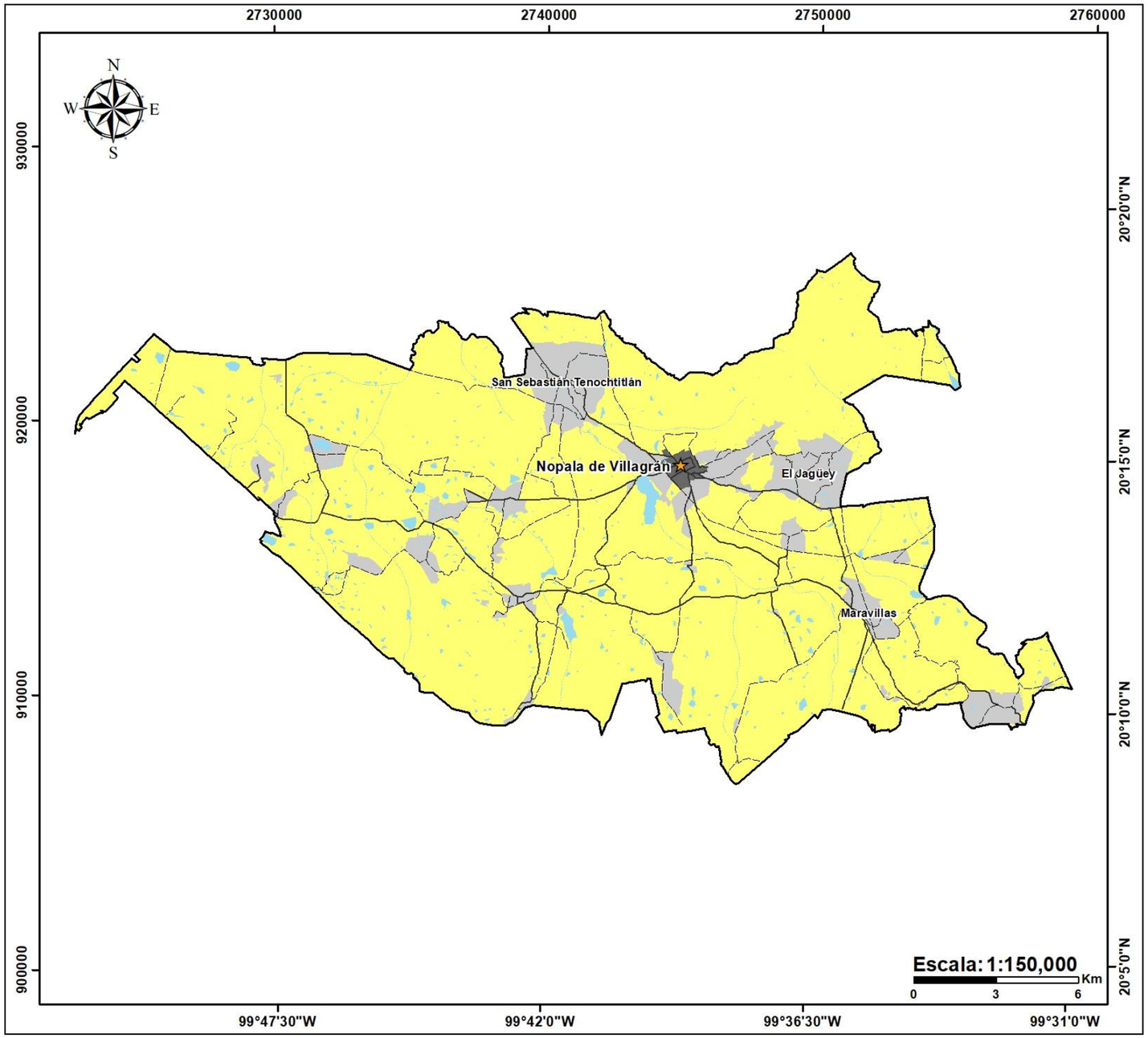
Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

PRE 100a 0s - Periodo de retorno estructural

Mapa de aceleración para periodo de retorno estructural, 100 años 0.15 segundos



Simbología

Aceleración sísmica
- 0.15s (63 cm/s^2)

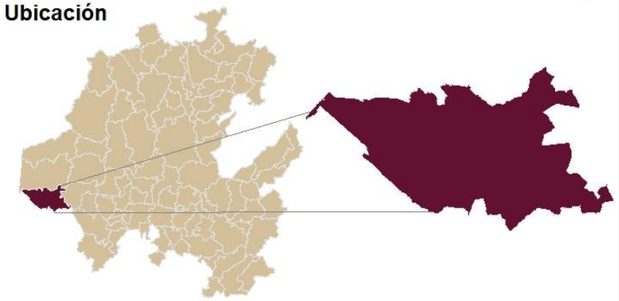
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

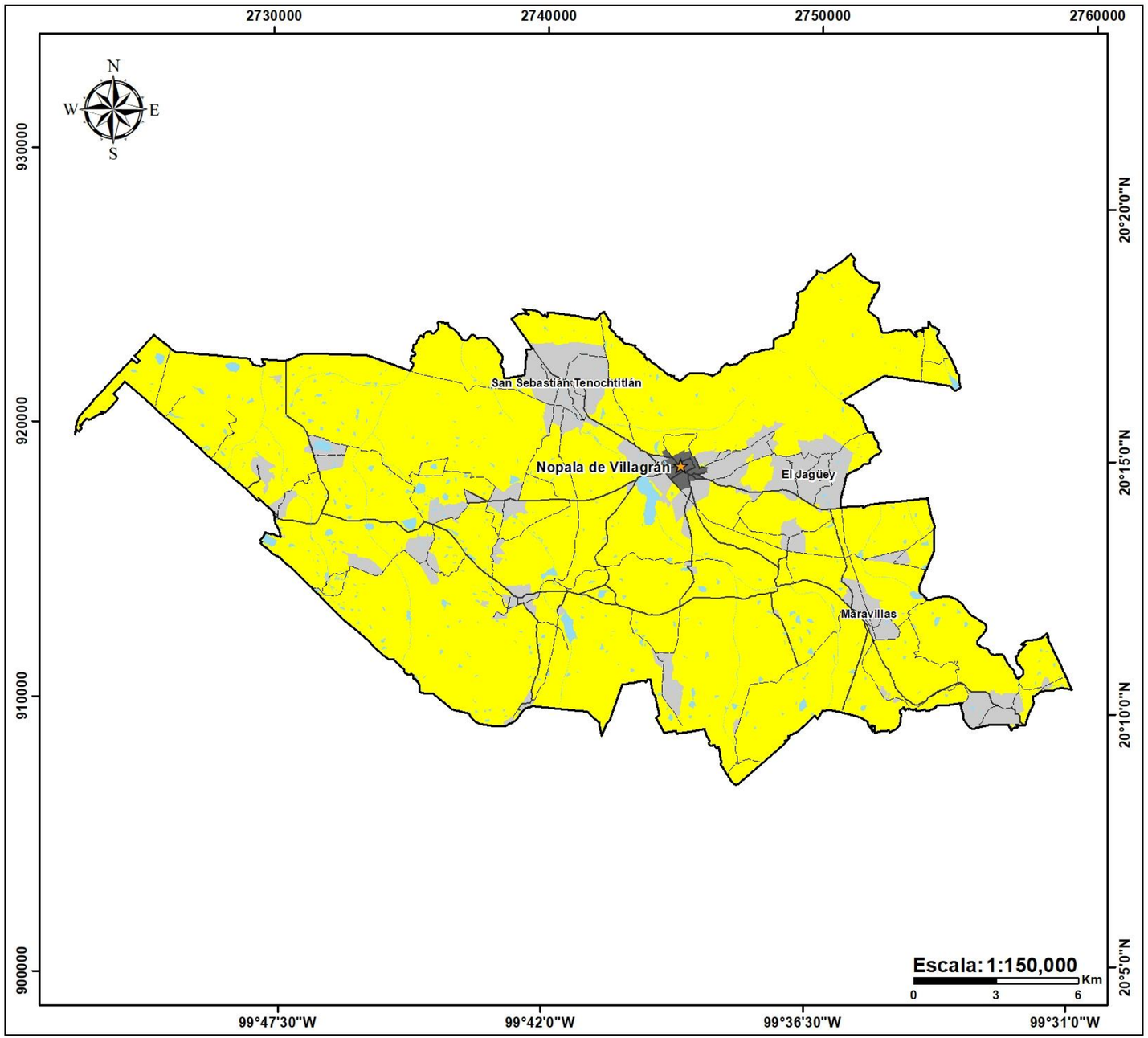
Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

PRE 100a 0.15s - Periodo de retorno estructural

Mapa de aceleración para periodo de retorno estructural, 100 años 0.5 segundos



Simbología

Aceleración sísmica
- 0.5s (88 cm/s^2)

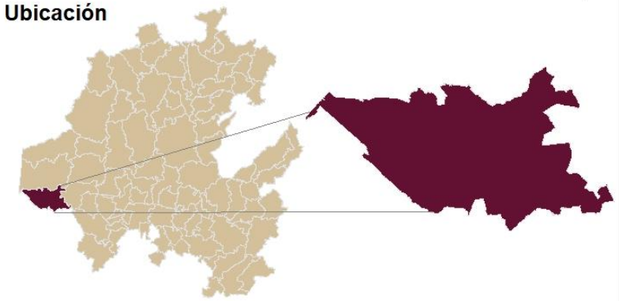
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

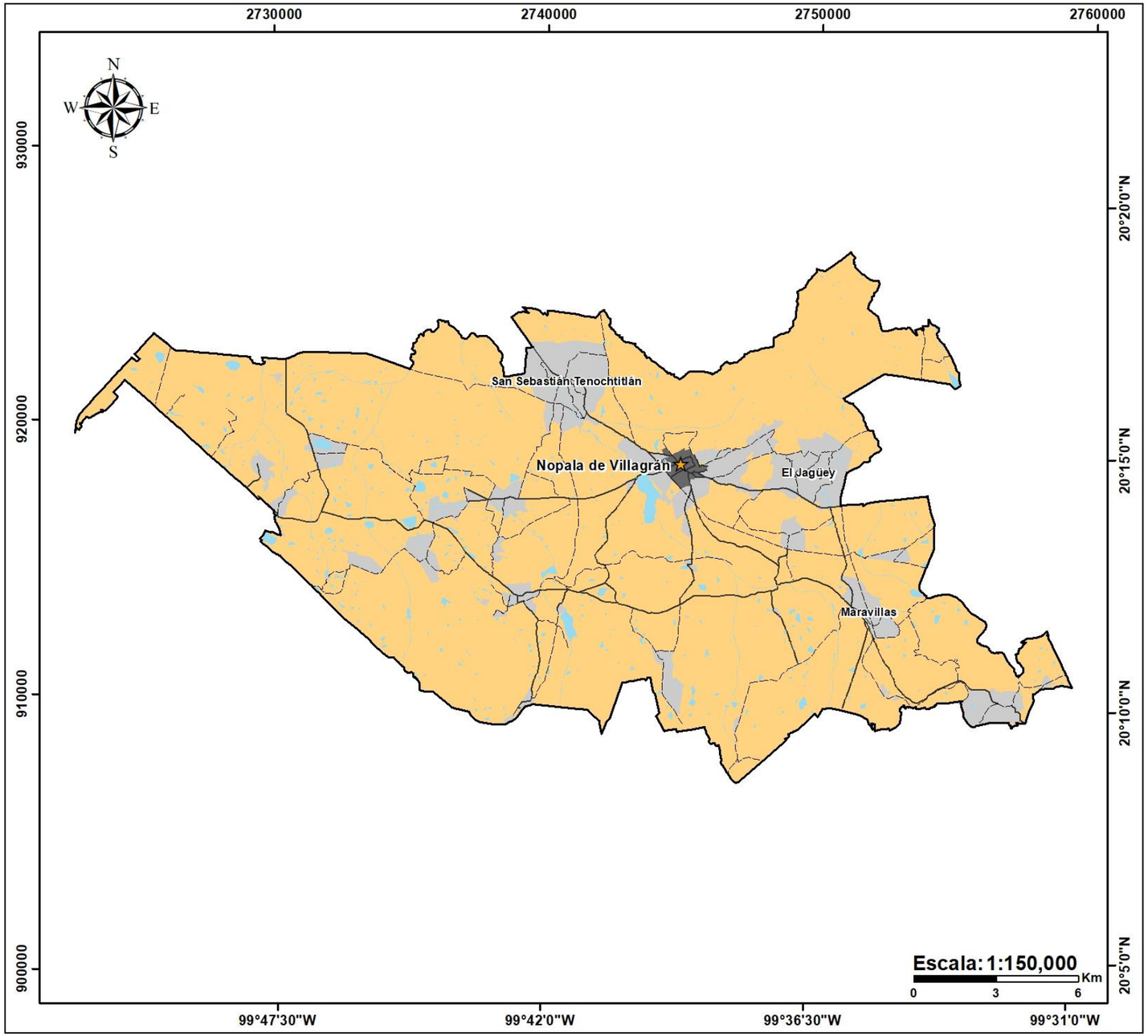
Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

PRE 100a 0.5s - Periodo de retorno estructural

Mapa de aceleración para periodo de retorno estructural, 100 años 1 segundo



Simbología

Aceleración sísmica
- 1s (52 cm/s^2)

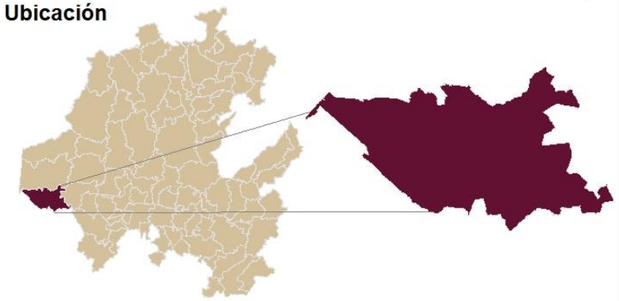
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

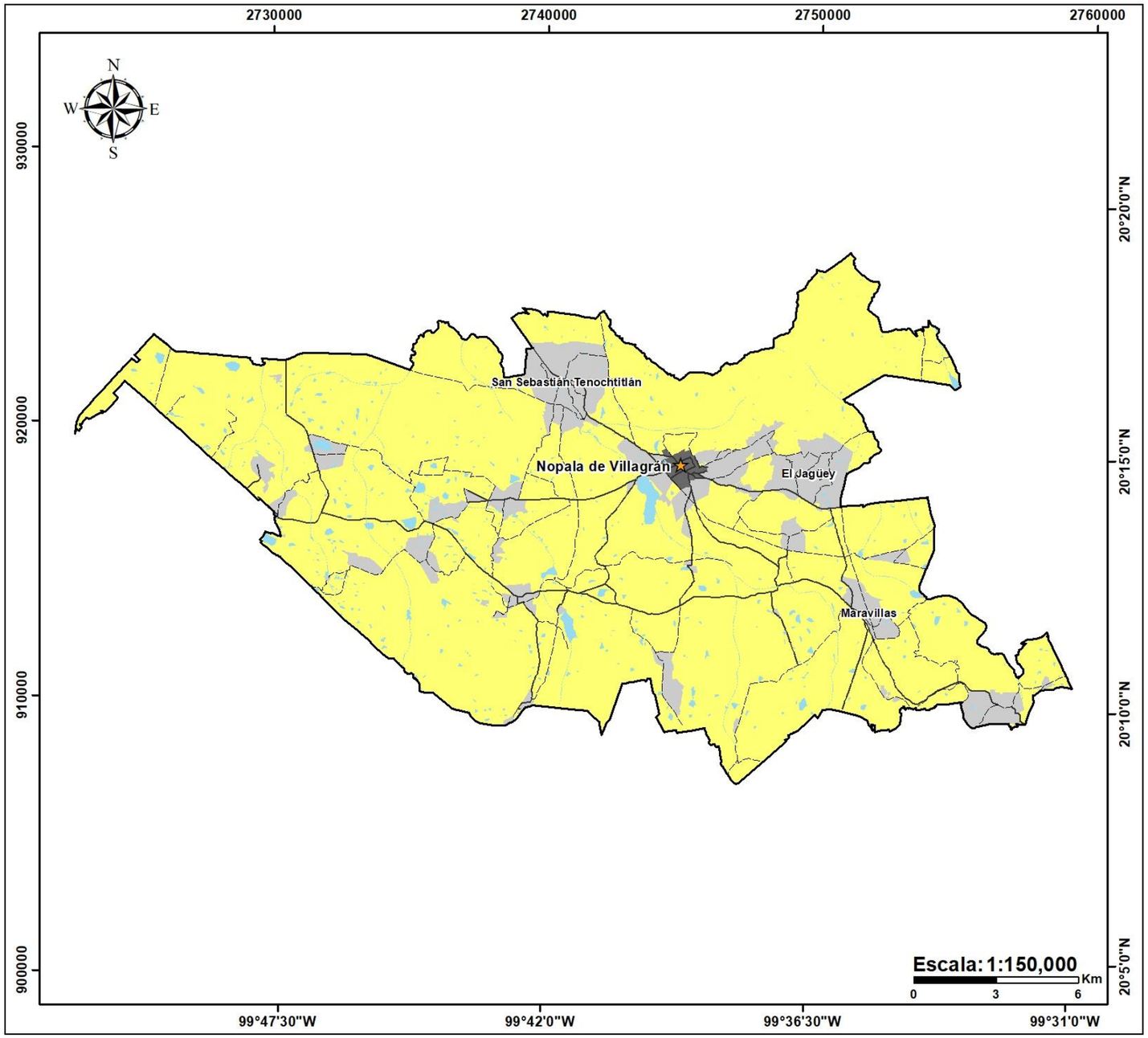
Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

PRE 100a 1s - Periodo de retorno estructural

Mapa de aceleración para periodo de retorno estructural, 500 años 0 segundos



Simbología

Aceleración sísmica
- 0s (45cm/s^2)

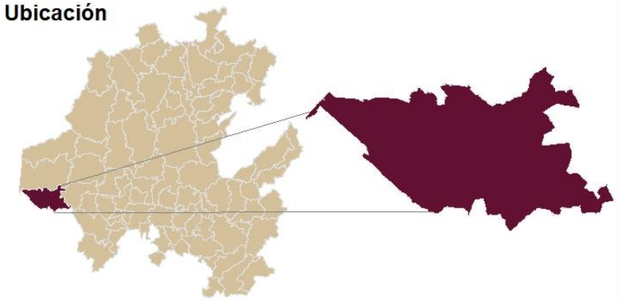
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

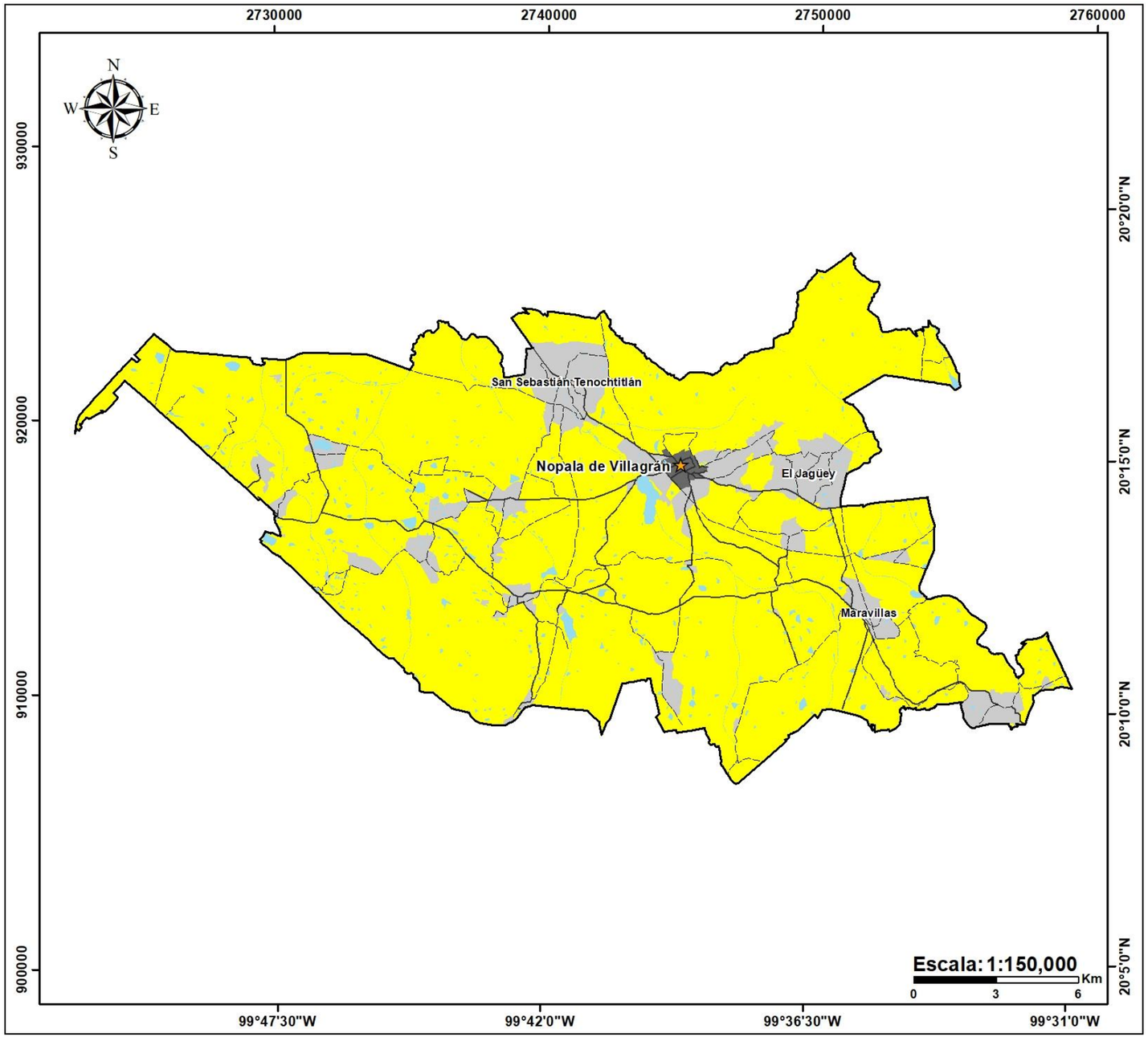
Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

PRE 500a 0s - Periodo de retorno estructural

Mapa de aceleración para periodo de retorno estructural, 500 años 0.15 segundos



Simbología

Aceleración sísmica
- 0.15s (105cm/s^2)

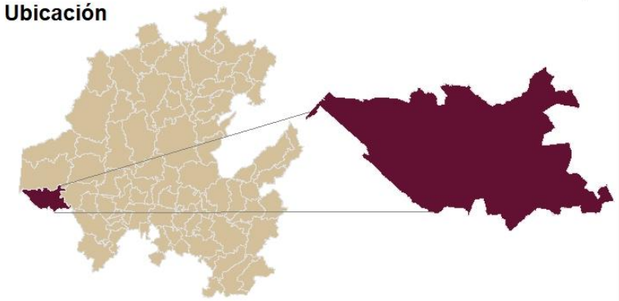
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

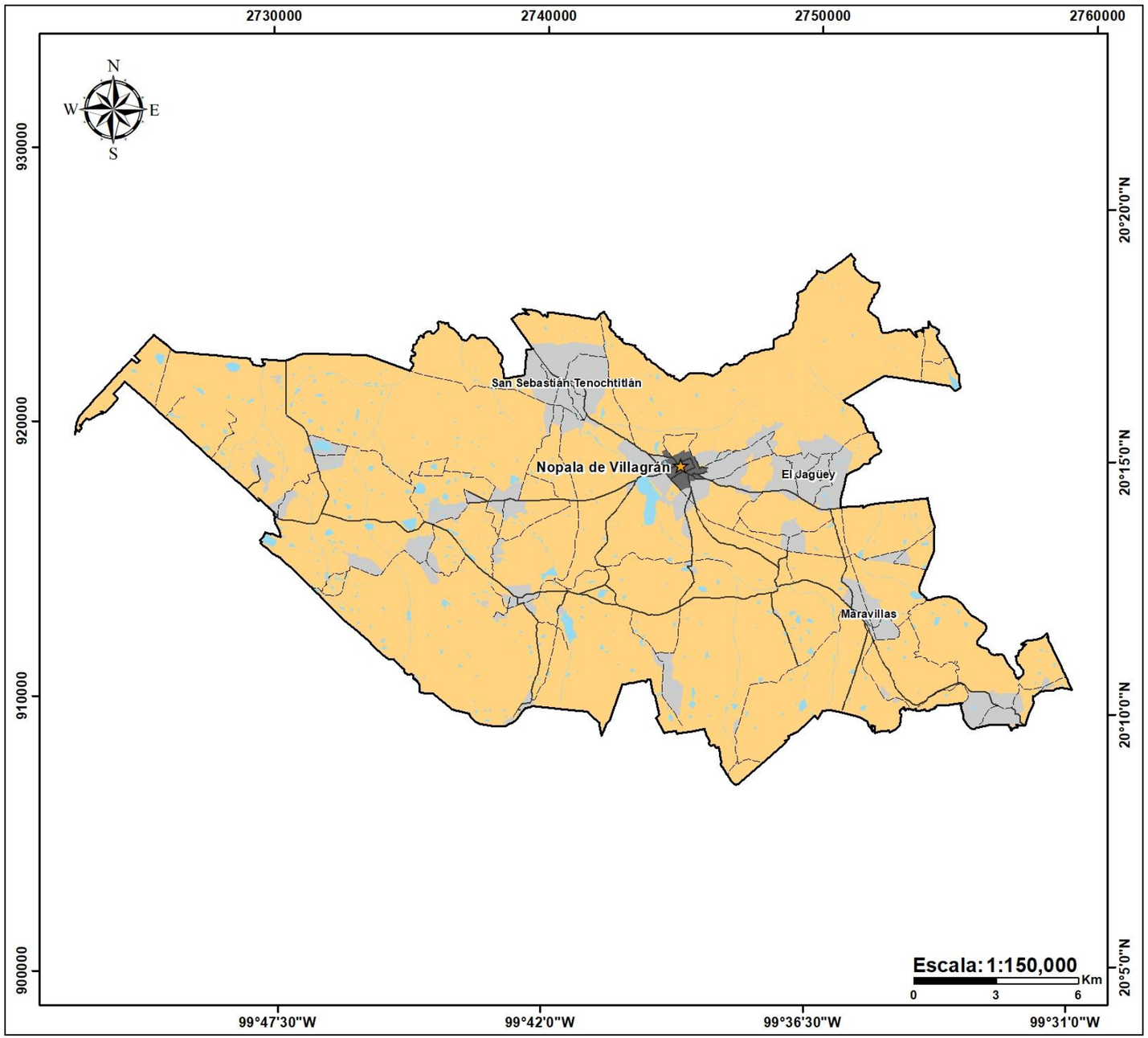
Elipsoide	GRS80
Proyección	ITRF08 LCC
Gradícula	Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal	Mexicano época 2010.0
Zona UTM	14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

PRE 500a 0.15s - Periodo de retorno estructural

Mapa de aceleración para periodo de retorno estructural, 500 años 0.5 segundos



Simbología

Aceleración sísmica
- 0.5s (51 cm/s^2)

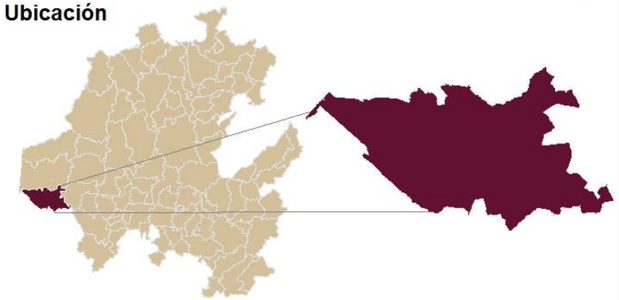
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

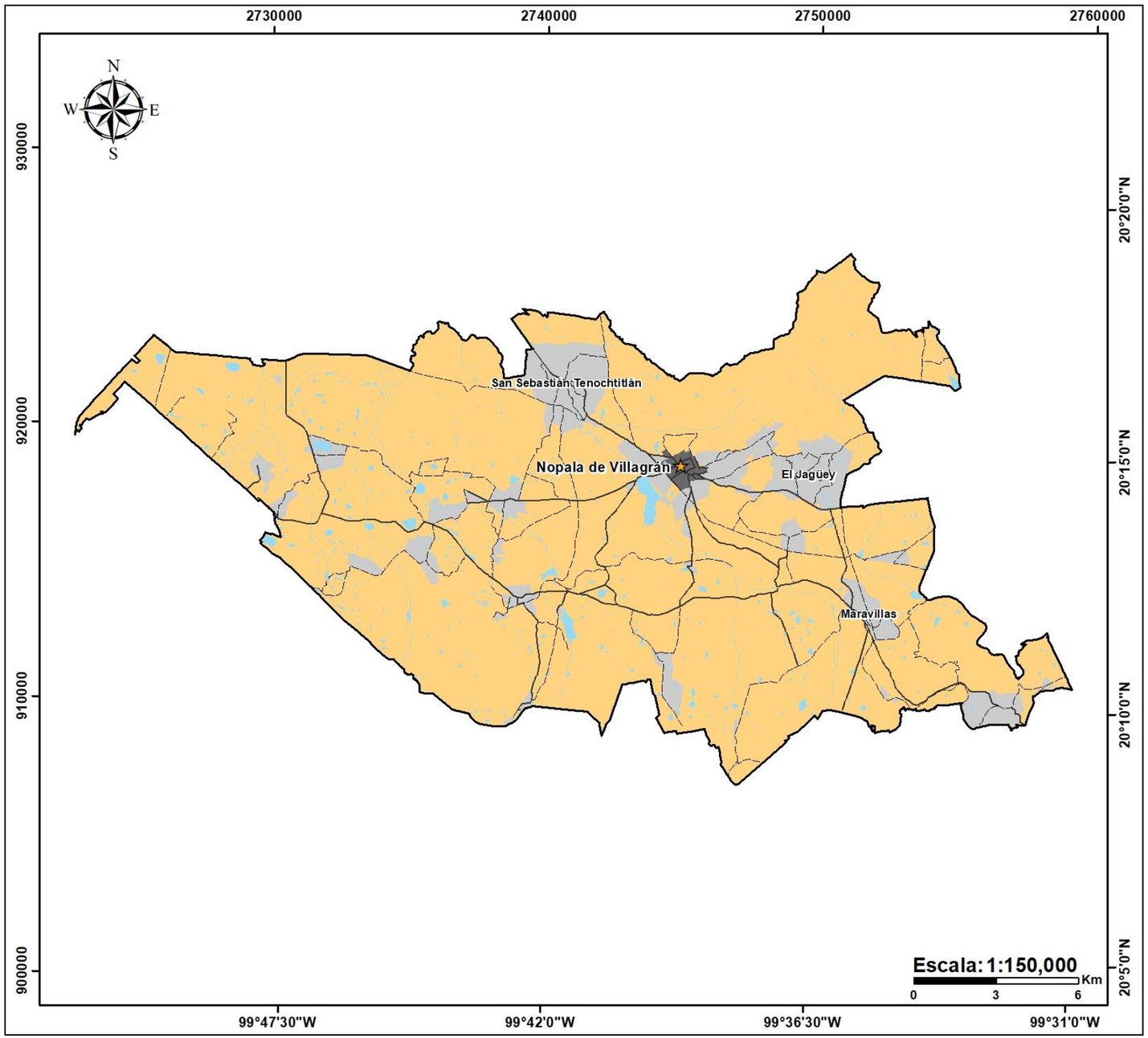
Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

PRE 500a 0.5s - Periodo de retorno estructural

Mapa de aceleración para periodo de retorno estructural, 500 años 1 segundo



Simbología

Aceleración sísmica
- 1s (51 cm/s^2)

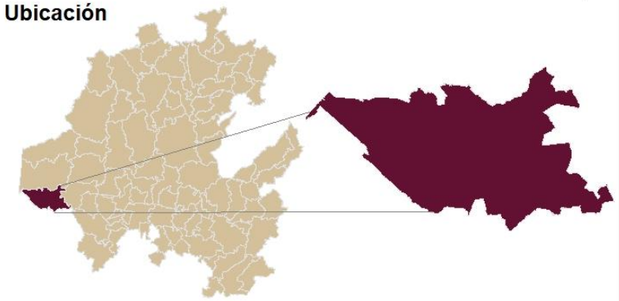
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

PRE 500a 1s - Periodo de retorno estructural

Peligro sísmico

El peligró sísmico puede expresarse, de manera sencilla, mediante el valor esperado de la tasa anual de ocurrencia de movimientos del terreno con intensidades iguales o superiores a un nivel determinado (Esteva, 1967). Este enfoque asume que el peligro permanece constante en el tiempo, por lo que ha sido el más utilizado, aun cuando no considera posibles variaciones asociadas a la historia sísmica previa ni a la evolución de los procesos físicos que intervienen en la acumulación y liberación de energía de deformación en las fuentes sísmicas cercanas.

Desde otra perspectiva, el peligro sísmico en un lugar o región puede describirse a través de las probabilidades de que ocurran movimientos del terreno de diferentes intensidades dentro de periodos específicos. Esto requiere representar la secuencia de sismos como un proceso de eventos aleatorios, tanto en su intensidad como en el momento en que ocurren (Esteva, 1976). No obstante, una forma simplificada de caracterizar el peligro sísmico consiste en estimar la tasa de ocurrencia de movimientos sísmicos cuya intensidad exceda un valor previamente definido.

Para evaluar el nivel de peligro sísmico en una zona es necesario aplicar un procedimiento relativamente complejo, que requiere:

- **Catálogos sísmicos confiables:** Con datos precisos de magnitud y localización.
- **Conocimiento tectónico y geológico**: Incluyendo la identificación de fallas activas y las propiedades del suelo (crucial en zonas aluviales, donde modifican la propagación de las ondas).

En México, debido a la falta de catálogos sísmicos que cubran periodos suficientemente largos, se recurre a procedimientos probabilísticos para estimar la recurrencia característica de las diferentes zonas sismogénicas (Guía Básica Para Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos, 2006).

El peligro sísmico puede representarse de varias maneras, Esteva (1976) propone tres formas de caracterizarlo:

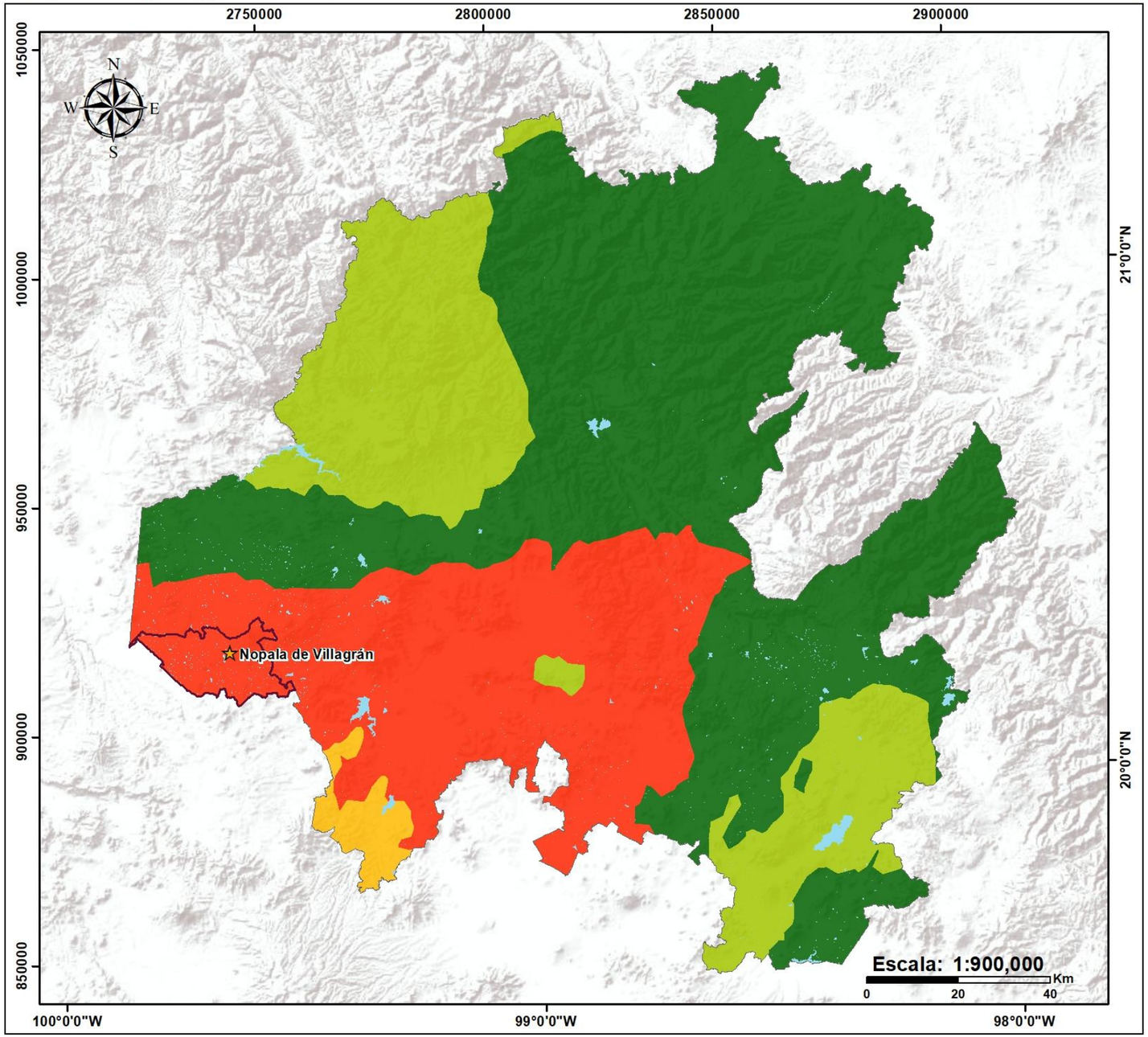
1. Distribuciones de probabilidad de sismos por intensidad y tiempo.
2. Tiempo esperado para una intensidad umbral.
3. Intensidad máxima posible en un periodo dado.

El estudio sistemático de la sismicidad en México comenzó formalmente a inicios del siglo XX. Con la inauguración de la red sismológica mexicana en 1910, se estableció un monitoreo continuo de los temblores, cuyos registros se conservan en la Estación Sismológica de Tacubaya y en otras instalaciones del Instituto de Geofísica de la UNAM, encargado de operar el Servicio Sismológico Nacional (SSN). Actualmente, esta red cuenta con 35 estaciones y permite identificar que en México ocurren, en promedio, alrededor de cuatro sismos diarios con magnitudes mayores a 3.0.

Las áreas de mayor riesgo en México, se concentran en la costa occidental del país en los bordes de varias placas que se conoce como trinchera. La brecha sísmica es aquella zona geográfica donde no se han producido sismos de gran magnitud por un periodo considerado de 50 años o más. (Sismología de México, 2025).

De acuerdo con el CENAPRED y con la información del Atlas Nacional de Riesgos, se identifican cuatro categorías de peligro sísmico: muy bajo, bajo, medio bajo y medio. En el caso del municipio, el nivel de peligro corresponde a la categoría medio, lo que indica que la zona presenta una amenaza sísmica elevada y, por tanto, un riesgo relativamente alto para la población.

Mapa de peligro sísmico



Simbología

Peligro

- Muy bajo
- Bajo
- Medio bajo
- Medio

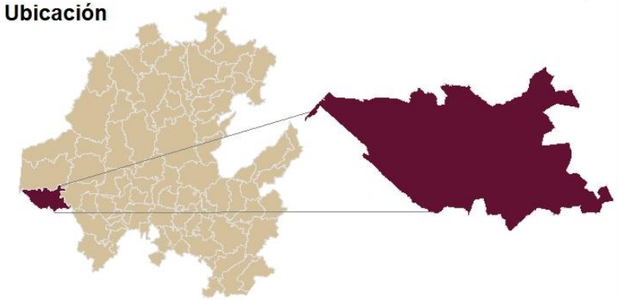
Límites políticos

- Cabecera municipal
- Límite municipal
- Límite estatal

Rasgos hidrográficos

- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

PS - Peligro sísmico

Vulnerabilidad física por sismos

El término vulnerabilidad se refiere a la susceptibilidad que tiene una construcción a presentar algún tipo de daño, provocado por la acción de algún fenómeno perturbador. En cuanto a la República Mexicana, ésta se ve afectada por distintos fenómenos físicos, de gran poder destructivo, como lo son los sismos. Por ello es necesario evaluar la vulnerabilidad de este fenómeno, en cada una de las obras construidas por el hombre tales como vivienda, hospitales, escuelas, edificios públicos, vías de comunicación, líneas vitales (electricidad, agua, drenaje, telecomunicaciones), patrimonio histórico, comercio e industria, sin olvidar tierras de cultivo, zona de reserva ecológica e incluso turísticas o de esparcimiento.

Solo se cubrirá únicamente el tema de vulnerabilidad de vivienda que es uno de los sectores que resultan con las mayores afectaciones ante la acción de los fenómenos sísmicos, produciéndose anualmente cuantiosas pérdidas económicas.

Vialidad colapsada por un sismo (Cluff, 2016).

La construcción de funciones de vulnerabilidad, independientemente del fenómeno que considere, implica una clasificación de los sistemas expuestos. Cabe señalar que las bardas de colindancia, aunque no formen parte de la estructura principal de la vivienda, se consideró que forman parte de los elementos estructurales. Las propiedades del suelo o irregularidades topográficas que puedan modificar considerablemente la intensidad del mismo. Los criterios de evaluación que se describen requieren de una inspección en campo, que consiste en hacer un levantamiento clasificando cada vivienda en alguno de los tipos que se mencionan tomando en cuenta tres puntos de vista: la estructura, los muros de la vivienda y los muros o bardas de colindancia.

Después de un sismo (Wright, 2016).

Cuando las ondas sísmicas excitan el terreno donde una construcción, le generan aceleraciones horizontales y verticales que inducen fuerzas sísmicas sobre todos los elementos resistentes de la estructura. El comportamiento sísmico de las estructuras son los efectos de las fuerzas (horizontales) que deben ser soportadas por los elementos resistentes (columnas, muros) y finalmente trasmitidas a la cimentación teniendo así el efecto de los sismos en la vivienda, Los elementos estructurales de una vivienda son: la cimentación y su función es trasmitir al terreno los esfuerzos producto de las cargas verticales (inducidas por el peso de la propia construcción, su contenido y sus ocupantes) y horizontales (inducidas por la acción del sismo); muros de carga, estos son fundamentales encargados de resistir las fuerzas sísmicas y transmitir las cargas verticales y laterales de la cimentación; techos y entrepisos, en caso de sistemas rígidos trasmiten las fuerzas sísmicas horizontales hacia los muros, participan para mantener unido a dichos muros con lo que permiten que su funcionamiento sea en conjunto. A no tener un sistema rígido, los sistemas de techos y entrepisos sólo trasmitirán su peso y las fuerzas sísmicas que sobre ellos actúan a los muros en los que se apoyan directamente, pero no permite distribuir la carga entre todos los elementos resistentes.

Edificio colapsado después de un sismo (Reyes, 2024).

Con base en los puntos débiles de una vivienda ante la acción del sismo se propone la siguiente clasificación para varios tipos de vivienda según sus aspectos estructurales. para la aplicación de este criterio se requiere de una inspección en campo, vivienda por vivienda o bien por un muestreo (CENAPRED, 2006).

Las viviendas se clasifican de acuerdo con su comportamiento estructural ante sismos, considerando los materiales empleados en muros y techos.

La presente clasificación tiene como finalidad evaluar la susceptibilidad al daño estructural de las viviendas frente a la ocurrencia de sismos.

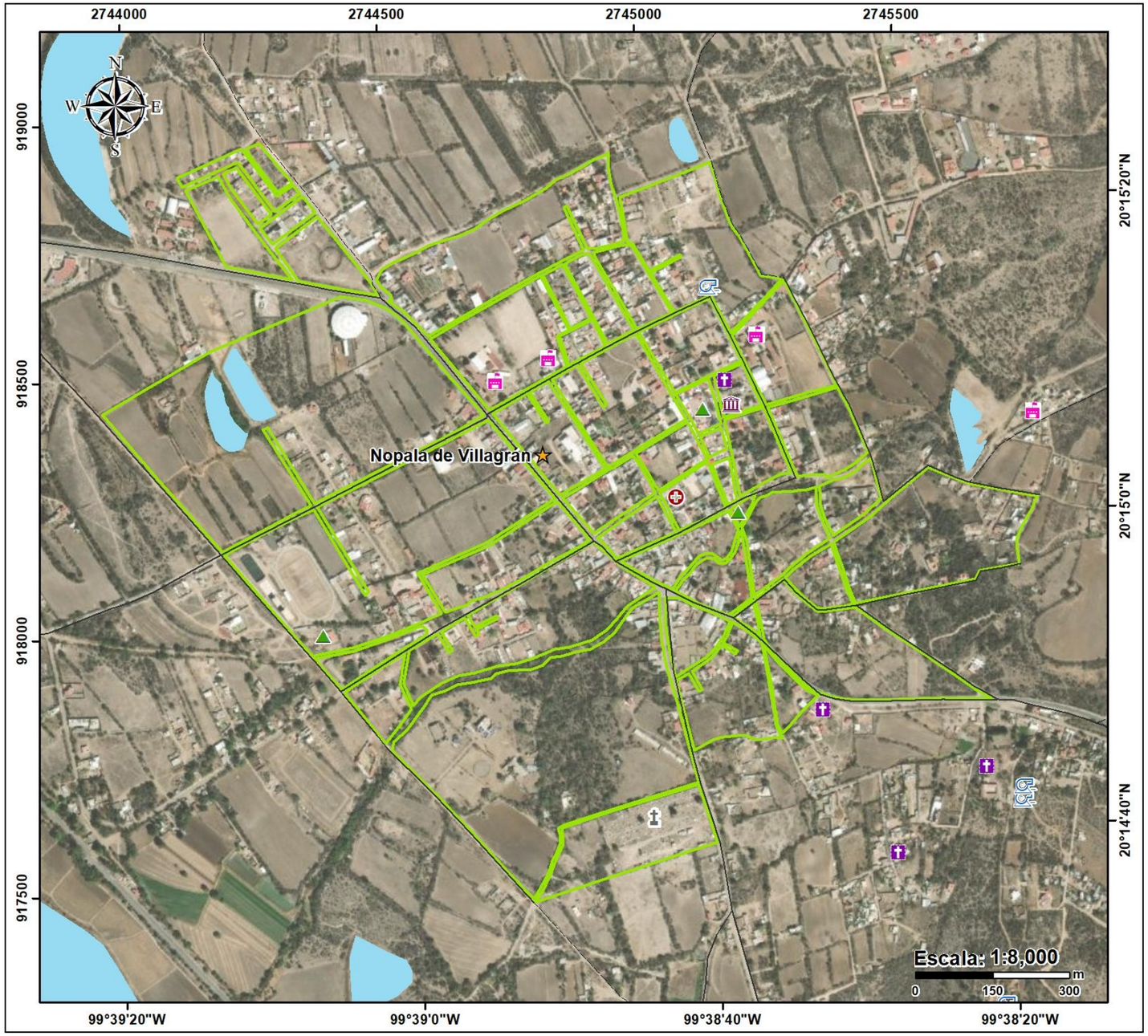
El mapa de vulnerabilidad refleja una relación directa entre el grado de urbanización y la resistencia física ante fenómenos naturales y/o antropogénicos. La cabecera municipal, caracterizadas por su traza urbana, presenta un nivel de vulnerabilidad bajo, lo que sugiere una mayor capacidad de absorción ante eventos sísmicos.

Vivienda tipo 4: muros de mampostería con techos rígidos (Halfpoint, 2025).

Tipo	Muros	Techo	Cimentación	Altura
1	Mampostería reforzada con castillos y dalas. Mampostería reforzada con castillos y dalas con malla y mortero. Mampostería de piezas huecas con refuerzo interior.	Techo y entrepisos rígidos.	Zapata corrida de concreto o mampostería	Uno a cinco niveles.
2	Mampostería reforzada con castillos y dalas. Mampostería de piezas huecas con refuerzo interior.	Flexibles.	Zapata corrida de mampostería	Un nivel.
3	Mampostería deficientemente reforzada con dalas y castillos. Mampostería de piezas huecas con refuerzo interior insuficiente.	Techo y entrepisos rígidos.	Zapata corrida de mampostería.	Uno a cinco niveles.
4	Mampostería deficientemente reforzada con dalas y castillos. Mampostería de piezas huecas con refuerzo interior insuficiente.	Flexible.	Zapata corrida de mampostería	Un nivel.
5	Mampostería simple.	Techo y entrepisos rígidos.	Zapata de mampostería.	Uno a tres niveles.
6	Mampostería simple.	Flexible.	Zapata de mampostería.	Un nivel.
7	Adobe.	Rígido	Cuando existe, de mampostería.	Uno a dos niveles.
8	Adobe	Flexible	Cuando existe de mampostería	Un nivel
9	De madera con cubierta de lámina (asbesto, metálica o madera), Estructura metálica con cubierta de lámina (asbesto, metálica o madera)	Flexible.	Cuando existe, zapata de mampostería.	Un nivel.
10	Flexibles: material de desecho, lámina de cartón, lámina de asbesto y metálica, palma, tejamanil, bajareque (enramado cubierto de arcilla).	Flexible.	Cuando existe, zapata de mampostería.	Un nivel.

Tabla de los tipos de vivienda considerando los materiales de los techos, muros, cimentación y altura

Mapa de vulnerabilidad física por sismos, cabecera municipal



Simbología

Vulnerabilidad
- Muy alto
- Alto
- Medio
- Bajo
- Muy bajo

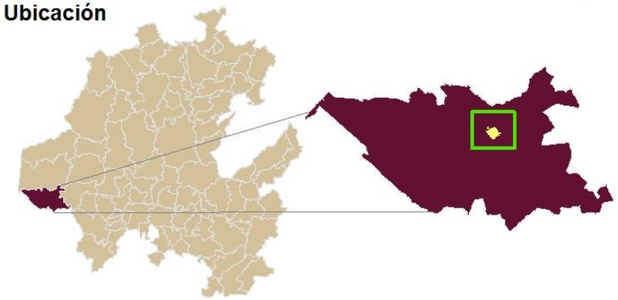
Sitios de interés
- Plaza
- Templo
- Escuela
- Cementerio
- Tanque de Agua
- Instalación Gubernamental
- Centro de Asistencia Médica

Límites políticos
- Cabecera municipal

Vías de comunicación
- Camino
- Carretera

Rasgos hidrográficos
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide	GRS80
Proyección	ITRF08 LCC
Gradícula	Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal	Mexicano época 2010.0
Zona UTM	14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

VFpS - Vulnerabilidad física por sismos

Mapa de vulnerabilidad física por sismos, zona este

Simbología

Vulnerabilidad
- Muy alto
- Alto
- Medio
- Bajo
- Muy bajo

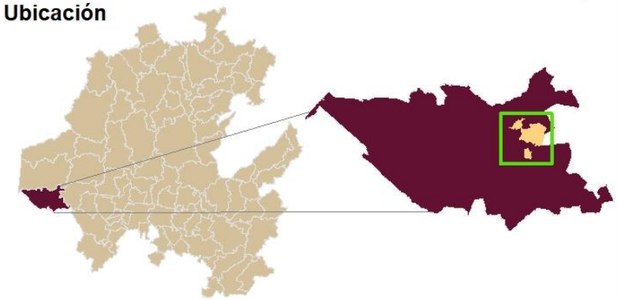
Límites políticos
- Límite municipal

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Sitios de interés
- Cementerio
- Centro de Asistencia Médica
- Escuela
- Instalación Gubernamental
- Plaza
- Tanque de
- Templo

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

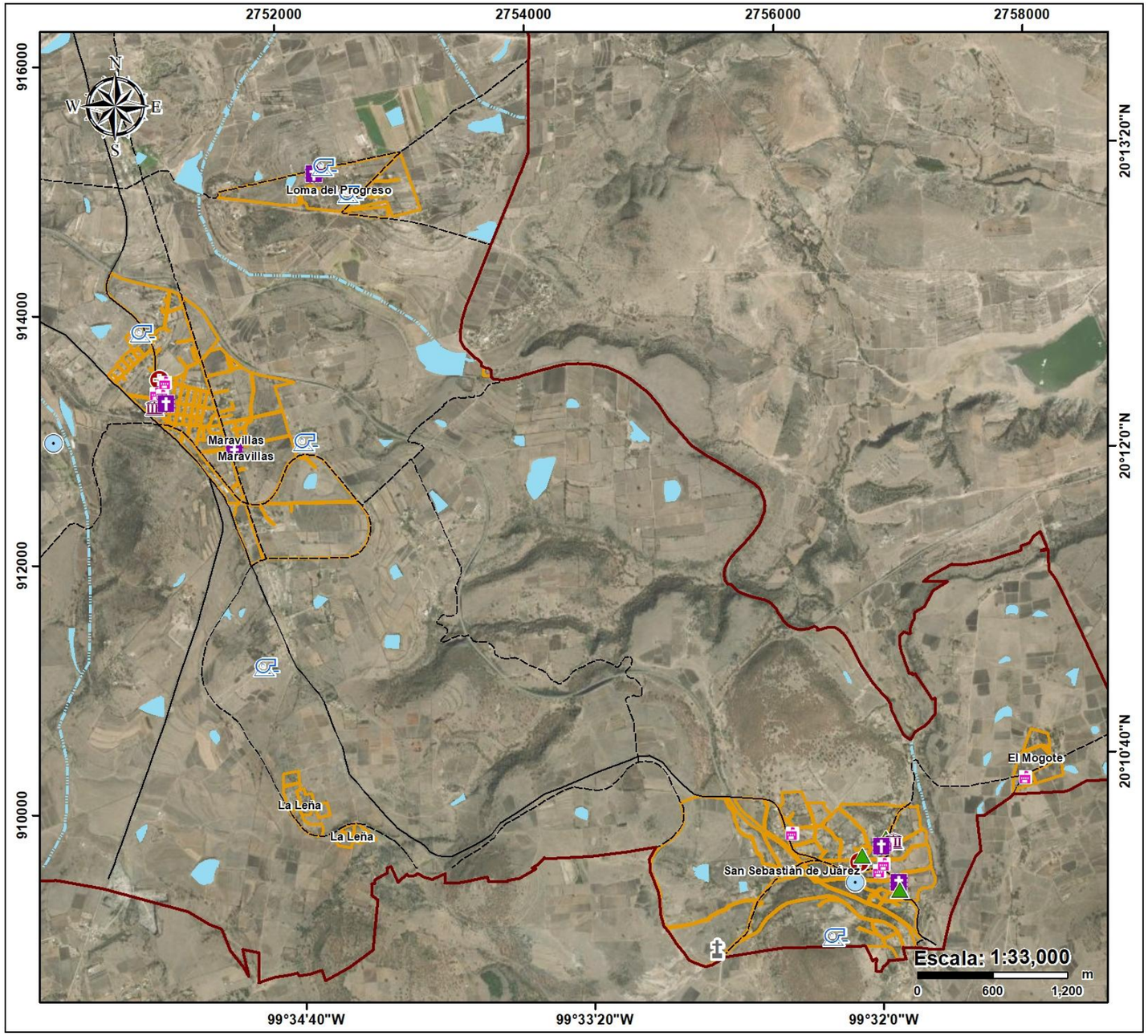
Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

VFpS - Vulnerabilidad física por sismos

Mapa de vulnerabilidad física por sismos, zona sureste



Simbología

Vulnerabilidad
- Muy alto
- Alto
- Medio
- Bajo
- Muy bajo

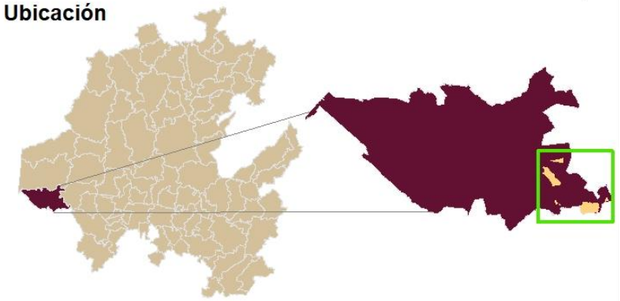
Sitios de interés
- Cementerio
- Centro de Asistencia Médica
- Escuela
- Instalación Deportiva o Recreativa
- Instalación Gubernamental
- Plaza
- Pozo
- Tanque de
- Templo

Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

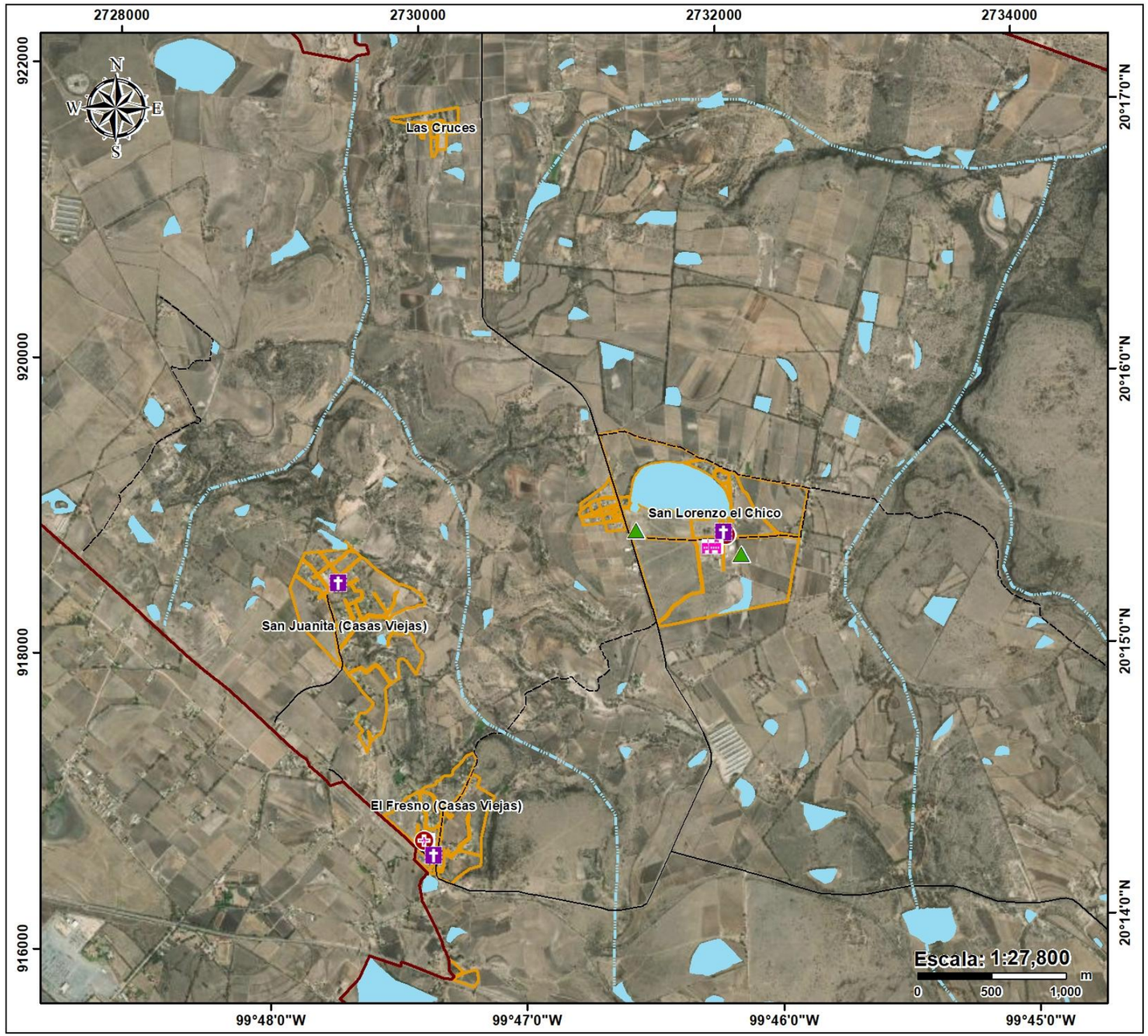
Elipsoide	GRS80
Proyección	ITRF08 LCC
Gradícula	Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal	Mexicano época 2010.0
Zona UTM	14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

VFpS - Vulnerabilidad física por sismos

Mapa de vulnerabilidad física por sismos, zona oeste



Simbología

Vulnerabilidad
- Muy alto
- Alto
- Medio
- Bajo
- Muy bajo

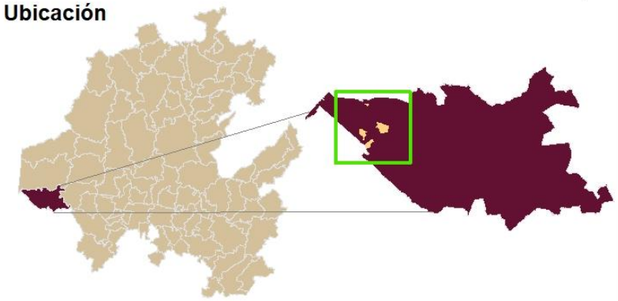
Sitios de interés
- Centro de Asistencia Médica
- Escuela
- Plaza
- Templo

Límites políticos
- Límite municipal

Vías de comunicación
- Camino
- Carretera

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

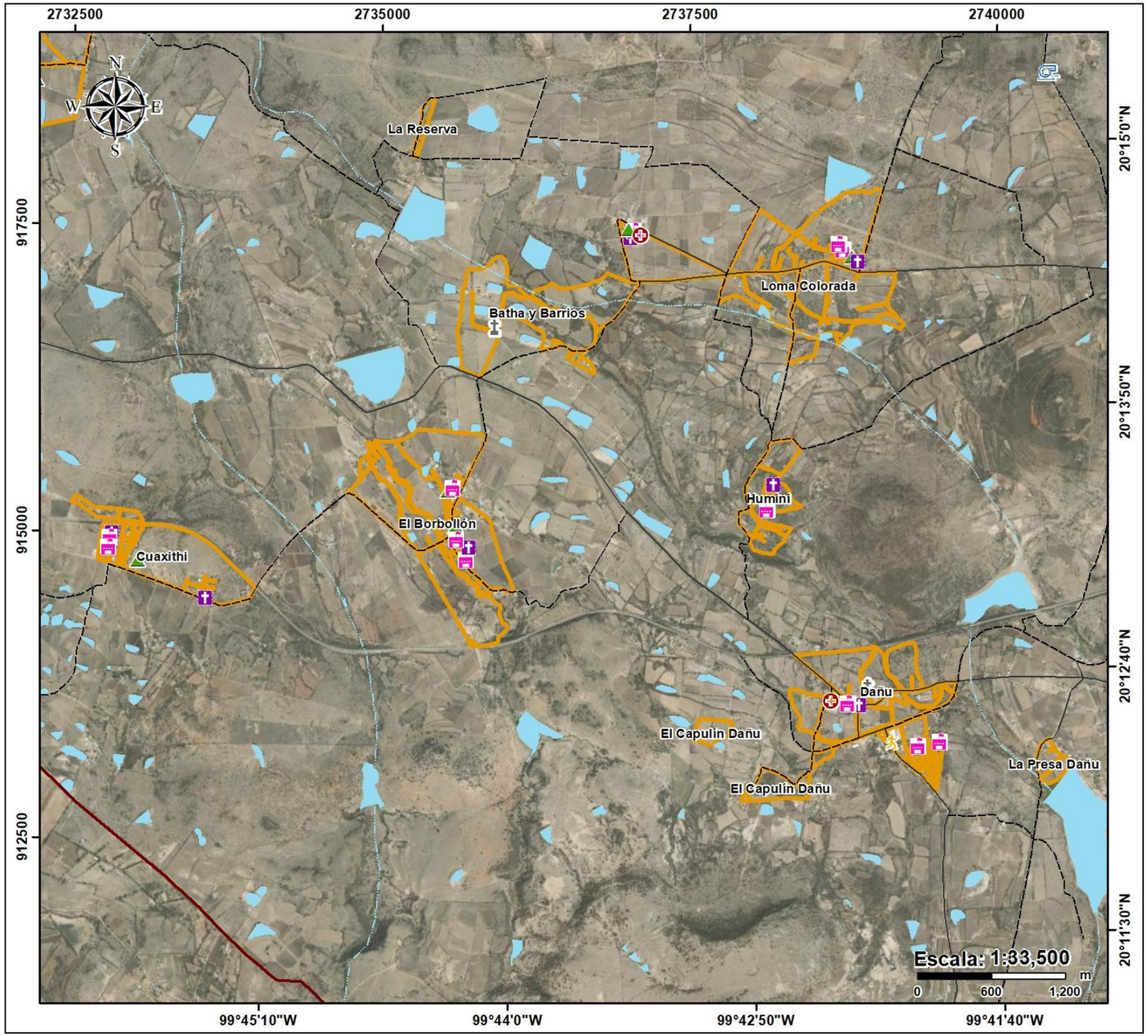
Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

VFpS - Vulnerabilidad física por sismos

Mapa de vulnerabilidad física por sismos, zona suroeste



Simbología

Vulnerabilidad
- Muy alto
- Alto
- Medio
- Bajo
- Muy bajo

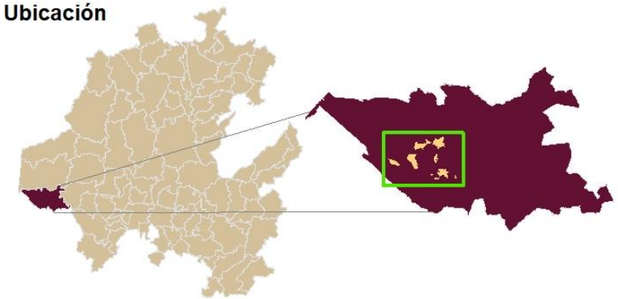
Sitios de interés
- Cementerio
- Centro de Asistencia Médica
- Escuela
- Instalación Deportiva o Recreativa
- Plaza
- Tanque de Agua
- Templo

Límites políticos
- Límite municipal

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

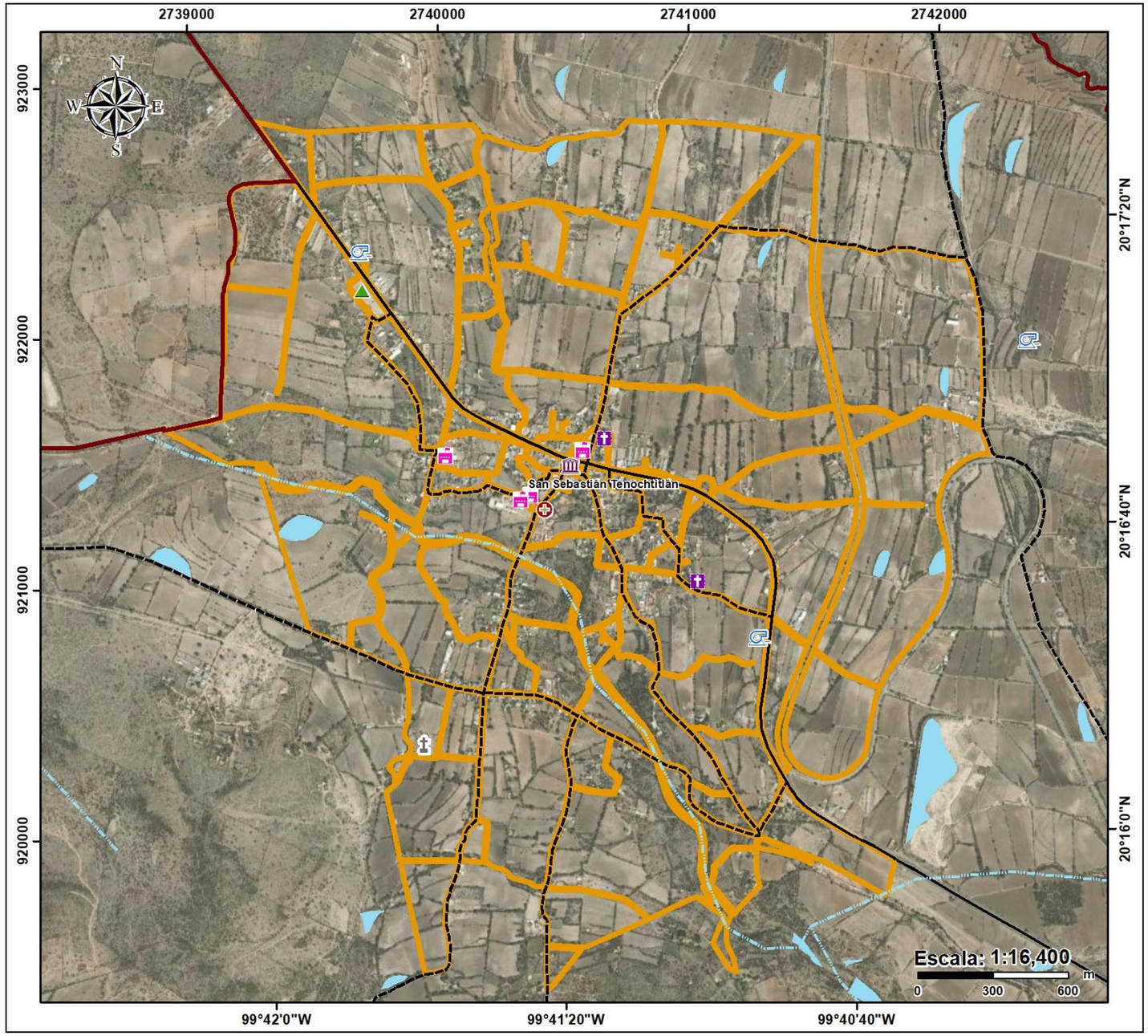
Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

VFpS - Vulnerabilidad física por sismos

Mapa de vulnerabilidad física por sismos, San Sebastián Tenochtitlán



Simbología

Vulnerabilidad
- Muy alto
- Alto
- Medio
- Bajo
- Muy bajo

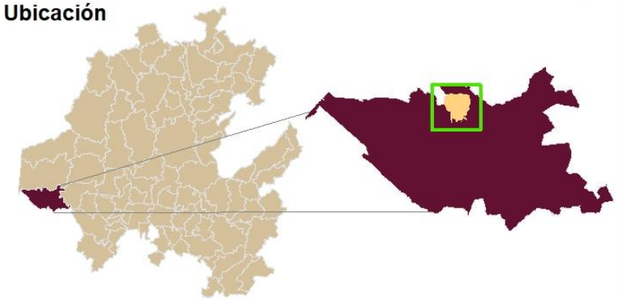
Límites políticos
- Límite municipal

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Sitios de interés
- Cementerio
- Centro de Asistencia Médica
- Escuela
- Instalación Gubernamental
- Plaza
- Tanque de Agua
- Templo

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide	GRS80
Proyección	ITRF08 LCC
Gradícula	Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal	Mexicano época 2010.0
Zona UTM	14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

VFpS - Vulnerabilidad física por sismos

Actividad volcánica

Comprende los procesos mediante los cuales el interior de la Tierra libera energía y materiales hacia la superficie. Este proceso ocurre cuando el magma asciende mediante la presencia de grietas y/o fracturas de la corteza, manifestándose en emisión de gases, temblores, deformación del terreno o erupciones visibles, las cuales pueden variar desde suaves desbordamientos de lava hasta explosiones violentas que lanzan ceniza y rocas al aire. La actividad volcánica es parte natural del dinamismo terrestre y, aunque puede representar riesgos, también crea nuevos suelos, forma montañas y modifica el paisaje con el paso del tiempo.

La FVTM, al encontrarse en una zona de subducción, presenta características particulares que la convierten en una región de alto potencial volcánico. En ella se localizan numerosos volcanes, campos volcánicos y diversas estructuras geológicas, además de ser un área donde pueden originarse nuevos volcanes.

Volcanes, calderas y campos volcánicos activos

- **Volcán activo**

Un volcán es una estructura geológica formada por la acumulación de materiales expulsados durante una erupción, como lava, cenizas, gases y fragmentos de roca (Tilling, 1989). Se clasifica como activo cuando ha registrado erupciones recientes o presenta signos de actividad interna, como movimientos sísmicos, liberación de gases o cambios en su estructura (Williams & McBirney, 1979), lo que indica la posibilidad de una erupción en un futuro cercano. Generalmente, se localizan en áreas con intensa actividad tectónica, como los bordes de placas o zonas de puntos calientes.

Para determinar la cercanía del municipio a los volcanes activos de México, se consideró un radio de 100 km (distancia establecida por el CENAPRED) a partir de sus límites municipales. Dentro de esta distancia se identificaron al volcán: Jocotitlán y la caldera Los Azufres.

Volcán	Distancia
Cerro Grande	183.560 km
Iztaccíhuatl	146.430 km
Jocotitlán	58.780 km
La Malinche	187.870 km
Nevado de Toluca	117.330 km
Papayo	130.100 km
Popocatépetl	166.300 km
Campo volcánico	**Distancia**
Apan-Tezontepec	113.206 km
Chichinuatzin	131.174 km
Michoacán – Guanajuato	-
Valle de Bravo	-
Calderas	**Distancia**
Acoculco	144.590 km
Los Azufres	95.500 km
Zitácuaro	106.500 km

Proximidad de las estructuras volcánicas activas al municipio (elaboración propia)

Cerro Grande: Es un volcán en escudo ubicado en Puebla, en la Sierra de Tlaxco, cuya actividad volcánica ha generado depósitos que abarcan cerca de 2000 km² y presentan una estructura similar a una caldera. Marca el inicio del vulcanismo en la región oriental de la FVTM, con alternancia de periodos de actividad y reposo durante aproximadamente dos millones de años (Carrasco-Núñez & Gómez-Tuena, 2000).

Iztaccíhuatl: conocido como la “Mujer de Blanco”, está formado por conos superpuestos alineados de norte-noroeste a sur-sureste. Su vulcanismo cuaternario produjo erupciones andesíticas y dacíticas, y cerca de su cima se conservan depósitos de lava y toba de unos 11,000 años. Los respiraderos más recientes se ubican en la cumbre y en una depresión a 5,100 metros. Parte del volcán forma parte de la Reserva de la Biosfera de la UNESCO en la zona de Los Volcanes.

Volcán Iztaccíhuatl (SEMARNAT, 2016).

Jocotitlán: Es un volcán aislado de unos 3,900 metros de altura, ubicado a 60 km al noroeste de la Ciudad de México, en la cuenca de Toluca. Se formó en el Pleistoceno a partir de lavas andesíticas y dacíticas. Su rasgo más notable es un escarpe en forma de herradura hacia el noreste, producto de un deslizamiento a inicios del Holoceno que generó una avalancha de escombros de unos 80 km², posteriormente rellenada por flujos y oleadas piroclásticas. Su última erupción ocurrió hace cerca de 700 años (Smithsonian Institution s.f.).

Volcán Jocotitlán (Camacho Mezquita, F. E. 2012).

La Malinche: Se trata de un estratovolcán actualmente erosionado, que mide 4,461 metros de altura. Se formó durante el Pleistoceno y en su cima muestra señales de erosión por glaciares. Se han encontrado capas de ceniza volcánica (tefra) del Holoceno. En sus laderas hay varios conos y cráteres, incluyendo el complejo de maares de Xalapaxco, en el noreste. Hace unos 3,100 años, una erupción produjo lahares que llegaron hasta la cuenca de Puebla.

Volcán La Malinche (Pueblos Mágicos, s.f.).

Nevado de Toluca: Es el cuarto pico más alto de México, alcanzando los 4,680 metros sobre el nivel del mar, situado a unos 80 km al oeste de la Ciudad de México. Este estratovolcán andesítico-dacítico, conocido también por su nombre náhuatl Xinantécatl, posee un cráter de 1,5 km de diámetro abierto hacia el este. En su interior se encuentra un domo de lava dacítica que divide dos lagos, llamados el Sol y la Luna. Durante el Pleistoceno, el volcán sufrió al menos tres grandes colapsos que provocaron avalanchas de escombros y depósitos de lahar en las zonas cercanas. Su última erupción registrada, hace unos 3,300 años en el Holoceno, generó flujos de lava y oleadas piroclásticas (Smithsonian Institution s.f.).

Nevado de Toluca (CONANP, s.f.)

Papayo: Se trata de un domo de lava, situado a 3,600 m sobre el nivel del mar en la Sierra Nevada, al oeste de la Ciudad de México, genera flujos dacíticos que alcanzan los 10 km. Su campo de lava cubre 84 km² y tiene un volumen de 21 km³, sobreponiéndose a morrenas de unos 12,000 años. Hacia el oeste, se encuentra rodeado por lavas glaciadas del Pleistoceno tardío y un cono piroclástico llamado Iztaltetlac. Las dataciones indican que el domo tiene 118,000 años y los flujos cercanos, 80,000 años (Smithsonian Institution s.f.).

Volcán Papayo (Camacho Mezquita, F. E. 2012).

Popocatépetl: Ubicado a 70 km al sureste de la Ciudad de México, es el segundo volcán más alto de América del Norte. El estratovolcán se encuentra cubierto por glaciares, posee un cráter de 400 x 600 m con paredes escarpadas. Sus erupciones generan flujos piroclásticos y lahares que afectan las cuencas inferiores. Forma parte de la Reserva de la Biosfera de Los Volcanes, declarada Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO (Smithsonian Institution s.f.).

Actualmente, el Popocatépetl en México presenta actividad volcánica, evidenciada por fumarolas y la emisión de gases y ceniza, por lo que se mantiene bajo constante monitoreo por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), lo que permite emitir alertas tempranas a la población cercana.

Volcán Popocatépetl (CENAPRED, 2025).

- **Calderas activas**

Una caldera es una gran depresión volcánica que se genera cuando la superficie terrestre colapsa después de una erupción explosiva que vacía la cámara de magma y se considera activa si muestra actividad sísmica, geotérmica, emisiones de gases generando peligro de futuras erupciones.

Acoculco: Ubicado a 3,020 m sobre el nivel del mar al noreste de la Faja Volcánica Transmexicana, el complejo presenta dos grandes depresiones formadas por erupciones piroclásticas en el Plioceno tardío y Pleistoceno. Durante la época del Pleistoceno temprano se originó un domo de lava riolítica en los Cerros las Tetillas, y su actividad más reciente consistió en flujos de lava basáltica. Además, cuenta con zonas termales de interés geotérmico (Smithsonian Institution s.f.).

Zitácuaro: se encuentra en Michoacán, México, y es una formación geológica originada por antiguas erupciones volcánicas, perteneciente a un sistema volcánico mayor. Se trata de una depresión circular causada por erupciones extremadamente violentas, cuya última actividad registrada ocurrió hace unos 31,000 años. Actualmente, es un sitio de interés geológico tanto por su historia como por su potencial geotérmico, lo que podría favorecer la generación de energía renovable en la región, además de presentar actividad sísmica (Instituto de Geofísica, UNAM, 2022).

Los Azufres: Se localiza a 55 km al ENE de Morelia, Michoacán, y constituye una zona de alta actividad geotérmica, siendo el segundo campo geotérmico más importante de México, con una capacidad de hasta 188 MW. La actividad volcánica inició hace aproximadamente 1.5 millones de años, con emisiones de lavas basálticas a riolíticas y material piroclástico. Durante el Pleistoceno tardío se registraron eventos explosivos plinianos y subplinianos, con columnas eruptivas de hasta 23 km de altura, lo que mantiene a la región como un área de interés científico permanente (Arce, 2012).

Campo geotérmico de la caldera Los Azufres (Sismología mexicana, 2023).

Zona geotérmica en la Caldera Los Azufres (Sismología mexicana, 2023).

- **Campos volcánicos**

Un campo volcánico es una zona geológica donde se agrupan varios volcanes, que pueden estar activos, inactivos o extinguidos (Houghton, 2014). Se localizan generalmente en áreas tectónicas específicas, como límites de placas o puntos calientes, y a veces se agrupan debido a la presencia de un sistema de fallas o fracturas en la corteza que permiten el ascenso del magma. Estos campos pueden incluir conos, calderas, fisuras y flujos de lava, y son de gran interés para la geología y la vulcanología debido a su complejidad y actividad potencial.

Para determinar la cercanía del municipio a estas zonas geológicas, se consideró un radio de 100 km (distancia establecida por el CENAPRED) a partir de sus límites municipales. Dentro de esta distancia se identificaron los siguientes campos volcánicos:

Apan – Tezontepec: En el noreste del Valle de México, abarcando partes de Hidalgo, Tlaxcala y México, se encuentra un conjunto volcánico que se formado desde la era del Mesozoico hasta el Pleistoceno. Cuenta con

unos 300 centros eruptivos, principalmente conos de escoria, aunque también hay volcanes en escudo, flujos y domos de lava. Los respiraderos se ubican siguiendo las fallas normales regionales. Entre los volcanes cuaternarios más destacados están Chiconautla y Cerro Gordo, ambos con 3100 m de altura (Smithsonian Institution s.f.).

Chichinautzin: Se extiende unos 88 km de este a oeste, al sur de la Ciudad de México. Está formado principalmente por pequeños conos de ceniza y volcanes en escudo, que crean una gran barrera natural en el sur de la Cuenca de México, desde el lado este del Nevado de Toluca hasta el lado oeste del Iztaccíhuatl. Este campo volcánico tiene más de 220 respiraderos, que se formaron desde el Pleistoceno hasta el Holoceno, y su punto más alto es el volcán Ajusco. La erupción más famosa ocurrió hace unos 1,670 años en el cono de escoria llamado Xitle (Smithsonian Institution s.f.).

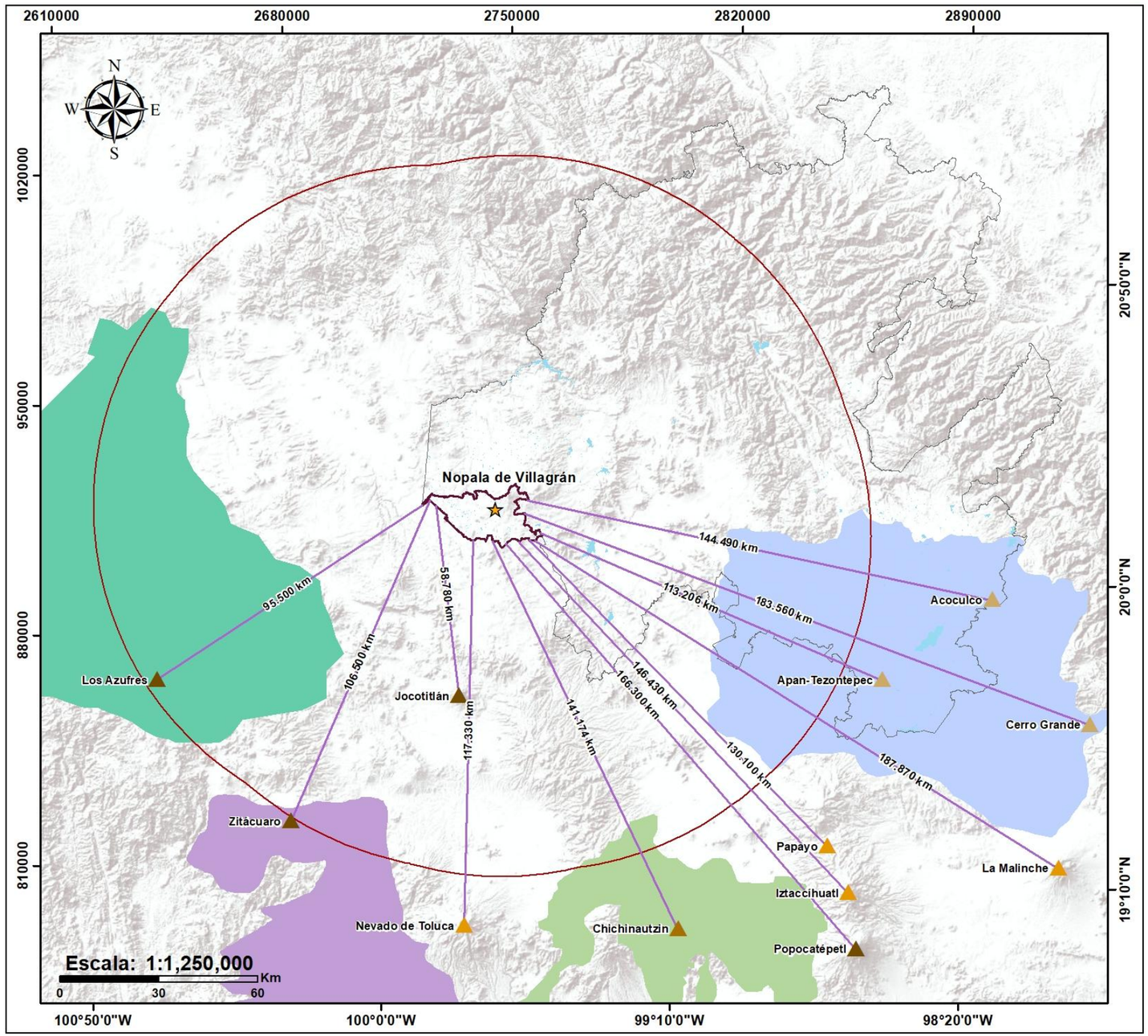
Campo volcánico Chichinautzin (Smithsonian Institution s.f).

Michoacán – Guanajuato: Se localiza en la zona centro-oeste de México, abarcando un área amplia de aproximadamente 200 por 250 km, y cuenta con más de 1,400 chimeneas volcánicas. Entre ellas destacan los volcanes como el Parícutin y el Jorullo. Además de estos conos, la región muestra una variedad de estructuras volcánicas, incluyendo pequeños volcanes en escudo, domos de lava, maares, anillos de toba y flujos de lava sin cono. Los volcanes en escudo se distinguen por sus pendientes suaves y por tener diámetros basales relativamente pequeños (Smithsonian Institution s.f.).

Campo volcánico Michoacán - Guanajuato (Smithsonian Institution, 1997).

Valle de Bravo: Ubicado al sur de la FVTM, un área de 3,703 km² contiene más de 120 conos de ceniza, un volcán escudo, varios domos de lava y dos complejos de domos. Los conos, agrupados en cuatro edades, son relativamente jóvenes (10,000–40,000 años) y presentan cráteres poco erosionados; algunos flujos de lava muestran diques y carecen de vegetación, algo inusual en un entorno húmedo y forestado. Los conos se alinean al noreste según el esfuerzo compresivo máximo de la convergencia de las placas de Cocos y Norteamérica, mientras que los domos de lava se disponen al noroeste siguiendo el esfuerzo horizontal mínimo (Aguirre et al., 2006).

Mapa de volcanes y campos volcánicos activos



Simbología

Condición

- Activo
- Inactivo
- Latente
- No definido

Longitud

- Distancia (km)

Campos volcánicos

- Apan - Tezontepec
- Chichinautzin
- Michoacán - Guanajuato
- Valle de Bravo

Distancia municipal

- 100 km

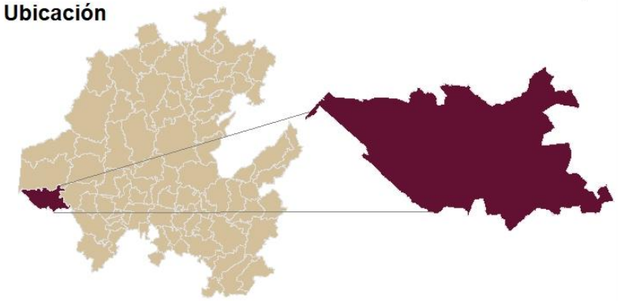
Límites políticos

- Cabecera municipal
- Límite municipal
- Límite estatal

Rasgos hidrográficos

- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide	GRS80
Proyección	ITRF08 LCC
Gradícula	Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal	Mexicano época 2010.0
Zona UTM	14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

VyCVA - Volcanes y campos volcánicos activos

Peligro volcánico

El peligro asociado al vulcanismo se refiere a los riesgos y amenazas que la actividad volcánica y sus consecuencias pueden ocasionar a las personas, los bienes y el entorno natural. Estos riesgos difieren en tipo y en intensidad, y pueden presentarse de forma directa o indirecta. Por ello, es esencial entender los efectos de los distintos procesos geológicos de origen volcánico, tales como:

- **Ceniza volcánica**

Las cenizas volcánicas son partículas muy finas de lava fragmentada que, tras una erupción, pueden viajar grandes distancias. Mientras los fragmentos pesados caen cerca del volcán, las partículas ligeras son transportadas por el viento y pueden recorrer cientos o miles de kilómetros, afectando regiones y ecosistemas lejanos.

Ceniza emitida por el volcán Popocatépetl (CENAPRED, 2021).

Este tipo de material puede provocar diversos problemas de salud, como el agravamiento de enfermedades respiratorias, infecciones o molestias gastrointestinales por contaminación, así como irritación o daños en los ojos. También puede contaminar y obstruir fuentes de agua, además de perjudicar infraestructuras como presas, sistemas de drenaje y maquinaria. En carreteras y caminos, la acumulación de ceniza vuelve el suelo resbaladizo y disminuye la visibilidad, aumentando el riesgo de accidentes. Asimismo, puede dañar equipos electrónicos, afectar las comunicaciones y generar fallas en el suministro eléctrico. En la agricultura, sus efectos varían según el tipo de cultivo y el grosor de la capa depositada. Finalmente, representa un riesgo para la aviación, ya que los motores de los aviones pueden fallar al atravesar nubes de ceniza (CENAPRED, 2021).

Espesor	Afección
<1mm	-Afecciones respiratorias, oculares y cutáneas leves
1 - mm	-Incremento del riesgo respiratorio, ocular y cutáneo
5 – 50 mm	-Afecciones respiratorias graves y riesgo de intoxicación -Contaminación significativa del agua, con impactos graves en cultivos, flora y fauna -Alto riesgo de colapso de techos e interrupción de servicios básicos y de comunicación
>50 mm	-Problemas de salud graves -Daño extremos a cultivos, flora y fauna. -Contaminación de prolongada duración -Interrupción significativa de redes de comunicación y energía -Riesgo significativo de daño estructural

Efectos de la ceniza volcánica según su espesor (Elaboración propia con información de CENAPRED).

El grosor de la ceniza volcánica determina la magnitud de sus efectos: cuando la acumulación es elevada, puede provocar daños en infraestructuras, disminuir la visibilidad y perjudicar las actividades agrícolas; en cambio, una capa moderada puede aportar nutrientes al terreno. En la tabla *Efectos de la ceniza volcánica según su espesor* se describen los impactos asociados a distintos niveles de depósito.

Aunque puede ser perjudicial, la ceniza volcánica también ofrece ventajas para la agricultura, ya que contribuye a mejorar la fertilidad del suelo, suministra minerales como calcio, potasio y fósforo, y favorece la retención de humedad. Además, funciona como un pesticida natural y aumenta el pH de los suelos ácidos, beneficiando a determinados cultivos (Mori & Takeuchi, 2012).

- **Flujos piroclásticos**

Los flujos piroclásticos son uno de los fenómenos volcánicos más peligrosos. Se trata de una mezcla de gases muy calientes, ceniza y fragmentos de roca que descienden rápidamente por las laderas del volcán, superando los 100 km/h y con temperaturas superiores a los 100 °C. La parte más densa, compuesta por materiales pesados, se desplaza por el fondo de barrancas y valles, mientras que la fracción superior, más ligera, puede elevarse y alcanzar gran altura, incluso sobrepasando relieves importantes.

A medida que avanzan, estos flujos son completamente devastadores y destruyen todo a su paso, sin importar la solidez de las construcciones o la presencia de seres vivos. Su espesor puede variar desde unos pocos metros hasta varios cientos, lo que aumenta aún más el daño en las áreas cercanas al volcán (CENAPRED, 2021).

Flujos piroclásticos (Volcano Discovery s.f.).

- **Lahar o flujos de lodo**

Este tipo de material volcánico está constituido por rocas, pómez, escoria y, especialmente, ceniza, los cuales pueden ser arrastrados por agua proveniente del deshielo de glaciares, de lagos alojados en cráteres o de lluvias intensas. Cuando el agua se combina con estos sedimentos volcánicos sueltos, se genera una mezcla espesa y móvil, parecida al cemento, que puede desplazarse a gran velocidad.

Por efecto de su densidad elevada, los lahares tienen la capacidad de mover enormes bloques de roca y objetos como viviendas, vehículos, árboles o puentes, provocando una destrucción significativa. Estos flujos pueden recorrer distancias superiores a los 100 km y alcanzar velocidades de entre 40 y 100 km/h. El mayor riesgo para la población es quedar sepultada o ser golpeada por el material transportado. Las construcciones y bienes ubicados en su ruta suelen quedar destruidos, enterrados o arrasados. Ante la aproximación de un lahar, es esencial evacuar; en algunos casos, subir unos cuantos metros puede ser suficiente para ponerse a salvo (CENAPRED, 2021).

- **Gases volcánicos**

Durante una erupción volcánica se liberan diversos gases, y aun cuando el volcán no esté activo, las fracturas en el subsuelo permiten que estos asciendan a la superficie a través de pequeñas aberturas conocidas como fumarolas. En algunas ocasiones, la emisión de gases puede ser considerable. Más del 90 % del gas expulsado es vapor de agua, proveniente principalmente del agua subterránea acumulada por lluvias y ríos. Otros gases comunes incluyen dióxido de carbono (CO_2), dióxido de azufre (SO_2) y varios compuestos de cloro (Cl), flúor (F), monóxido de carbono (CO) y nitrógeno (N). El dióxido de azufre puede reaccionar con las gotas de agua en la atmósfera, formando lluvia ácida que daña la vegetación y provoca corrosión, mientras que el dióxido de carbono, al ser más pesado que el aire, puede acumularse en zonas bajas, alcanzando concentraciones peligrosas para humanos y animales (CENAPRED, 2021).

- **Derrumbe del edificio volcánico y avalanchas de escombros**

El colapso de estructuras volcánicas y las avalanchas de escombros son fenómenos geológicos que ocurren de manera repentina y representan un riesgo importante para las comunidades y el entorno cercano. Las avalanchas de escombros consisten en el desplazamiento masivo de materiales volcánicos desde laderas inestables, provocado por intrusión de magma, sismos o debilitamiento de la estructura. Estos flujos se desplazan con gran rapidez y energía, afectando amplias áreas y recorriendo hasta 100 km, destruyendo todo a su paso (CENAPRED, 2021). De manera similar, el colapso de un edificio volcánico se produce por la acumulación de materiales inestables, presiones internas, sismos o erosión, generando flujos de escombros, deslizamientos, avalanchas rocosas e incluso tsunamis, lo que constituye una amenaza significativa para la población y el entorno volcánico (Arámbula-Mendoza et al., 2020).

Diagrama ilustrativo de procesos geológicos de origen volcánico (Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, 2022).

- **Flujos o coladas de lava y domos**

Los flujos de lava son derrames de roca fundida que se originan en el cráter o en los flancos de un volcán y avanzan lentamente, disminuyendo aún más su velocidad al enfriarse. Aunque su desplazamiento no es rápido, pueden causar daños significativos a construcciones cercanas, enterrándolas, destruyéndolas o incendiándolas debido a su elevada temperatura. Por otro lado, los domos de lava se forman cuando la lava viscosa se acumula en el cráter o en las laderas, creando estructuras en forma de cúpula que pueden actuar como "tapones" que retienen los gases volcánicos. Esta retención aumenta la presión interna, elevando el riesgo de explosiones que generan flujos piroclásticos, corrientes veloces de gases calientes, ceniza y fragmentos de roca que representan un peligro serio para las personas y edificaciones próximas (CENAPRED, 2021).

- **Sismos de origen volcánico**

Los sismos volcánicos son movimientos sísmicos de poca intensidad que se producen cerca de los volcanes, originados por procesos internos como el desplazamiento de magma o la fractura de rocas. Aunque son poco frecuentes y de baja magnitud, sus efectos se perciben principalmente en un área de aproximadamente 10 km alrededor del volcán. Si bien no suelen generar daños directos significativos, pueden provocar derrumbes de escombros o favorecer el colapso de estructuras volcánicas, aumentando el riesgo de fenómenos como deslizamientos de tierra o erupciones más violentas (CENAPRED, 2021).

- **Ondas de presión o choque**

Las ondas de choque generadas por la actividad volcánica aparecen durante erupciones explosivas debido al rápido desplazamiento del material expulsado. Aunque su fuerza se reduce conforme se alejan del punto de emisión, pueden mantener suficiente energía como para provocar daños en edificaciones situadas a considerable distancia. En erupciones de magnitud moderada, estas ondas pueden alcanzar áreas a más de 10 km del volcán, causando efectos como ruptura de cristales o incluso lesiones por el lanzamiento de fragmentos. Por ello, su estudio y monitoreo son fundamentales para mejorar la capacidad de respuesta ante este tipo de fenómenos (CENAPRED, 2021).

- **Tsunamis**

Los tsunamis suelen producirse por terremotos bajo el mar, aunque también pueden ser provocados por erupciones volcánicas. En el caso de los tsunamis volcánicos, su origen puede deberse a diferentes procesos, como sismos volcánicos, explosiones, colapsos o deslizamientos, así como a la interacción de lahares o flujos piroclásticos con cuerpos de agua. Además, las ondas de choque en la atmósfera pueden contribuir a su generación, afectando áreas costeras a gran distancia del volcán (CENAPRED, 2021).

Mitigación ante peligros de origen volcánico

Para reducir los riesgos asociados a la actividad volcánica es indispensable contar con sistemas de monitoreo continuo, como el seguimiento sísmico y de emisiones de gases, que permitan anticipar posibles erupciones. Asimismo, se deben establecer planes de evacuación bien definidos y capacitar a las comunidades sobre las acciones a seguir durante una emergencia. La planificación territorial y la construcción de infraestructuras resistentes, como techos capaces de soportar la caída de ceniza, son medidas clave para disminuir daños. Además, es importante asegurar el almacenamiento de recursos básicos y la habilitación de refugios temporales.

Peligro	Efecto
Proyección de bombas y escorias. cenizas	Daños por impacto. Incendios.
Caída de piroclastos. cenizas	Recubrimiento por cenizas. Colapso de estructuras. Daños a la agricultura.
Lava y domos	Daños a estructuras. Incendios. Recubrimiento por lava.
Coladas, oleadas y flujos piroclásticos.	Daños a estructuras. Incendios. Recubrimiento por cenizas.
Lahares	Daños a estructuras. Arrastres de materiales. Recubrimiento por barros
Colapso total o parcial del edificio volcánico	Daños a estructuras. Recubrimiento por derrumbes. Avalanchas. Tsunami inducido.
Deslizamiento de laderas	Arrastre de materiales. Recubrimientos por derrumbes. Daños a estructuras.
Gases volcánicos	Envenenamiento. Contaminación de aire y agua.
Onda de choque	Rotura de cristales y paneles
Temblores volcánicos	Colapso del edificio volcánico. Deslizamiento de masas
Deformación del terreno	Fallas. Daños a estructuras
Variaciones en el sistema geotérmico de acuíferos	Cambios en la temperatura y calidad del agua

Probables efectos de los peligros volcánicos (elaboración propia con información de CENAPRED).

La educación ciudadana, la preparación de equipos de respuesta rápida y la inversión en investigación científica y tecnología avanzada fortalecen la prevención y la gestión del riesgo. Finalmente, la aplicación de regulaciones industriales en zonas volcánicas y la colaboración internacional contribuyen a reducir los impactos de las erupciones.

Con datos proporcionados por el CENAPRED, la tabla titulada "*Periodos de alerta de los peligros volcánicos y capacidad para causar daño*" presenta los niveles de alerta relacionados con los riesgos volcánicos, su potencial de afectación y la extensión aproximada del área impactada.

Identificación del peligro volcánico

Para determinar el nivel de peligro volcánico se toma en cuenta el tipo de erupción (tabla de *Tipos de erupciones*) y su grado de explosividad. Actualmente, la cuantificación de las erupciones explosivas se realiza mediante el Índice de Explosividad Volcánica (VEI por sus siglas en inglés), establecido por Newhall y Self en 1982, en el que se integran diversos criterios, como el volumen de magma expulsado, la energía térmica liberada, la dispersión de los materiales fragmentados, el nivel de destrucción provocado, la altura de la columna eruptiva y la duración del proceso eruptivo, entre otros (CENAPRED, 2021).

La clasificación del nivel de peligro volcánico se basa en la magnitud de la tasa eruptiva de cada volcán. En México, los estudios realizados durante los últimos 500 años han permitido estimar un promedio de hasta 15 erupciones por siglo, con eventos que varían desde baja intensidad hasta erupciones moderadamente destructivas (CENAPRED, 2021, Tabla de *Categorización del peligro por volcanes*). A partir del tipo de erupción, del Índice de Explosividad Volcánica (tabla *de índice de explosividad volcánica*) y del historial eruptivo obtenido mediante investigaciones geológicas, se ha definido una clasificación del nivel de peligro para los volcanes activos del país.

Peligro	Periodo de alerta	Capacidad de daño severo	Probabilidad de lesión severa o muerte	Área afectada (km^2)	
				Promedio	Máximo
Caída de tefra	Minutos a horas	Menor-moderado	Bajo-moderado	100	>100,000
Proyectiles basálticos	Segundos	Extremo	Muy alto	10	80
Flujos piroclásticos y derrumbes o avalanchas	Segundos	Extremo	Extremo	5-20	10,000
Lahares	Minutos a horas	Muy alto	Muy alto	5-20	200-300
Flujos de lava	Usualmente horas o días	Extremo	Muy alto	2	>1,000
Lluvia ácida y gases	Minutos a horas	Muy bajo	Usualmente muy bajo	100	20.000
Ondas de choque	Segundos a minutos	Menor	Muy bajo	1,000	>100,000
Rayos	Instantáneo	Moderado	Muy bajo	300	3.000

Periodos de alerta de los peligros volcánicos y capacidad para causar daño (elaboración propia con datos de CENAPRED).

Tipo de erupción	Magma	Actividad efusiva	Explosividad	Tipo de volcán
Hawaiana	Temperatura de más de 1200° de baja viscosidad	Lavas extensas a partir de fisuras	Baja	Volcanes escudo, planicies lávicas y erupciones fisurales
Estromboliana	Intermedio o mixto de viscosidad moderada	Lavas escasas, poco extensas	Variable	Conos de lavas y cenizas abruptos
Vulcaniana	Temperatura de menos de 900° del tipo viscoso	Lavas escasas, piroclastos abundantes	Moderada a violenta	Estratovolcanes y calderas
Pliniana y Peleana	Temperatura de menos de 900° del tipo muy viscoso	Piroclastos y domos	Muy violenta	Estratovolcanes y calderas

Tipo de erupciones (elaboración propia con datos de CENAPRED).

VEI	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Descripción	No explosiva	Pequeña	Moderada	Moderada a grande	Grande	Muy grande	-	-	-
Volumen emitido(m^3)	< 10,000	10,000 – 1,000,000	Uno a diez millones	Diez a cien millones	Cien a mil millones	Uno a diez km^3	Diez a cien km	100 a mil km^3	> 1000 km^3
Altura de la columna (km)	0,1	0,1 – 1	1 – 5	3 – 15	10 – 25	>25	-	-	-
Duración (hrs)	>1	>1	1 – 6	1 – 6	1 – 12	6 – 12	>12	-	-
Inyección a la troposfera	Mínima	Leve	Moderada	Sustancial	Grande	-	-	-	-
Inyección a la estratosfera	Nula	Nula	Nula	Posible	Definida	Significativa	Grande	-	-

Índice de explosividad volcánica (elaboración propia con datos de CENAPRED).

Con base en la información anterior, el nivel de peligro asociado a los volcanes activos ubicados dentro de un radio de 100 km del municipio se encuentra en la tabla de *Categorización del peligro volcánico*, tomando en cuenta especialmente al volcán Popocatépetl, dado que actualmente muestra actividad volcánica.

A partir del análisis del periodo de alerta y la capacidad de daño asociados a distintos peligros es posible comprender mejor cómo se manifiestan los riesgos y por qué es fundamental mantenerse atento a la información oficial.

El periodo de alerta y la capacidad de daño de los peligros volcánicos son dos aspectos fundamentales para entender cómo actuar ante la actividad de un volcán. El periodo de alerta es el tiempo durante el cual se detectan cambios en el volcán que podrían indicar una posible erupción. Aunque esto no significa que la erupción ocurrirá de inmediato, sí señala que el volcán está mostrando señales importantes y que debemos estar atentos a la información oficial. Durante este tiempo, las autoridades pueden emitir avisos, reforzar la vigilancia y recomendar acciones preventivas.

Cada tipo de peligro volcánico presenta un periodo de alerta distinto. Algunos permiten emitir avisos con varios minutos u horas de anticipación. En cambio, otros fenómenos son mucho más súbitos, pues pueden desencadenarse en cuestión de segundos y dejan muy poco tiempo para reaccionar.

La capacidad de daño se refiere al nivel de peligro que puede causar cada fenómeno. Algunos, como los flujos piroclásticos, los proyectiles balísticos y los flujos de lava, tienen una capacidad de daño extrema porque son muy destructivos y pueden poner en riesgo la vida. Otros fenómenos, como las lluvias ácidas, pueden causar daños menores, aunque abarcan áreas más extensas. En general, los peligros volcánicos pueden afectar desde zonas pequeñas, como unas pocas decenas de kilómetros, hasta áreas muy grandes, incluso mayores a 100 000 km^2, dependiendo del tipo de fenómeno.

Volcán	Distancia
Cerro Grande	5
Iztaccíhuatl	5
Jocotitlán	1 a 3
La Malinche	1 a 3
Nevado de Toluca	1 a 3
Papayo	130.100 km
Popocatépetl	1 a 3
Campo volcánico	**Distancia**
Apan-Tezontepec	Con información insuficiente
Chichinuatzin	Con información insuficiente
Michoacán – Guanajuato	Con información insuficiente
Valle de Bravo	Con información insuficiente
Calderas	**Distancia**
Acoculco	5
Los Azufres	4
Zitácuaro	4

Categorización del peligro volcánico (elaboración propia con información de CENAPRED).

Conocer estos aspectos es muy importante porque nos ayuda a entender por qué debemos seguir las indicaciones de Protección Civil y mantenernos informados a través de medios oficiales. Recuerda que estar atentos, prepararse y actuar con responsabilidad puede marcar la diferencia al momento de enfrentar cualquier situación de riesgo relacionada con un volcán.

Zonificación volcánica

La zonificación de volcanes activos permite identificar las áreas expuestas a peligros como caída de ceniza, flujos piroclásticos y lahares. Al establecer un radio de análisis de hasta 100 km desde los volcanes y los límites municipales, se evalúa el posible alcance de estos fenómenos y las comunidades e infraestructuras en riesgo. Aunque se consideran principalmente los volcanes dentro de este radio, se incluye el Popocatépetl por su elevada actividad actual en la región. Esta información es fundamental para la planificación territorial, el fortalecimiento de los protocolos de protección civil y la toma de decisiones orientadas a la prevención y mitigación de desastres.

- **Zonificación del volcán Jocotitlán**

El volcán Jocotitlán es un cono volcánico compuesto que alcanza los 3,900 metros sobre el nivel del mar, y cuya última erupción registrada ocurrió hace unos 680 años. Presenta un cráter en forma de herradura que cubre aproximadamente 80 km², formado por un colapso vinculado a su actividad volcánica (Capra, 2002). Investigaciones en la zona muestran que las erupciones de ceniza produjeron depósitos de color gris-blanco, con espesores que oscilan entre 10 y 400 cm.

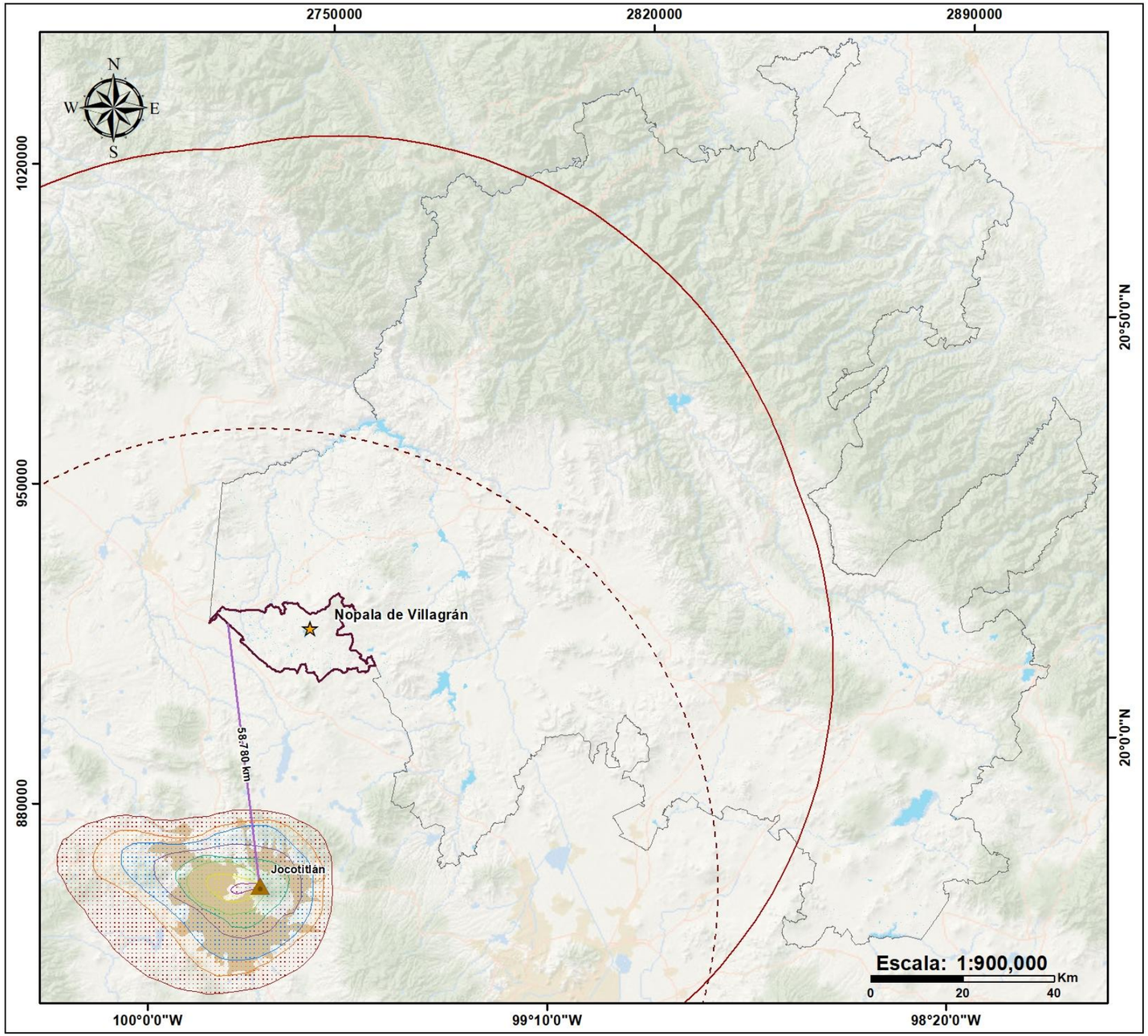
En el pasado, un colapso en el flanco noreste del volcán originó una avalancha de escombros que también afectó 80 km², con un volumen estimado de 2.8 km³. Este depósito presenta montículos cónicos de hasta 165 m de altura, crestas transversales de hasta 205 m y un escarpe final de hasta 50 m de espesor. La avalancha recorrió 12 km, siendo parcialmente detenida por barreras topográficas, lo que provocó fallas y pliegues en el terreno. Se ha propuesto que este colapso podría estar relacionado con la tectónica extensional de la región. Asimismo, se identificaron depósitos piroclásticos que evidencian actividad magmática previa. La datación de depósitos recientes indica que el volcán no está extinto, lo que representa un riesgo para las ciudades ubicadas en un radio de hasta 60 km (Siebe, 1992).

Vista del volcán Jocotitlán (Estado de México, 2022)

La elaboración del mapa de Zonificación del volcán Jocotitlán se basa principalmente en datos abiertos proporcionados por el CENAPRED, respaldados a su vez por estudios técnicos y científicos sobre la actividad volcánica de la región. Dichos estudios permiten delimitar de manera aproximada la distribución del material volcánico e identificar las áreas potencialmente afectadas por distintos tipos de emisiones, con el fin de evaluar su posible dispersión y el impacto en las zonas circundantes. Este enfoque ofrece una herramienta útil para la gestión del riesgo y la planificación preventiva ante la actividad volcánica del Jocotitlán. En el caso específico de la dispersión de ceniza, se observa que su distribución tiende principalmente hacia el oeste del volcán, siguiendo la dirección predominante de los vientos en la zona. Por otro lado, la presencia de lahares se concentra en las áreas circundantes al volcán, desplazándose a través de barrancas y cauces naturales. Estos flujos pueden afectar las partes bajas del relieve, por lo que representan un riesgo considerable para las localidades asentadas en las inmediaciones del edificio volcánico. De acuerdo con lo anterior, se observa que la emisión de estos materiales se mantiene dentro del límite de 100 km desde el perímetro municipal; sin embargo, no alcanzaría de manera directa al municipio. No obstante, dadas las características de la explosión, podrían registrarse trazas de ceniza, es decir, partículas de tamaño muy reducido. La llegada de estas partículas dependería en gran medida de la dirección y la intensidad del viento al momento de la emisión, por lo que resulta fundamental contar con protocolos adecuados ante una posible dispersión, como cubrir cuerpos de agua y utilizar cubrebocas para evitar la inhalación de este tipo de material.

Volcán Jocotitlán (Sismología Mexicana, 2021).

Mapa de zonificación del volcán Jocotitlán



Simbología

Volcán
- Jocotitlán
- Distancia (km)

Espesor de ceniza
- 400 cm
- 300 cm
- 200 cm
- 150 cm
- 100 cm
- 50 cm
- 25 cm
- 10 cm

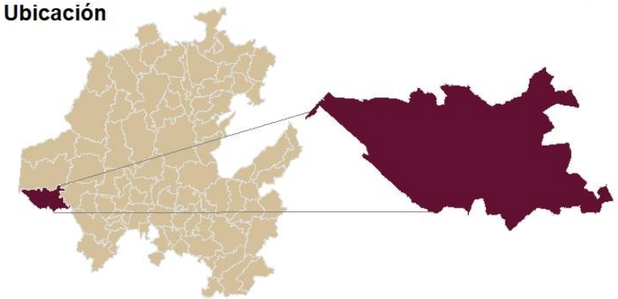
Material volcánico
- Inundación por lahares

Alcance de 100 km
- A partir del volcán
- A partir del límite municipal

Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal
- Límite estatal

Rasgos hidrográficos
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

ZdVJ - Zonificación del volcán Jocotitlán

- **Zonificación del volcán Popocatépetl**

En México, el volcán Popocatépetl se mantiene en actividad y es supervisado de forma constante por el CENAPRED, institución responsable de difundir reportes y alertas para mantener informada a la ciudadanía. Se ha considerado estudiar el posible alcance del material expulsado por el volcán; sin embargo, por ahora no supone un riesgo dentro de un radio de 100 km desde el límite municipal.

Este volcán tiene una altura de 5,393 metros sobre el nivel del mar y se ubica a unos 60 km al sur de la Ciudad de México y a 40 km al oeste de Puebla. Su estructura actual se formó encima de cráteres más antiguos, resultado de diversos colapsos a lo largo de su evolución eruptiva. Las investigaciones señalan al menos tres colapsos mayores y confirman que ha mantenido una actividad intensa durante aproximadamente 23,000 años, con al menos ocho erupciones de tipo catastrófico, de las cuales las cuatro más recientes influyeron de manera significativa en el desarrollo de distintas culturas prehispánicas.

Durante el último siglo se han registrado dos episodios eruptivos relevantes: uno entre 1919 y 1927, y otro iniciado en 1993, marcado por un aumento en las emisiones de ceniza y fumarolas. En este lapso, se generó un lago dentro del cráter que alcanzó temperaturas cercanas a 298 °C, aunque desapareció por completo en 1994 debido a la actividad volcánica y fumarólica (Armienta M., 2000).

Volcán Popocatépetl el di 28/11/2025 (CENAPRED, 2025).

Aunque el volcán no se ubica dentro del radio de 100 km respecto al límite municipal, se prepararon los mapas de *Zonificación* y de *Escenario de mayor probabilidad* asociados a su actividad. Esto se debe a la constante y significativa actividad eruptiva del volcán Popocatépetl. En este contexto, el CENAPRED ha desarrollado diversos escenarios probabilísticos que permiten estimar la posible distribución del material emitido durante sus episodios eruptivos, tales como ceniza, fragmentos balísticos o flujos piroclásticos. Dichos escenarios constituyeron la base técnica para la elaboración de los mapas mencionados, con el fin de contar con herramientas actualizadas para la evaluación y gestión del riesgo volcánico.

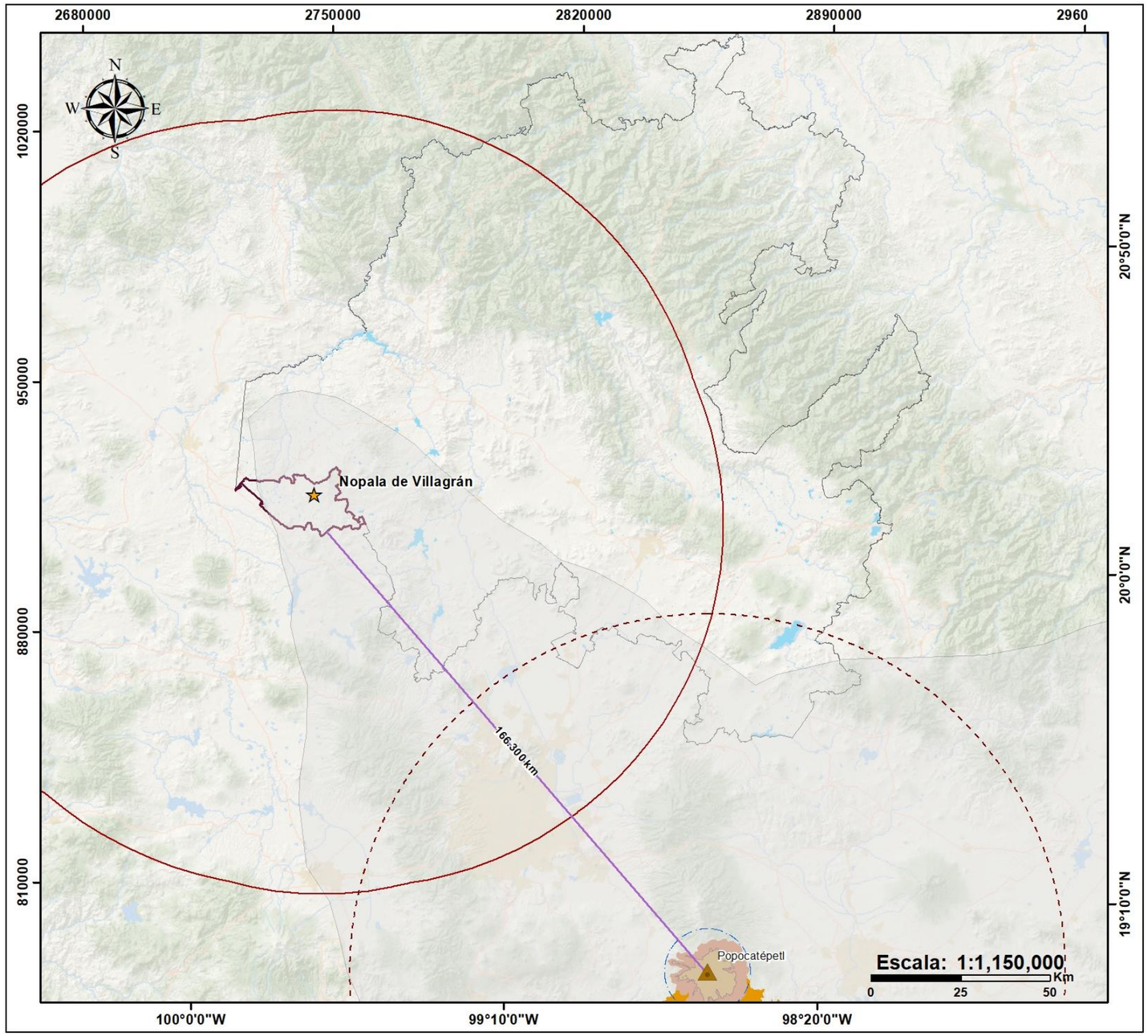
De acuerdo con lo expuesto anteriormente, se observa en el mapa de *Zonificación del volcán Popocatépetl* que la mayor parte del material volcánico no llega hasta el municipio. Sin embargo, sí es posible identificar la dispersión de traza de ceniza que cubre la mayor parte del municipio.

El escenario de mayor probabilidad corresponde a la emisión de columnas eruptivas menores a 10 km de altura, ya que son las que se presentan con mayor frecuencia, en este escenario se puede observar que en el municipio se podría presentar ceniza traza.

Ante esta posibilidad, es fundamental implementar medidas preventivas, especialmente en los cuerpos de agua, ya que podrían contaminarse. Del mismo modo, se recomienda adoptar acciones sanitarias como el uso de cubrebocas. Cabe destacar que, hasta el momento, no existen registros históricos ni recientes de caída de ceniza en el municipio, lo que indica un riesgo bajo, aunque no completamente descartable.

Volcán Popocatépetl el día 11/12/2025 (CENAPRED, 2025).

Mapa de zonificación del volcán Popocatépetl



Simbología

Volcán
- Popocatépetl
- Distancia (km)
- Zona de exclusión

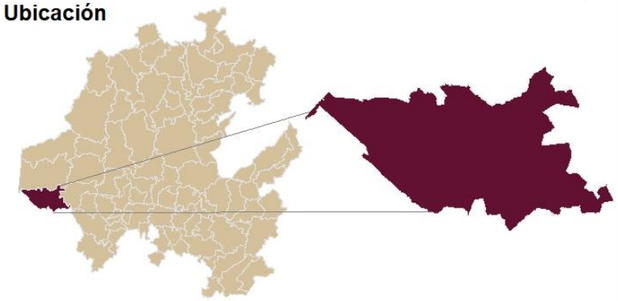
Material volcánico observado
- Avalanchas
- Flujos piroclásticos
- Oleadas piroclásticas
- Trazas de ceniza observadas

Distancia a 100 km
- A partir del volcán
- A partir del límite municipal

Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal
- Límite estatal

Rasgos hidrográficos
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

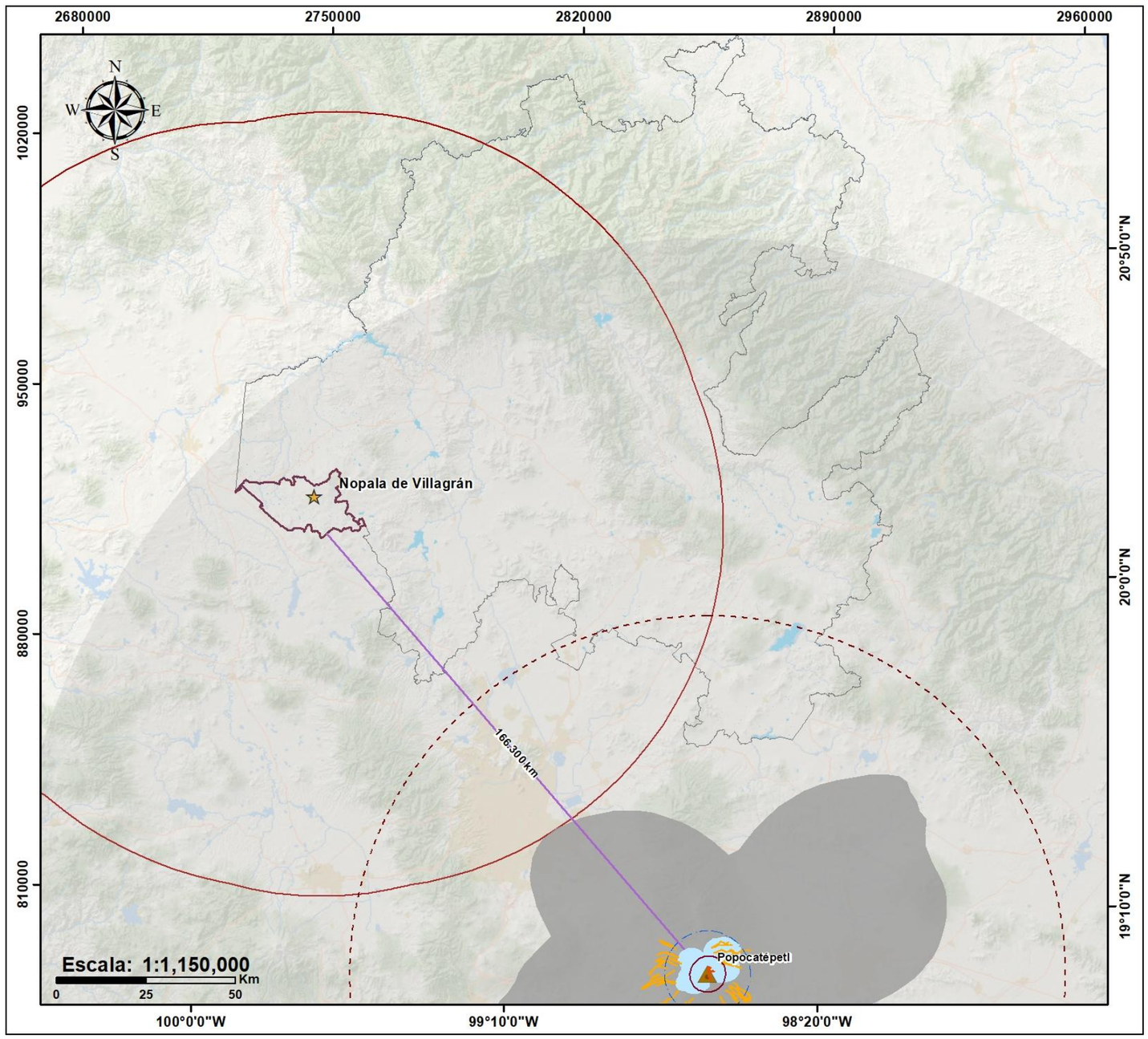
Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

ZdVP - Zonificación del volcán Popocatépetl

Mapa de escenario de mayor probabilidad de peligro del volcán Popocatépetl



Simbología

Volcán
- Popocatépetl
- Distancia (km)
- Zona de exclusión

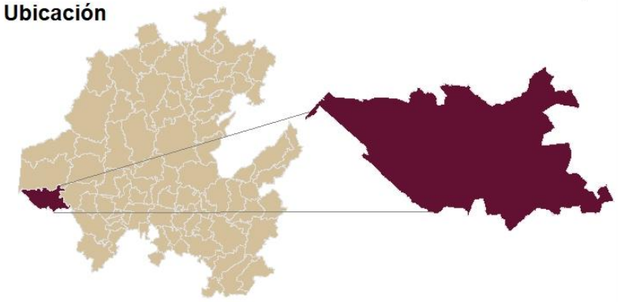
Material volcánico
- Balísticos
- Ceniza 1 cm
- Ceniza 1 mm
- Derrames de lavas
- Lahares
- Probabilidad de trazas de ceniza

Distancia a 100 km
- A partir del volcán
- A partir del límite municipal

Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal
- Límite estatal

Rasgos hidrográficos
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

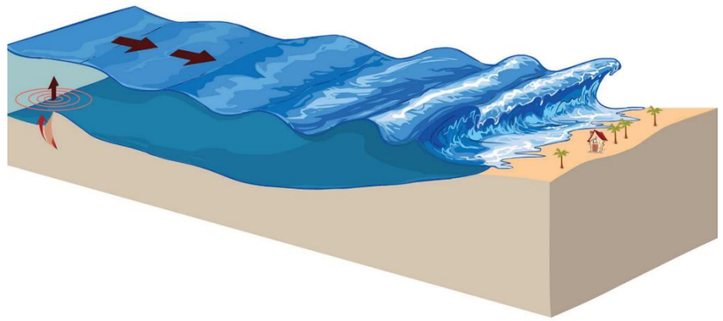
EMPP - Escenario de mayor probabilidad de peligro

Tsunamis

Amenaza por tsunamis

Un tsunami es una serie de olas de gran altura originadas por un disturbio submarino a gran escala, estas olas pueden alcanzar hasta 30 metros de altura y desplazarse a velocidades de hasta 965 km/h, recorriendo miles de kilómetros desde su punto de origen. Los tsunamis pueden afectar casi cualquier región costera, especialmente aquellas situadas a menos de 7,25 metros sobre el nivel del mar y a menos de una milla de la costa. Además, pueden ocurrir en cualquier momento del año, sin importar la estación ni las condiciones climáticas.

La mayoría de los tsunamis son causados por terremotos, pero otros factores pueden desencadenarlos como deslizamientos de tierra, erupciones volcánicas, meteoritos y asteroides. Estos fenómenos sin importar que estén muy cerca o no de las costas, son potencialmente peligrosos. La fuerza de las olas y la cantidad de agua que llegan a tierra son los principales elementos de peligro de un tsunami. (National Geographic, 2022).



Tsunami (IADC, 2025)

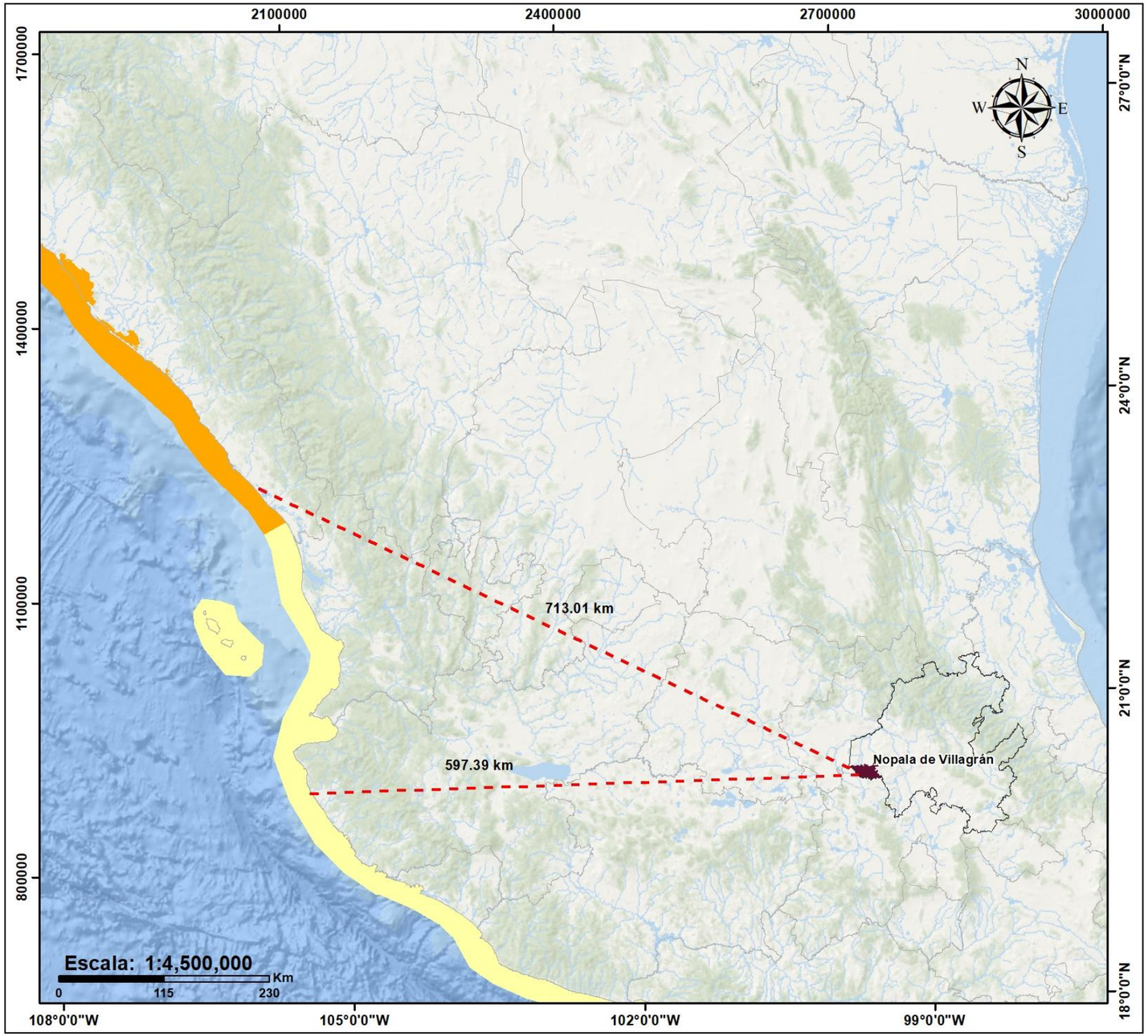
A lo largo de la historia, se han registrado al menos 60 tsunamis que han llegado a la costa occidental de México en los últimos 250 años. Los tsunamis de origen lejano han generado olas de hasta 2.5 metros de altura, mientras que los tsunamis de origen local han alcanzado en promedio 5 metros, e incluso, en casos excepcionales, hasta 10 metros de altura.

En la historia reciente, no se tiene registro de tsunamis altamente destructivos en México; sin embargo, no se puede descartar la posibilidad de que fenómenos de esta magnitud puedan presentarse en el futuro a lo largo de la costa del Pacífico mexicano. (SEMAR, 2015)

Según el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), el mapa distingue dos tipos de tsunamis: lejanos y locales. Los tsunamis lejanos son aquellos que tardan entre 8 y 12 horas en llegar a la costa, mientras que los locales se originan cerca del litoral del país. En este último caso, pueden generarse debido a la convergencia de cinco placas tectónicas que rodean a México: la norteamericana, la de Rivera, la del Caribe, la de Cocos y la del Pacífico.

Por otro lado, el Golfo de México no presenta una amenaza considerable debido a que la actividad tectónica en esa región es baja. Por lo cual, el estado en general, no es propenso a un fenómeno de este tipo debido a la distancia que lo separa de la costa.

Mapa de amenaza por tsunamis



SImbología

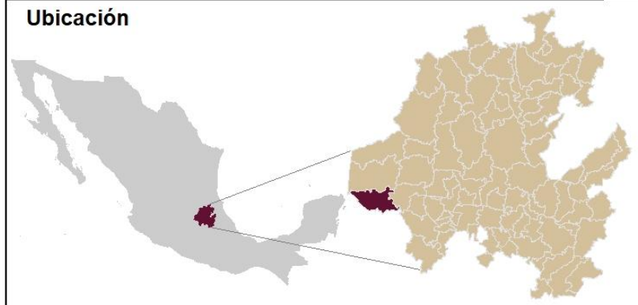
Área de recepción de tsunamis

- Lejanos
- Locales

Límites políticos

- Límite municipal
- Límite estatal
- Entidades federativas

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

ApT - Amenaza por tsunamis

Licuación de suelos

Zonificación por licuación de suelos

Este fenómeno también conocido como licuefacción del suelo, se produce cuando un terreno granular saturado (es decir, con sus poros llenos de agua) pierde su resistencia y rigidez, llegando a comportarse como un líquido viscoso. Se presenta, por lo general, ante la aplicación de esfuerzos intensos, tales como los generados por sismos, o excavaciones profundas (Pastor, Flores-Arias, & García, 2018).

Cuando las ondas sísmicas sacuden el terreno, los granos del suelo tienden a compactarse; sin embargo, el agua atrapada entre ellos no puede drenar con la suficiente rapidez, lo que ocasiona un incremento de la presión interna. A medida que esta presión aumenta, los granos pierden contacto y fricción entre sí, de modo que el suelo reduce significativamente su resistencia y rigidez. Como resultado, el terreno comienza a comportarse como un fluido viscoso, incapaz de soportar cargas, lo que puede provocar hundimientos, inclinación de edificaciones y la expulsión de arena y agua hacia la superficie (SEMSIG, 2024).

Imagen ilustrativa del fenómeno de licuación de suelos (Structuralia, s.f.).

La licuefacción del suelo es un problema grave en áreas sísmicas ya que reduce drásticamente la capacidad del suelo para sostener construcciones, aumentando el riesgo de daños severos durante un terremoto y poniendo en peligro a las personas y a la infraestructura.

Los principales factores que influyen en la ocurrencia de la licuefacción del suelo incluyen el tipo y la textura del suelo, la composición litológica, así como los antecedentes sísmicos de la zona, tales como la magnitud, frecuencia e intensidad de los sismos previos. Estos elementos determinan la susceptibilidad del suelo a perder su resistencia y rigidez durante un sismo, y son fundamentales para evaluar los riesgos y planificar medidas de mitigación adecuadas.

Evaluación de susceptibilidad por licuación de suelos

El análisis corresponde a una evaluación de susceptibilidad derivada de la zonificación e integración espacial variables condicionantes, cuyo objetivo es identificar zonas con mayor predisposición física a la ocurrencia del fenómeno. El estudio se limita a la identificación y superposición espacial de elementos condicionantes y detonantes, tales como:

- Litología.
- Nivel piezométrico de pozos registrados en CONAGUA.
- Epicentros sísmicos registrados.
- Antecedentes históricos.

En este sentido el municipio presenta los siguientes factores:

Litología: El municipio presenta rocas de origen sedimentario de tipo aluvial, donde sus principales características son la porosidad y permeabilidad (Tabla: Descripción general de litología), las cuales facilitan la saturación del suelo y la acumulación de presión del agua durante un sismo.

Litología	
Propiedades generales	Implicación
Aluvial	
Pueden ser relativamente blandas y fáciles de erosionar. La porosidad y permeabilidad permite la retención de agua. Suelen ser de textura fina.	Propensas a la fracturación y al colapso. Inestabilidad del suelo por actividad antropogénica, variación del nivel freático, sismicidad.

Descripción general de litología (Elaboración propia).

Epicentros sísmicos registrados: La actividad sísmica constituye el factor detonante del fenómeno, al generar esfuerzos dinámicos que pueden inducir incremento de presión intersticial y pérdida temporal de resistencia en suelos saturados.

En consecuencia, de acuerdo al Servicio Sismológico Nacional (SSN), no se tienen registro alguno de epicentros sísmicos desde 1900 al 2025 en el municipio.

Nivel piezométrico: Mediante el análisis de la profundidad del nivel estático (PNE) de dos pozos registrados en la base de datos de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). El nivel freático representa un indicador indirecto del grado de saturación del subsuelo. Conforme a la literatura especializada (Juan, P 2018), la licuación se presenta generalmente en suelos granulares saturados con niveles freáticos someros (menores a 15 m). Los que se ubican dentro del territorio municipal presentan profundidades superiores al umbral antes mencionado (Tabla: Registro de pozos de agua en el municipio); no obstante, esta variable fue incorporada como indicador hidrogeológico relativo para identificar posibles condiciones favorables a la saturación.

Datos del Pozo			Profundidad del nivel estático			
ID	Nombre	Acuífero	1996-2005	2006	2008-2022	2023
87	CNA-1307-120	Huichapan-Tecozautla	0	0	0	233.41
88	CNA-1307-121	Huichapan-Tecozautla	0	132	0	123.74

Registro de pozos de agua en el municipio (Elaboración propia con información de CONAGUA).

Antecedentes históricos: En caso de existir reportes o evidencias documentada, puesto que la ocurrencia previa de procesos asociados a licuación constituye un indicador empírico de predisposición territorial, ya que confirma que las condiciones locales han permitido el desarrollo del fenómeno bajo eventos sísmicos anteriores., sin embargo, el municipio no ha tenido antecedentes ante este fenómeno.

Metodología

La zonificación se realizó mediante el análisis de superposición espacial en un Sistema de Información Geográfica (SIG), integrando las capas correspondientes a los factores antes descritos. La clasificación se definió de manera cualitativa (Tabla: Factores de susceptibilidad), en función de la coincidencia territorial de dichos factores, estableciendo categorías de susceptibilidad desde muy baja hasta muy alta.

Susceptibilidad	Factores	No. De factores
Muy baja	Litología	1
Baja	Litología, pozos/epicentros	2
Media	Litología, pozos, epicentros (dispersos)	3
Alta	Litología, epicentros, pozos.	3
Muy alta	Litología, epicentros, pozos, antecedentes.	>3

Factores de susceptibilidad (Elaboración propia).

Las zonas clasificadas con susceptibilidad muy baja corresponden a materiales consolidados o áreas donde no existe convergencia de los factores analizados. Los niveles intermedios reflejan la presencia parcial de condiciones favorables, mientras que la categoría muy alta se asigna a aquellas áreas donde confluyen la litología susceptible, condiciones hidrogeológicas relativas, proximidad a registros sísmicos y antecedentes del fenómeno.

Resultados

La superposición espacial de los factores resultó en una susceptibilidad baja que se asocia principalmente con la proximidad de un pozo ubicado en una zona litológica donde predomina roca del tipo aluvial, siendo un material que puede favorecer la licuación ante un sismo.

Es importante precisar que la clasificación obtenida representa grados relativos de predisposición física del terreno ante la posible ocurrencia del fenómeno, determinados a partir de la integración cualitativa de variables geológicas, hidrogeológicas y sísmicas disponibles a escala municipal, por lo que debe tomarse como una referencia comparativa que permite identificar áreas con mayor o menor condición favorable para el desarrollo de la licuación.

Así mismo debe interpretarse como una herramienta preventiva de apoyo a la planeación territorial, útil para orientar decisiones relacionadas con el crecimiento urbano, la localización de infraestructura y la gestión integral del territorio. De igual forma, permite establecer prioridades para la realización de estudios específicos de mayor detalle que profundicen en las condiciones particulares del subsuelo en aquellas áreas donde se identifican mayores niveles de susceptibilidad.

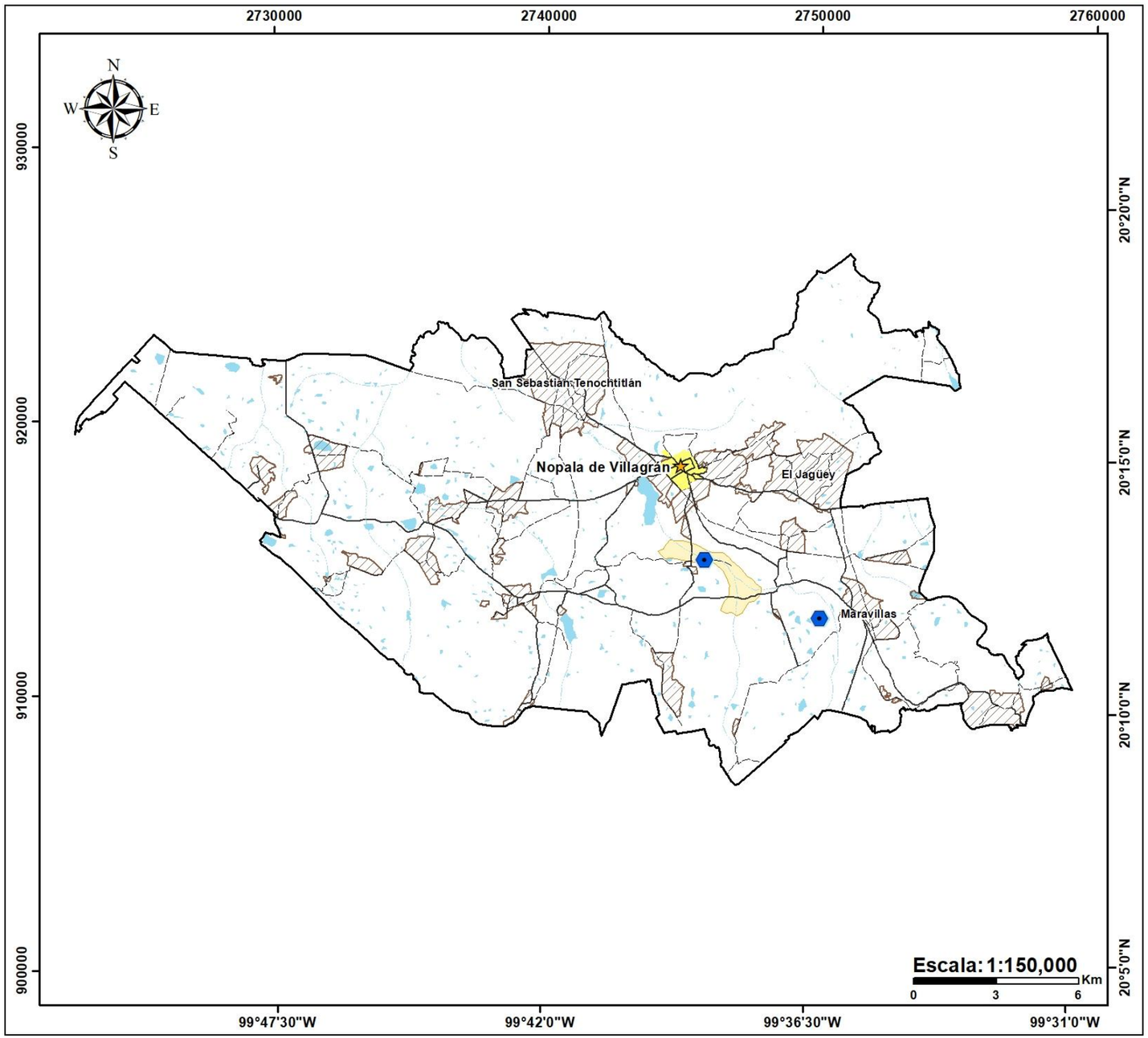
Importancia

La prevención de la licuefacción de suelos es fundamental en zonas sísmicas y con presencia de materiales saturados, debido a que este fenómeno puede comprometer seriamente la estabilidad de edificaciones e infraestructura esencial. Cuando el suelo pierde su capacidad portante durante un sismo, pueden ocurrir asentamientos diferenciales, inclinaciones o

colapsos que ponen en riesgo la seguridad de la población y generan daños económicos significativos. Asimismo, la licuefacción puede afectar la continuidad de servicios básicos como agua potable, alcantarillado, electricidad y gas, lo que dificulta las labores de respuesta y recuperación. La identificación temprana de áreas susceptibles permite planear de manera adecuada el crecimiento urbano, reducir la vulnerabilidad estructural y cumplir con normativas técnicas que exigen evaluar este riesgo.

Vivienda con daño por licuación de suelos después del sismo ocurrido el 7 de septiembre de 2017 de 8.2 en Magnitud de Momento (Mw), en Coatzacoalcos, Veracruz, México. Distintas viviendas resultaron dañadas por el fenómeno de licuación de suelos inducido por el sismo. La estructura se hundió homogéneamente, presentando un asentamiento total aproximado de 1.2m. Durante el sismo emanó agua y arena del subsuelo (Guzmán Ventura et al. 2020).

Mapa de zonificación por licuación de suelos



Simbología

Red piezométrica
- Pozo de agua

Litología
- Aluvial

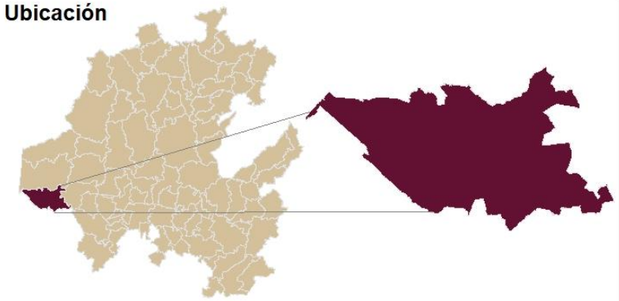
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

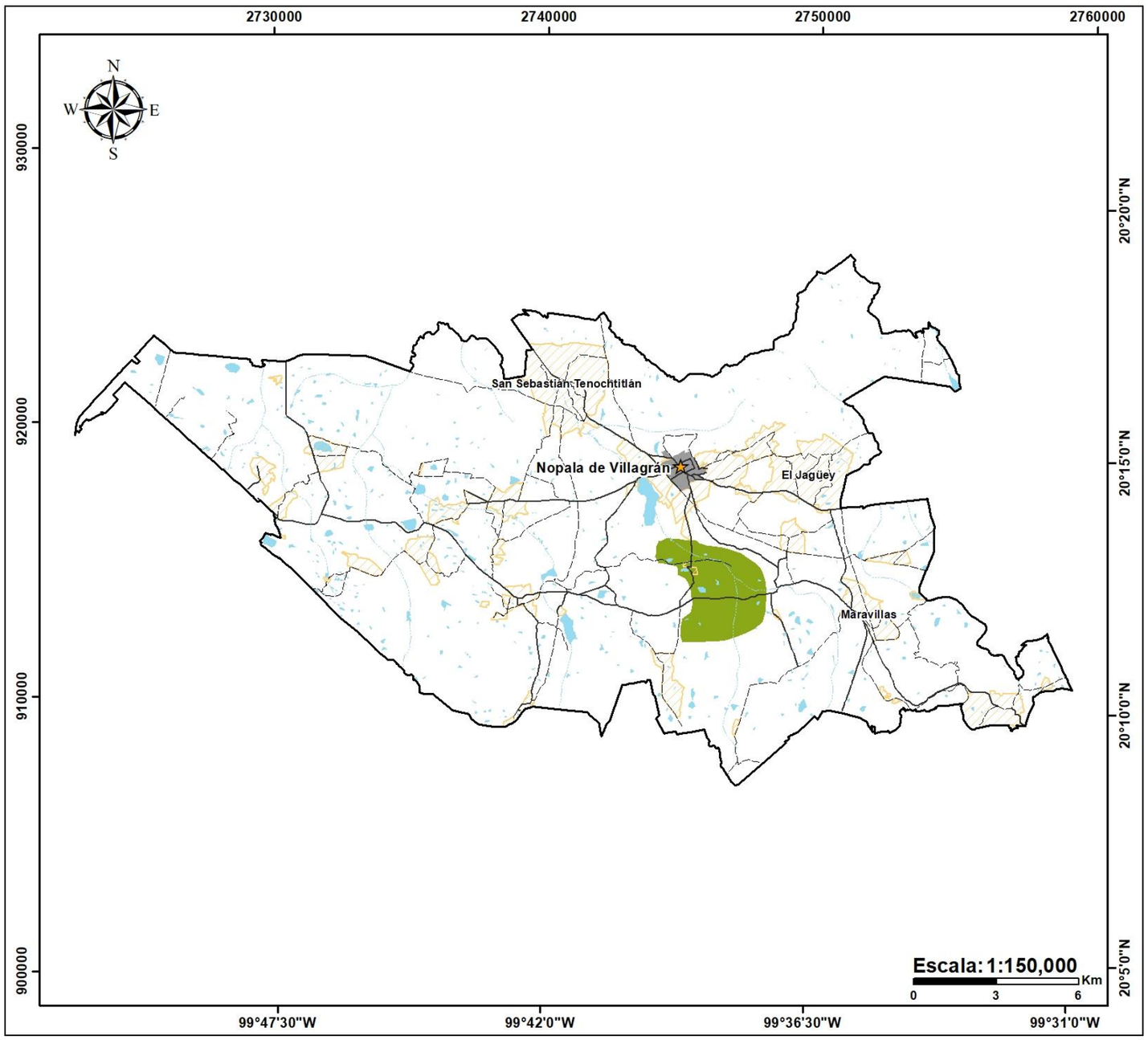
Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

ZpLdS - Zonificación por licuación de suelos

Mapa de susceptibilidad por licuación de suelos



Simbología

Susceptibilidad
- Muy alta
- Alta
- Media
- Baja
- Muy baja

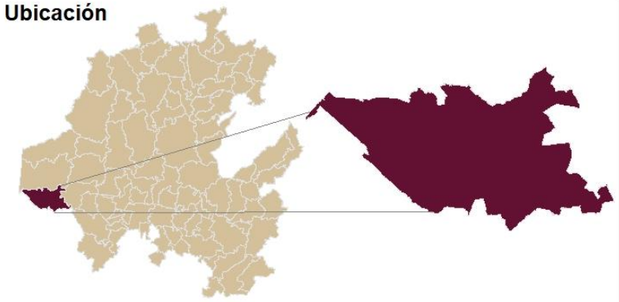
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

SpLdS - Susceptibilidad por licuación de suelos

Karstificación

Zonificación kárstica

La karstificación es un proceso geológico asociado a la disolución gradual de rocas solubles, principalmente calizas y dolomías, cuando entran en contacto con agua ligeramente ácida. Este proceso puede generar, a lo largo de periodos prolongados, la formación de cavidades subterráneas, conductos, dolinas o subsidencias. En determinados contextos geológicos e hidrológicos, estos rasgos pueden derivar en inestabilidad del terreno, particularmente cuando coinciden con asentamientos humanos o infraestructura. (CENAPRED, s.f.).

Este tipo de paisaje es una evidencia clara de procesos avanzado de karstificación (jingying zhao. 2022).

De acuerdo con la información contenida en el Atlas Nacional de Riesgos, el estado de Hidalgo se encuentra parcialmente vinculado a la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Oriental, donde se reconocen distintas manifestaciones relacionadas con ambientes kársticos.

En Hidalgo se reportan cinco tipos de karstificación con respecto a la Sierra Madre Oriental en Hidalgo:

1. Karst tropical Sierra Madre Oriental.
2. Karst tropical Cuetzalan Sierra Madre Oriental.
3. Karst bosque lluvioso Sierra Madre Oriental.
4. Karst cálido-subhúmedo Sierra Madre Oriental.
5. Calizas no karstificadas Sierra Madre Oriental.

Sin embargo, la presencia de materiales carbonatados no implica necesariamente el desarrollo activo de procesos de karstificación, ya que su ocurrencia depende de factores litológicos, estructurales, climáticos e hidrológicos específicos.

A nivel nacional, el karst corresponde a un tipo de paisaje asociado a rocas parcialmente solubles en agua, como calizas y algunas rocas evaporíticas, que pueden desarrollar porosidad y conductos internos por acción del agua en condiciones favorables. Según análisis de distribución geográfica de ambientes kársticos en México, aproximadamente el 25 % del territorio nacional está conformado por rocas con susceptibilidad a disolución, siendo las rocas sedimentarias las más abundantes en estas áreas kársticas (Estrada-Medina & Álvarez-Rivera, 2024).

En el municipio de Nopala de Villagrán se realizó el análisis de la cartografía geológica disponible, utilizando como base la información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, corroborada con la carta geológica estatal del Servicio Geológico Mexicano, identificándose que predominan materiales volcánicos y sedimentarios no carbonatados, tales como basaltos, riolitas, tobas y depósitos aluviales. Estas unidades, por su origen ígneo y detrítico, no son susceptibles a procesos de disolución kárstica al no estar constituidas por rocas carbonatadas.

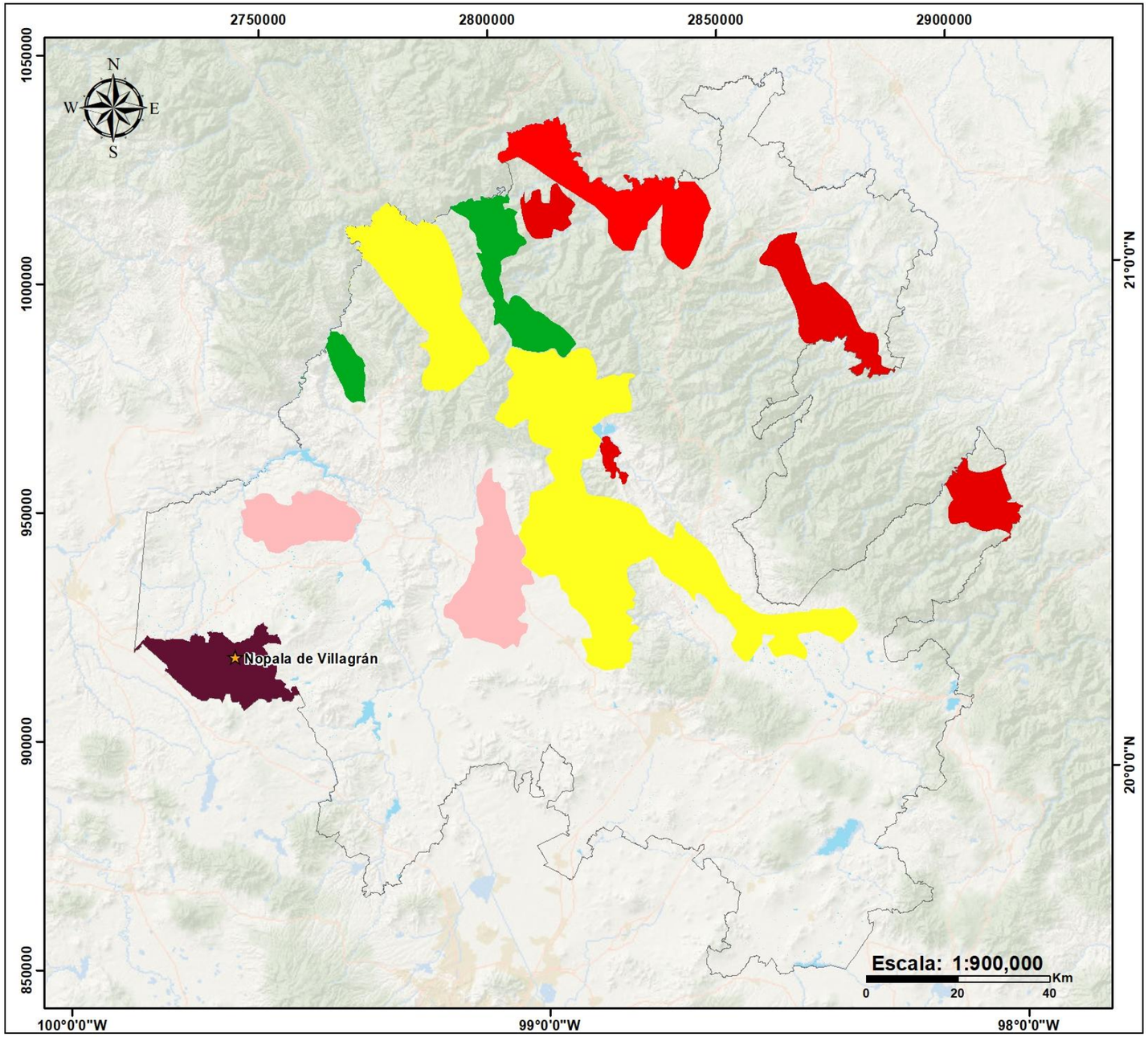
El municipio no se localiza dentro de regiones reconocidas por presentar procesos de karstificación a nivel estatal. En cuanto a la edafología, predominan suelos del tipo Kastanozem, Luvisol, Phaeozem y Vertisol, los cuales no presentan asociación genética con ambientes kársticos.

De acuerdo con la revisión integral de los factores litológicos, estructurales e hidrológicos, así como de antecedentes históricos relacionados con hundimientos o subsidencias relacionado a karticida, no se identificaron dolinas, agrietamientos superficiales ni registros documentados de eventos atribuibles a procesos de karstificación dentro del municipio.

Si bien se han identificado hundimientos en la comunidad de El Jagüey, estos se relacionan con procesos de colapso geológico natural asociados a materiales no consolidados, principalmente arenas sueltas carentes de cohesión y de estratificación cementante, lo que constituye un sistema inherentemente inestable. Asimismo, dichos sitios han sido utilizados como vertederos, condición que contribuye a la pérdida de estabilidad del terreno. En ningún caso estos eventos se asocian a procesos de disolución kárstica.

En consecuencia, con base en la información cartográfica oficial, la revisión técnica integral y la evidencia recabada en campo, no se advierten elementos que indiquen la presencia de procesos kársticos activos ni la configuración de escenarios asociados a hundimientos por karsticidad dentro del territorio municipal.

Mapa de zonificación kárstica



Simbología

Región Sierra Madre Oriental

- Calizas no karstificadas
- Karst tropical Cuetzalan
- Karst tropical
- Karst bosque lluvioso
- Karst cálido subhúmedo

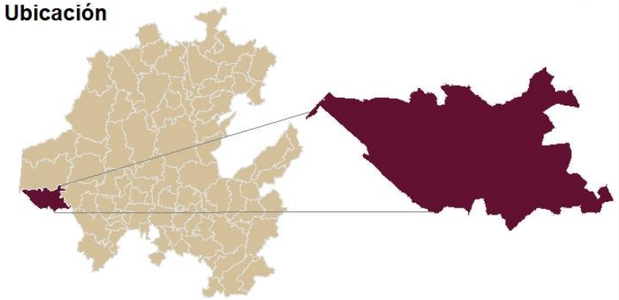
Límites políticos

- Cabecera municipal
- Límite municipal
- Límite estatal

Rasgos hidrográficos

- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide.....GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

ZK - Zonificación kárstica

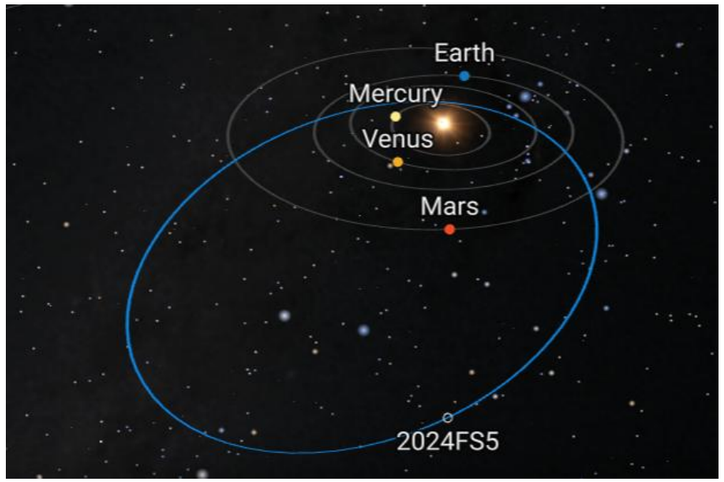
Fenómenos astronómicos

Según la Ley General de Protección Civil, publicada en el Diario Oficial de la federación el día 6 de junio del 2012, con última reforma del 21 de diciembre del 2023, un **Fenómeno Astronómico** se define como:

"Eventos, procesos o propiedades a los que están sometidos los objetos del espacio exterior incluidos estrellas, planetas, cometas y meteoros. Algunos de estos fenómenos interactúan con la tierra, ocasionándole situaciones que generan perturbaciones que pueden ser destructivas tanto en la atmósfera como en la superficie terrestre, entre ellas se cuentan las tormentas magnéticas y el impacto de meteoritos.".

Impactos de meteoritos y asteroides

Un meteoroide que logra atravesar la atmósfera terrestre sin desintegrarse por completo y alcanza la superficie recibe el nombre de meteorito. Estos cuerpos presentan una amplia variabilidad en tamaño; sin embargo, los fragmentos que comúnmente llegan al suelo suelen medirse desde unos pocos centímetros hasta dimensiones comparables con las de un puño. En general, menos del 5% de la masa original del objeto sobrevive al proceso de ablación atmosférica (NASA, 2025).



Recorrido del meteorito con clave de objeto designado 2024FS5

Desde el punto de vista geoquímico y estructural, los meteoritos se clasifican en tres grupos principales:

- **Ferrosos (metálicos)**: Compuestos principalmente por hierro y níquel. Son los más densos y resistentes, lo que aumenta su probabilidad de llegar a la superficie. Debido a su alta masa y características distintivas, suelen ser más fáciles de identificar incluso mucho tiempo después de su caída.
- **Pétreos (rocosos)**: Representan la mayoría de los meteoritos que impactan la Tierra. Están formados por silicatos y minerales comunes en el Sistema Solar. A pesar de su abundancia, su identificación posterior es más compleja, ya que frecuentemente se confunden con rocas terrestres.
- **Pétreos-ferrosos (mixtos)**: Contienen proporciones variables de metales y silicatos, constituyendo un grupo de transición entre los dos tipos anteriores.

Los impactos de meteoritos para el municipio representan un peligro con una probabilidad extremadamente baja, aunque no nula. En México se han documentado diversas caídas de meteoritos y existen estructuras de impacto relevantes, como el cráter de Chicxulub. De acuerdo con el mapa de impactos históricos realizado a partir de la información de Center for Near Earth Object Studies (s,f,) se reporta un evento registrado en el municipio de Pacula, Hidalgo lo que confirma la presencia ocasional de este fenómeno en el estado.

No obstante, en el municipio no se cuenta con registros históricos o antecedentes de caídas de meteoritos ni de estructuras de impacto asociadas.

Los efectos generados por la caída de un meteorito dependen de factores como el tamaño, composición, velocidad de ingreso y ángulo de impacto del objeto. En el escenario más probable de llegada de fragmentos pequeños los daños serían mínimos y a un área muy limitada. No obstante, en caso de un meteorito de mayor tamaño podría producir:

- **Ondas de choque:** capaces de romper vidrios y afectar estructuras ligeras.
- **Pequeños cráteres:** en suelos poco consolidados.
- **Riesgos de incendios:** si el fragmento alcanza la superficie aún incandescente.

De acuerdo con el sistema de monitoreo de la Agencia Espacial Europea, se han identificado 65 objetos cercanos a la Tierra con probabilidad registrada de impacto entre 2026 y 2060 (ESA, s.f.). Aunque la mayoría presenta una probabilidad muy baja de colisión y suele desintegrarse en la atmósfera, su monitoreo es fundamental, ya que objetos de mayor tamaño podrían ocasionar daños locales a la infraestructura y al entorno.

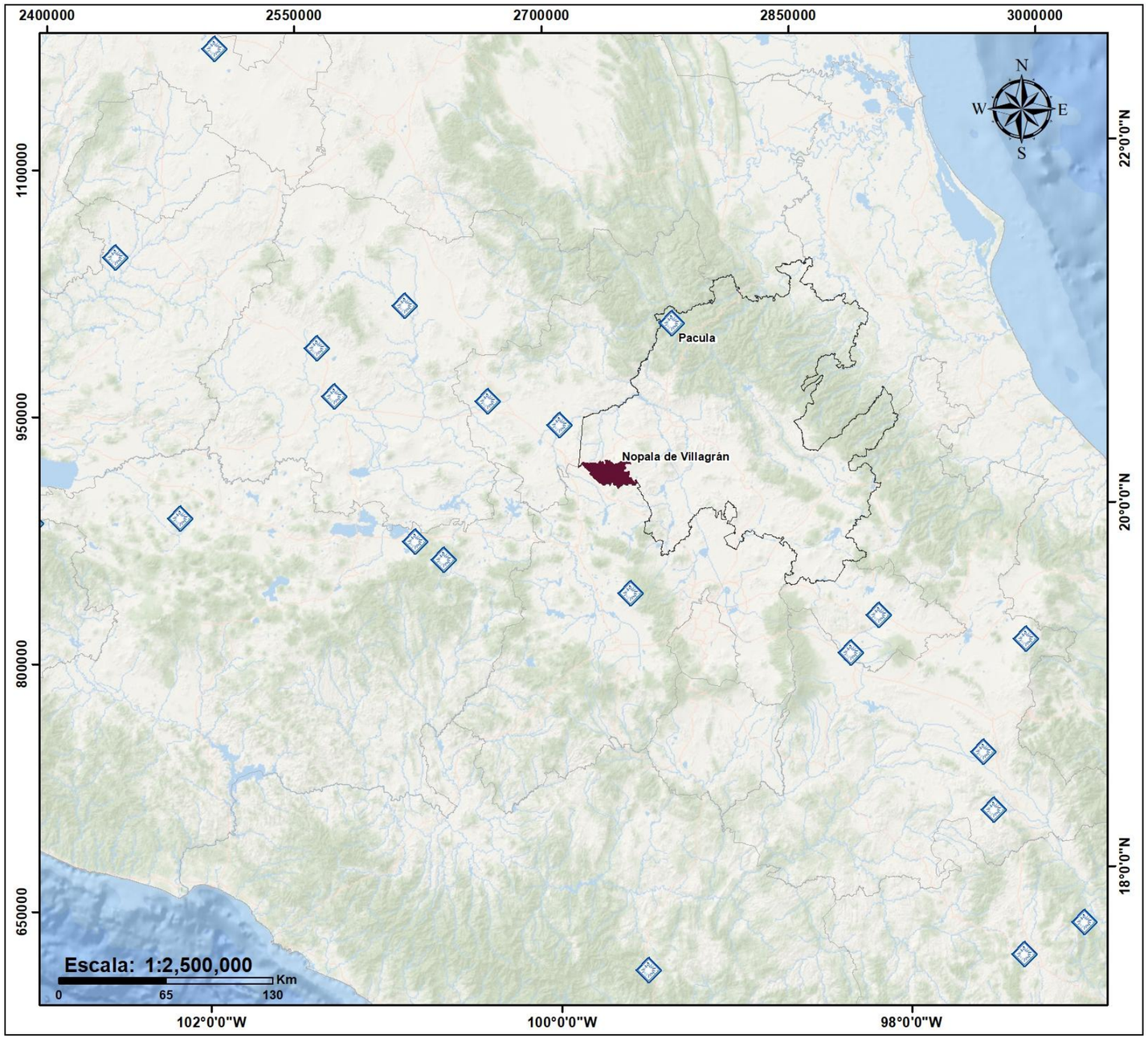
Imagen ilustrativa del meteorito 2008TC#, del tamaño de una camioneta, que impactó el 7 de octubre de 2008 en el desierto de Nubia, al norte de Sudán (NASA/SETI/P. Jenniskens , 2009)

La detección temprana de meteoritos y asteroides permite identificar posibles riesgos para el municipio y fortalecer la cultura de prevención, aun cuando la probabilidad de impacto sea muy baja. Si bien estos fenómenos son poco frecuentes, su posible ocurrencia puede generar daños de diversa magnitud, por lo que resulta importante contar con protocolos de comunicación claros que faciliten la difusión oportuna de alertas internacionales sobre reingresos atmosféricos o la caída de fragmentos meteóricos. Asimismo, la coordinación entre autoridades y la difusión de información confiable a la población contribuyen a reducir la incertidumbre y prevenir situaciones de riesgos extraordinarios.

No.	Objeto designado	Diámetro (m)	Fecha de impacto	Año	Velocidad (km/s)
4	2013TP4	9 - 19*	01/10/2026 07:48	2026	27.66
5	2024FS5	30 - 70*	25/08/2026 04:46	2026	26.73
23	2014ML67	40 - 90*	03/07/2027 19:46	2027	24.13
32	2023ET2	2.3 - 5*	14/09/2028 02:57	2028	17.72
47	2008HC38	14 - 30*	23/04/2029 02:39	2029	17.96
48	2017HJ61	5 - 10*	22/04/2029 20:41	2029	17.6
52	2021GE2	4 - 10*	03/04/2030 11:57	2030	18.99
63	2008VM	2.2 - 5*	04/11/2031 17:35	2031	15.17
64	2010UE	3 - 7*	16/10/2031 17:51	2031	21.56
65	2007WW3	40 - 90*	14/11/2031 16:29	2031	12.03
66	2008VL	7 - 16*	28/10/2031 06:50	2031	16.47
76	2021GX9	24 - 50*	16/04/2032 21:51	2032	20.17
77	2012KP24	14 - 30*	28/05/2032 14:05	2032	16.95
78	1998BT13	20	23/01/2032 07:46	2032	13.66
84	2018TY4	6 - 14*	05/10/2033 16:21	2033	15.45
85	2025QA5	8 - 18*	25/08/2033 04:10	2033	13.82
86	2021SP	4 - 9*	17/09/2033 11:59	2033	16.62
96	2017SF20	5 - 12*	26/09/2034 12:41	2034	15.3
97	2023FZ3	30 - 80*	02/04/2034 22:33	2034	22.8
106	2016AQ164	3 - 7*	10/01/2035 07:42	2035	17.84
112	2005UA1	14 - 30*	19/10/2036 18:37	2036	18.45
124	2020VB5	8 - 18*	17/11/2037 16:25	2037	20.28
125	2009WQ52	6 - 14*	19/11/2037 14:47	2037	18.51
147	2022PX1	90 - 210*	11/08/2040 15:55	2040	36.85
148	2021LY1	7 - 15*	03/06/2040 18:39	2040	16.02
160	2017UL7	40 - 80*	19/03/2041 22:49	2041	19.68
161	2016VZ17	7 - 17*	18/08/2041 21:30	2041	14.77
162	2020QC	9 - 19*	19/08/2041 03:00	2041	21.87
163	2009DM40	11 - 26*	22/02/2041 12:39	2041	14.77
167	2025FM10	16 - 40*	21/03/2042 06:25	2042	19.48
168	2020KD1	7 - 16*	23/05/2042 08:22	2042	14.18
182	2022UY14	26 - 60*	28/04/2043 22:24	2043	23.23
195	2013TX68	23 - 50*	06/03/2044 01:08	2044	18.2
212	2024WS1	17 - 40*	20/11/2045 12:02	2045	41.26
223	2021UA7	5 - 11*	26/10/2046 13:37	2046	29.5
224	2024RE16	10 - 22*	08/09/2046 20:42	2046	24.77
246	2024YR4	60	22/12/2047 01:14	2047	17.11
258	2021TT1	16 - 40*	09/10/2048 17:15	2048	20.45
272	2020AO1	50 - 110*	13/01/2049 17:16	2049	20.36
273	2014WA	6 - 14*	16/11/2049 03:31	2049	14.71
274	2013UJ5	6 - 14*	13/08/2049 11:32	2049	15.26
275	2022YK3	4 - 9*	25/12/2049 11:38	2049	16.93
292	2022BE3	26 - 60*	04/08/2050 06:29	2050	25.13
308	2019SC	10 - 22*	16/09/2051 03:34	2051	18.12
336	2006DO62	5 - 10*	21/02/2053 23:52	2053	15.55
358	2023QH	50 - 110*	29/08/2054 07:55	2054	20.12
373	2025PU	2.1 - 5*	03/08/2055 07:15	2055	14.81
374	2015RU178	8 - 18*	09/09/2055 15:51	2055	21.81
395	2011XC2	60 - 140*	02/12/2056 09:55	2056	23.57
396	2006DN	30 - 70*	22/04/2056 00:59	2056	11.87
397	2017SA21	6 - 13*	27/09/2056 16:06	2056	15.05
398	2020ME63	1.1 - 2.6*	22/06/2056 14:21	2056	14.15
425	2025WG4	160 - 400*	23/11/2057 17:16	2057	32.02
426	2021GW6	6 - 14*	08/04/2057 14:17	2057	25.26
427	2025RT3	10 - 21*	13/09/2057 12:09	2057	19.65
454	2021EA	6 - 14*	02/03/2058 22:56	2058	14.65
455	2025XN	4 - 8*	07/12/2058 22:50	2058	25.09
471	2007SN6	23 - 50*	18/09/2059 15:11	2059	21.46
472	2009BR5	100 - 220*	21/07/2059 06:40	2059	21.12
473	2022PW40	1.2 - 2.6*	05/08/2059 05:58	2059	12.9
495	2013NH6	60 - 120*	29/06/2060 19:34	2060	24.42
496	2022WC	15 - 30*	14/11/2060 06:01	2060	30.32
497	2015HD1	9 - 20*	19/04/2060 19:47	2060	19.32
498	1993KA2	4 - 10*	10/11/2060 00:22	2060	25.75
499	2019CY1	19 – 40*	21/02/2060 03:37	2060	17.05

Análisis de objetos cercanos a la tierra con potencial de impacto en un periodo de 2026 a 2060.

Mapa de impactos históricos de meteoritos



Simbología

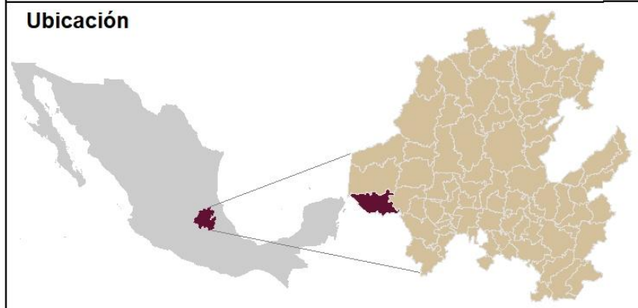
Eventos históricos

- Impacto de meteorito

Límites políticos

- Límite municipal
- Límite estatal
- Entidades federativas

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

IHM - Impactos históricos de meteoritos

Clima espacial

También llamada Meteorología del Espacio, se refiere al estudio de cómo la actividad del Sol afecta a la Tierra y a su entorno espacial. Analiza fenómenos como el viento solar, las erupciones solares y los cambios en el campo magnético terrestre, los cuales pueden influir en la atmósfera y en algunos sistemas tecnológicos que usamos diariamente (SCIESMEX, s.f.).

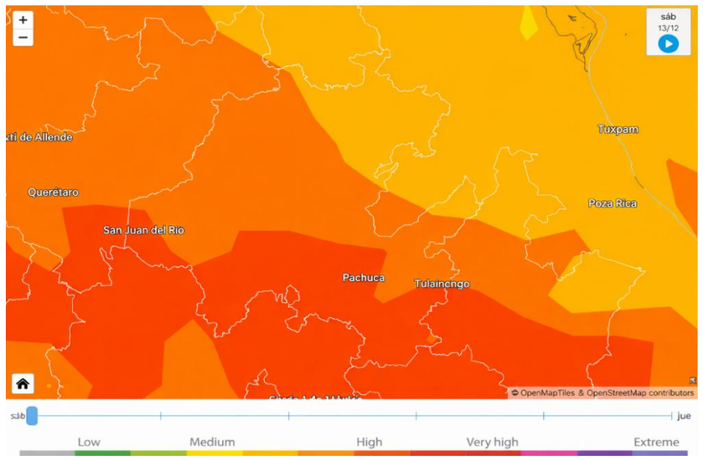
Estos procesos pueden inducir perturbaciones que afectan directa o indirectamente infraestructuras y servicios esenciales, además de posibles efectos en la salud y seguridad de la población. Su estudio permite evaluar la vulnerabilidad del territorio municipal y fortalecer la capacidad de anticipación y respuesta ante alteraciones tecnológicas y ambientales provocadas por la actividad solar.

Radiación ultravioleta

La radiación solar es un conjunto de ondas electromagnéticas emitidas por el Sol, dentro de este espectro, la radiación ultravioleta tiene una especial importancia para la gestión del riesgo, debido a sus efectos potencialmente dañinos sobre la salud humana, los ecosistemas y los materiales expuestos.

La información generada por misiones espaciales y sensores de observación permite conocer cómo varía la radiación ultravioleta a lo largo del tiempo y en distintas regiones. Estos datos incluyen mediciones periódicas de la radiación solar que llega a la superficie, estimaciones satelitales de la intensidad de la radiación UV y registros sobre la composición de la atmósfera, lo que contribuye a evaluar sus posibles efectos en la salud, el ambiente y en el contexto del cambio climático (NASA, 2025).

La integración de estas fuentes de información permite caracterizar la exposición del territorio del municipio a niveles de radiación ultravioleta, y fortalecer estrategias de prevención, protección y adaptación ante condiciones de alta radiación.



Índice UV para el estado de Hidalgo en diciembre del 2025 (FORECA, 2025).

Tormentas solares

Fenómeno natural originado por una liberación súbita y violenta de energía, partículas cargadas, radiación electromagnética y campos magnéticos desde la superficie del Sol hacia el espacio interplanetario (NASA, 2025).

El Sol posee un complejo y dinámico sistema de campos magnéticos, debido a que no rota de manera uniforme su región ecuatorial gira más rápido que sus polos, estos campos magnéticos acumulan energía y cuando la tensión magnética alcanza un punto crítico, se producen grandes cantidades de energía en forma de erupciones solares y eyecciones de masa coronal (EMC).

Cuando una de estas emisiones solares se dirige hacia la Tierra, puede interactuar con el campo magnético terrestre, generando una tormenta geomagnética, que puede provocar diversas afectaciones, tales como:

- Interrupciones en las comunicaciones
- Alteraciones o fallas en redes eléctricas
- Daños en satélites y sistemas espaciales.

Asimismo, estas tormentas pueden producir otros fenómenos como las auroras boreales y australes, visibles principalmente en latitudes altas. Aunque también pueden generar impactos en la infraestructura tecnológica, no representan un riesgo para la salud de la población, ya que la atmósfera terrestre y el campo magnético del planeta actúan como un escudo natural que bloquea la radiación y las partículas energéticas.

Imagen ilustrativa de una tormenta solar (NASA, 2025).

CAPÍTULO VI.
FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS

Fenómenos hidrometeorológicos

Según la Ley General de Protección Civil, publicada en el Diario Oficial de la federación el día 6 de junio del 2012, con última reforma del 21 de diciembre del 2023, un **Fenómeno Hidrometeorológico** se define como:

"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;"

Ciclones tropicales

Peligro por ciclones tropicales

Los ciclones tropicales son fenómenos meteorológicos intensos que se originan sobre océanos tropicales y subtropicales, caracterizados por una circulación cerrada de vientos alrededor de un centro de baja presión. De acuerdo con el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), un ciclón tropical es "un sistema de nubes y tormentas eléctricas que se forma sobre los mares tropicales y que presenta una circulación cerrada alrededor de un centro definido" (CENAPRED, 2018). Estos sistemas se alimentan del calor y la humedad del océano, convirtiendo la energía térmica del mar en energía cinética del viento.

De acuerdo con la metodología del CENAPRED, el peligro se define como la probabilidad de que un fenómeno natural potencialmente dañino ocurra en un lugar y tiempo determinados. En este caso, el fenómeno analizado son los ciclones tropicales, los cuales pueden generar vientos fuertes, lluvias torrenciales, inundaciones y deslizamientos de ladera (CENAPRED, 2018).

Además, categoriza el grado de peligro en muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo. El objetivo de esta clasificación es representar espacialmente la intensidad o probabilidad de afectación que puede tener un fenómeno natural (en este caso, un fenómeno hidrometeorológico) sobre una región específica.

De acuerdo con CENAPRED (2016, 2018, 2020) y las Guías metodológicas para la elaboración de atlas estatales y municipales de peligro y riesgo, los niveles de peligro se definen así:

Categoría	Descripción	Ejemplo
Muy alto	El fenómeno tiene alta probabilidad de ocurrencia y alta intensidad; las condiciones históricas y ambientales favorecen impactos severos.	Costas del Golfo de México o del Pacífico, donde los ciclones tocan tierra con frecuencia.
Alto	Alta probabilidad de ocurrencia o intensidad significativa, aunque no máxima.	Regiones cercanas a la costa o a rutas recurrentes de ciclones.
Medio	Probabilidad o intensidad moderada; los impactos pueden ser considerables, pero menos frecuentes.	Zonas de transición tierra adentro, donde los ciclones se debilitan.
Bajo	Baja probabilidad de ocurrencia o intensidad leve.	Regiones interiores que ocasionalmente reciben lluvias residuales.
Muy bajo	Muy poca probabilidad de ocurrencia o efectos mínimos.	Regiones alejadas del mar, como el centro o norte de México (por ejemplo, Hidalgo o Querétaro).

Niveles de peligro, CENAPRED,2021.

CENAPRED utiliza una combinación de información histórica, climatológica y geográfica, que incluye:

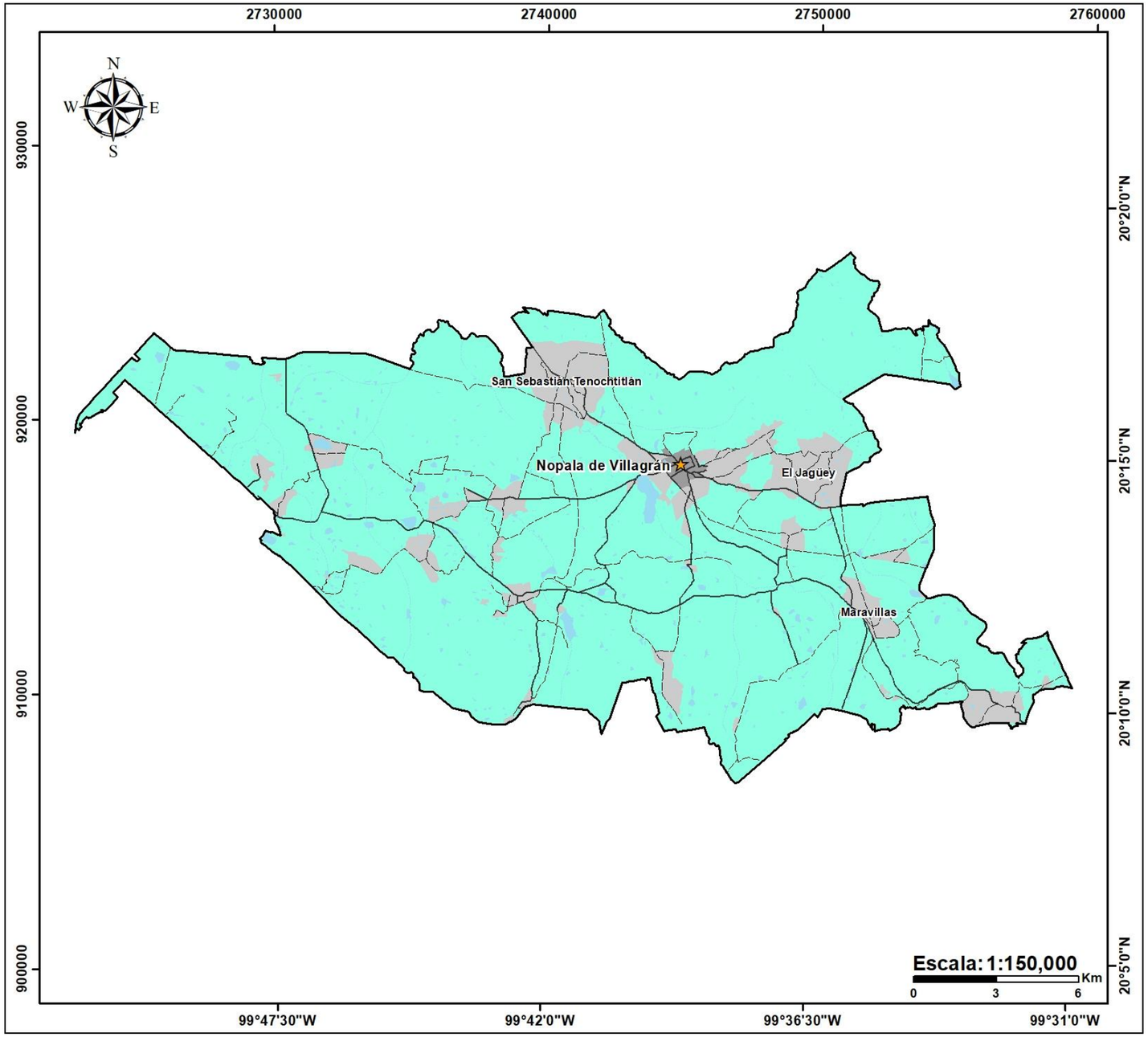
- **Frecuencia histórica del fenómeno:** (por ejemplo, número de ciclones que han afectado la zona en un periodo de 30 años).
- **Intensidad máxima registrada:** (vientos, lluvias, presión atmosférica).
- **Trayectorias típicas y distancia al mar**: para fenómenos como ciclones tropicales.
- **Modelos probabilísticos o espaciales:** (interpolación geográfica y análisis de recurrencia).
- **Características físicas del territorio:** como altitud, pendiente, exposición y orientación del relieve.

Personas se resguardan de la lluvia intensa asociada a fenómenos tropicales. (Hidalgo, 2024).

A partir de estos factores, se asignan valores numéricos o índices que luego se normalizan en cinco clases, correspondientes a los niveles: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto (CENAPRED, 2016).

De acuerdo a la base de datos de indicadores de CENAPRED 2022, el municipio presenta un grado de peligro muy bajo, lo que implica que la frecuencia histórica de impactos directos de ciclones tropicales es mínima, con lluvias moderadas asociadas a remanentes, incremento temporal de escurrimientos locales, encharcamientos menores en zonas agrícolas o barrancas. Estos efectos se consideran de bajo impacto y baja probabilidad. Debido a la ubicación céntrica del territorio.

Mapa de peligro por ciclones tropicales



Simbología

Peligro
- Muy alto
- Alto
- Medio
- Bajo
- Muy bajo

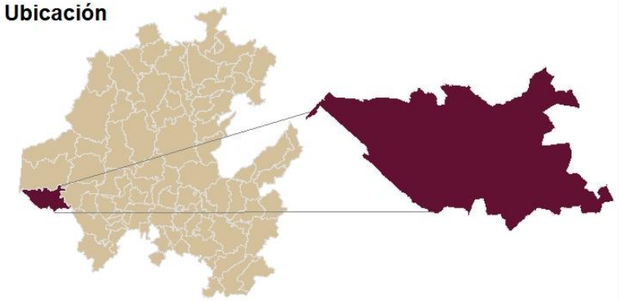
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide	GRS80
Proyección	ITRF08 LCC
Gradícula	Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal	Mexicano época 2010.0
Zona UTM	14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

PpCT - Peligro por ciclones tropicales

Riesgo por ciclones tropicales

Los ciclones tropicales son fenómenos meteorológicos intensos que se originan sobre los océanos tropicales y subtropicales. Se caracterizan por la circulación de vientos alrededor de un centro de baja presión, se alimenta de calor y humedad, transformando esa energía en vientos fuertes y lluvias intensas (CENAPRED,2021).

El riesgo es la probabilidad de que un fenómeno cause daño o pérdida a personas, bienes o sistemas, considerando la exposición y vulnerabilidad. En este parámetro el riesgo se refiere a la consecuencia posible del fenómeno sobre elementos susceptibles.

Los componentes para calcular el riesgo por ciclones tropicales son peligro, exposición y vulnerabilidad. En este rubro existe una dependencia alta por parte de la sociedad, ya que depende de la vulnerabilidad de la población y la exposición de bienes.

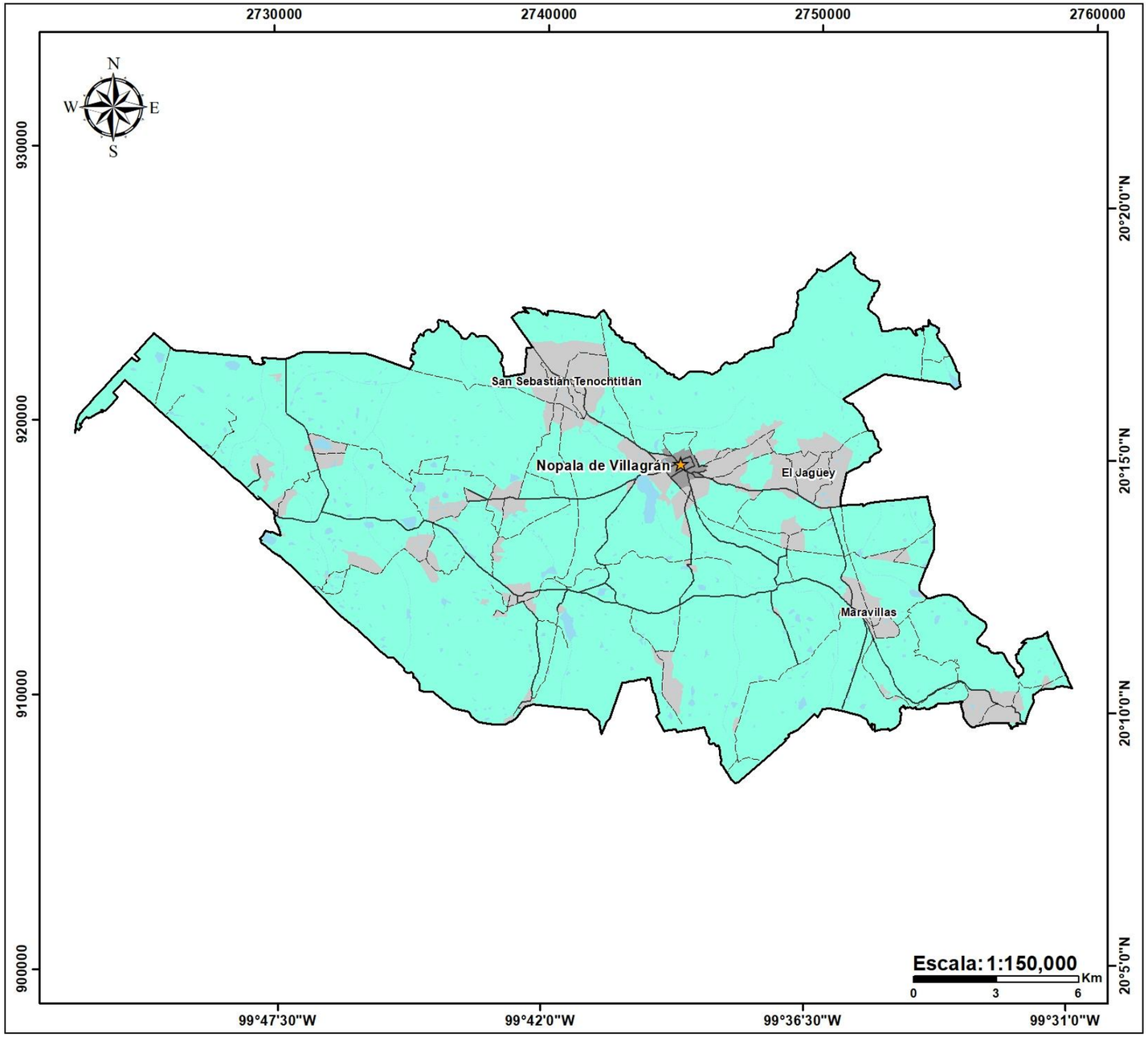
Los ciclones no representan una amenaza directa para el municipio. Sin embargo, sí pueden causar lluvias intensas al transportar humedad, lo que provoca inundaciones pluviales o fluviales, especialmente en zonas con mal drenaje, asentamientos irregulares o viviendas en áreas bajas. Incluso eventos poco probables pueden generar daños. También es importante considerar otros fenómenos frecuentes en la región, como tormentas locales, granizadas y lluvias convectivas.

Según los indicadores de CENAPRED (2022), el municipio tiene un riesgo muy bajo por ciclones tropicales. Esto se debe a su ubicación en Hidalgo, lejos de la costa, a la baja frecuencia histórica de ciclones y a que la población tiene cierta capacidad de adaptación.

Nivel de riesgo	Descripción	Exposición	Vulnerabilidad	Ejemplo
Muy alto	Alta probabilidad de daños graves por ciclones.	Gran concentración de población, infraestructura crítica y cultivos.	Baja resistencia de construcciones, poca preparación y alerta.	Ciudad costera con edificios susceptibles y vulnerables.
Alto	Riesgo significativo de daños.	Población media-alta, algunas infraestructuras y servicios expuestos.	Moderada resistencia de edificación y cierta preparación.	Municipio cercano a la costa, infraestructura parcialmente resistente.
Medio	Riesgo moderado de daños.	Población y bienes parcialmente expuestos.	Vulnerabilidad de baja-media.	Zonas interiores con remanentes de ciclones, infraestructura resistente.
Bajo	Riesgo limitado.	Poca población y bienes expuestos.	Vulnerabilidad baja.	Municipios alejados de la costa, con buena preparación.
Muy bajo	Riesgo mínimo.	Población y bienes casi no expuestos.	Vulnerabilidad mínima.	Municipios del centro del país, sin historial de afectación por ciclones.

Nivel de riesgo, (CENAPRED, 2023).

Mapa de riesgo por ciclones tropicales



Simbología

Riesgo
- Muy alto
- Alto
- Medio
- Bajo
- Muy bajo

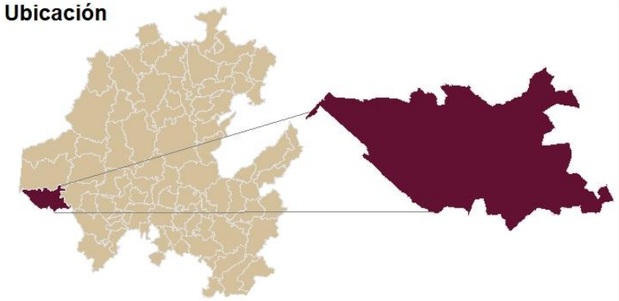
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide	GRS80
Proyección	ITRF08 LCC
Gradícula	Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal	Mexicano época 2010.0
Zona UTM	14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

RpCT - Riesgo por ciclones tropicales

Ondas gélidas

Peligro por ondas gélidas

Las variaciones extremas de temperatura también pueden manifestarse en forma de ondas gélidas, especialmente en regiones con altitudes elevadas, climas templados o influencia de sistemas frontales provenientes de latitudes altas. Factores como la fisiografía, la cobertura vegetal, la continentalidad y la circulación atmosférica contribuyen a que ciertas zonas sean más vulnerables a descensos abruptos de temperatura, lo que puede generar impactos significativos en la salud, la economía y el entorno natural.

Una onda gélida o también conocida como ola de frío se refiere a un evento meteorológico caracterizado por una disminución sostenida y anormal de las temperaturas por debajo de los valores promedio regionales, durante al menos tres días consecutivos. (CENAPRED, 2021) Este fenómeno puede provocar heladas, afectaciones en cultivos, daños en infraestructura, incremento de enfermedades respiratorias y riesgos para grupos vulnerables como adultos mayores, niños y personas en situación de calle.

La institución de CENAPRED menciona que el peligro asociado a las ondas gélidas ha sido clasificado como bajo, resultado de una combinación de factores climáticas que, aunque no extremos, sí representan una amenaza significativa para la población y su entorno.

Este nivel de peligro se explica principalmente por diversos elementos que influyen en el impacto de estos eventos, los cuales se describen a continuación:

- **Intensidad térmica:** durante las heladas, las temperaturas pueden descender por debajo de las temperaturas que puedan resistir el cuerpo humano, especialmente en zonas rurales, lo que favorece la aparición de enfermedades respiratorias como la hipotermia en personas vulnerables como adultos mayores, niños y personas con enfermedades crónicas.

- **Duración de las heladas:** dependiendo del mes, las bajas temperaturas pueden extenderse por varios días consecutivos lo que puede afectar a cultivos, ganado y servicios básicos como el suministro de agua o gas.

- **Interacción con otros fenómenos:** la presencia de humedad ambiental, lloviznas, neblina o vientos intensos durante una onda gélida puede intensificar la sensación térmica de frío. En algunos casos, estas combinaciones puedes derivar en eventos de tormenta invernal y aumento del riesgo de accidentes.

Riesgo por ondas gélidas

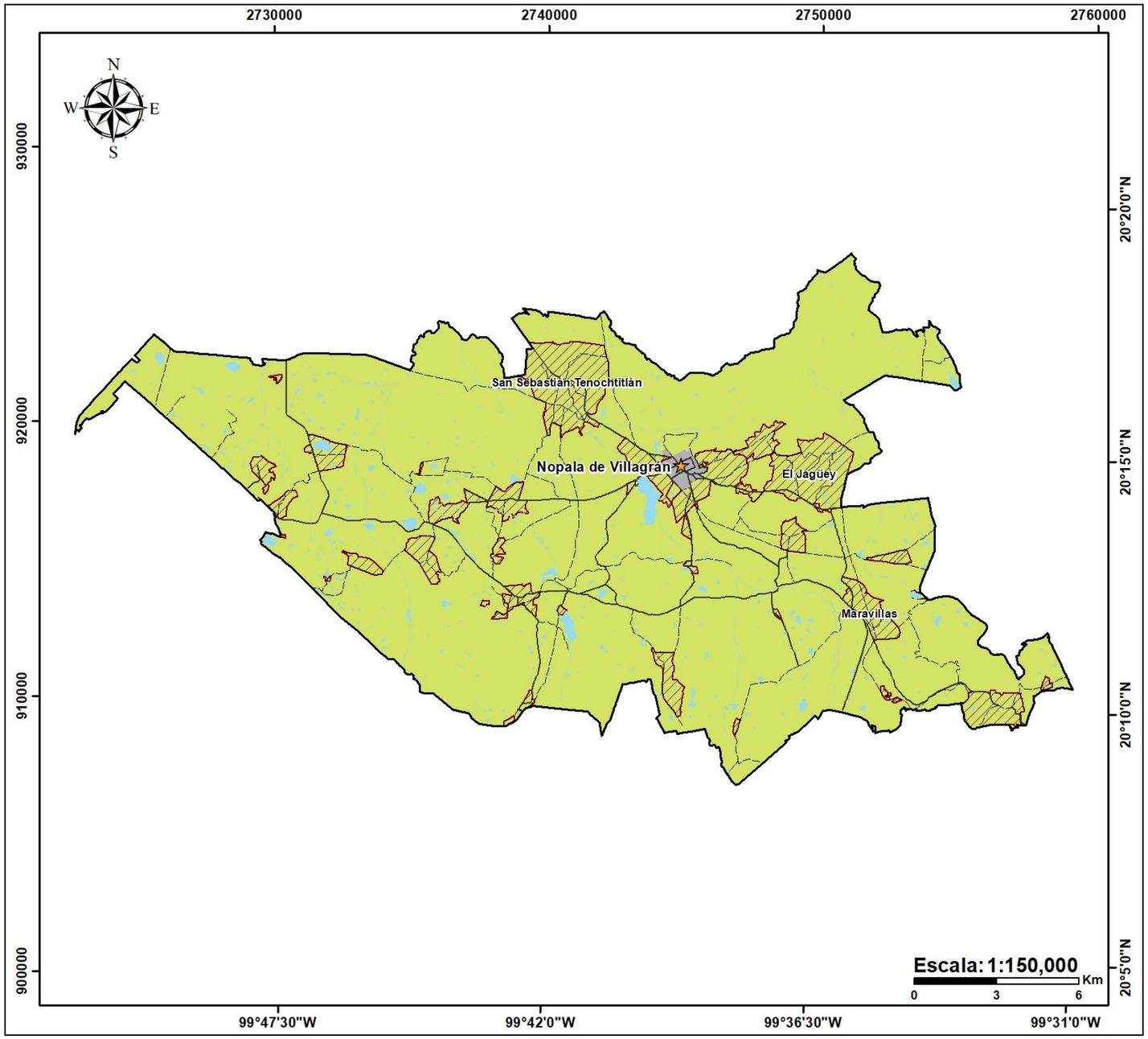
En el contexto del municipio, según la CENAPRED menciona que el riesgo asociado a las ondas gélidas ha sido clasificado como bajo, debido a la interacción entre las condiciones climáticas persistentes y las características socioeconómicas de la población. Aunque el fenómeno no alcanza niveles extremos de peligrosidad, su impacto potencial se ve amplificado por diversos factores que limitan la capacidad de adaptación y respuesta de la comunidad de los cuales los principales son los siguientes:

- **Condiciones de vivienda:** la mayoría de las viviendas del municipio presentan deficiencias en aislamiento térmico, techos de materiales ligeros o ausencia de sistemas de calefacción, lo que incrementa la exposición directa al frío extremo, especialmente durante las noches más intensas del invierno.

- **Acceso limitado a servicios de salud y asistencia:** en algunas comunidades del municipio, especialmente las más alejadas, el acceso a servicios médicos, albergues temporales o programas de apoyo gubernamental puede ser limitado, lo que reduce la capacidad de respuesta ante emergencias por frío extremo.

Afectaciones de ondas gélidas (Silva Armas, 2024).

Mapa de peligro por ondas gélidas



Simbología

Peligro
- Muy alto
- Alto
- Medio
- Bajo
- Mmuy bajo

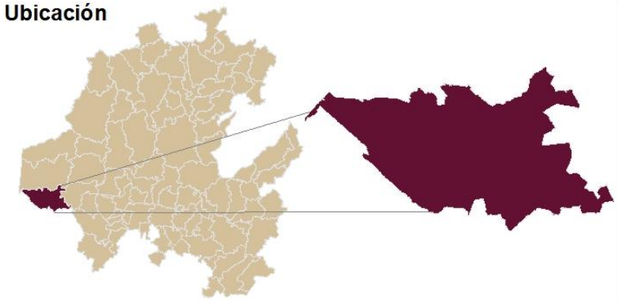
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

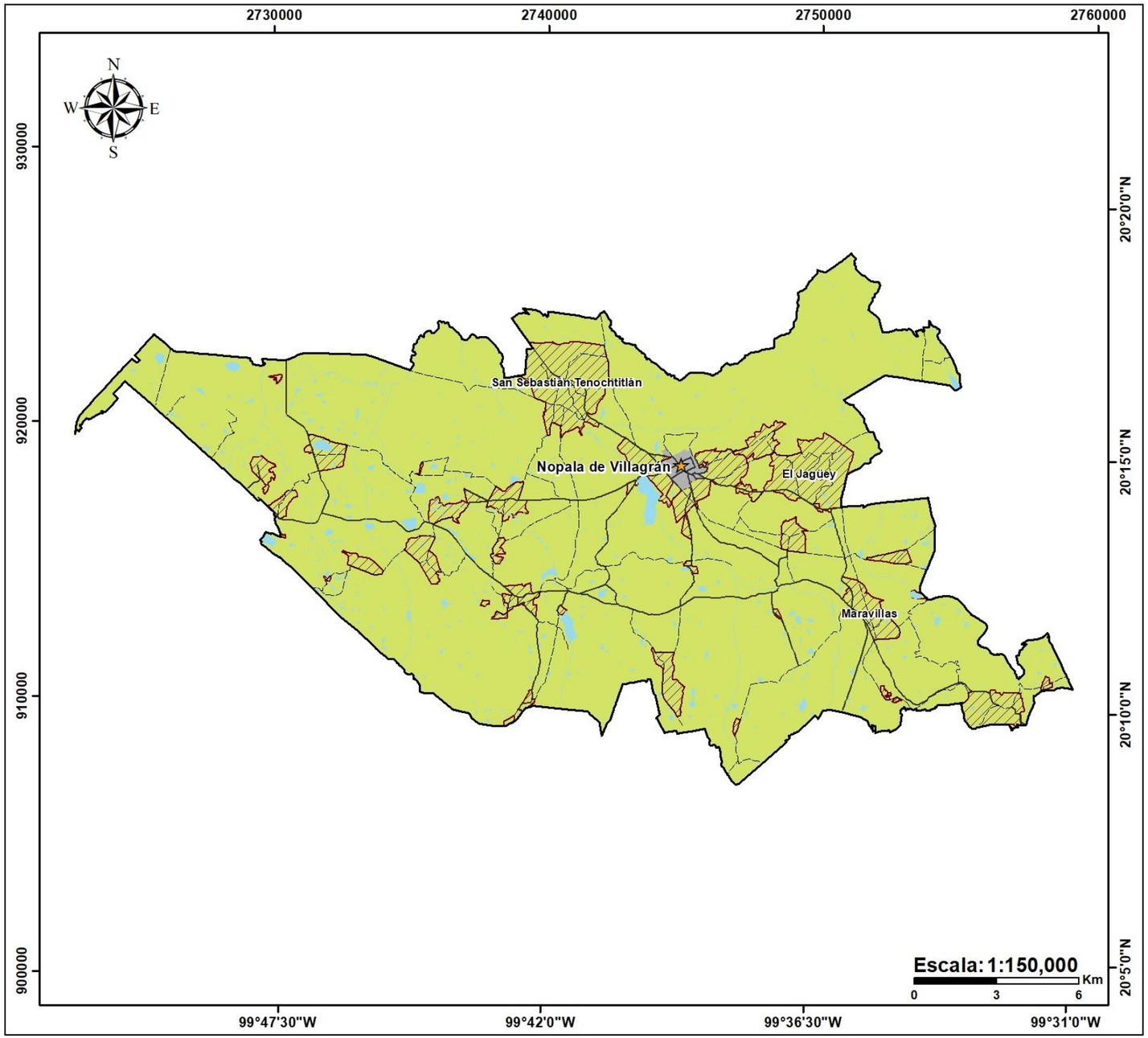
Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

PpOG - Peligro por ondas gélidas

Mapa de riesgo por ondas gélidas



Simbología

Riesgo
- Muy alto
- Alto
- Medio
- Bajo
- Muy bajo

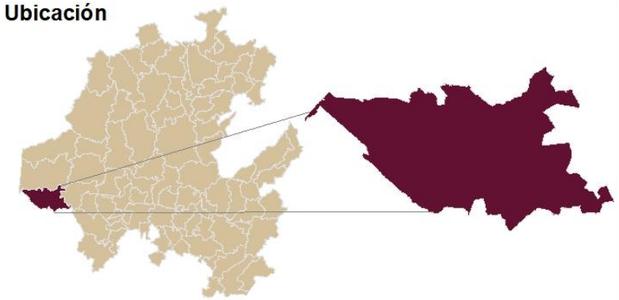
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide	GRS80
Proyección	ITRF08 LCC
Gradícula	Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal	Mexicano época 2010.0
Zona UTM	14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

RpOG - Riesgo por ondas gélidas

Ondas cálidas

Peligro por ondas cálidas

Las variaciones de temperatura pueden manifestarse de manera significativa entre regiones, influenciadas por factores fisiográficos, geomorfológicos y climáticos. Elementos como la altitud, la cobertura vegetal, el grado de urbanización y la circulación atmosférica determinan la susceptibilidad de un territorio a eventos térmicos extremos. En este contexto, las ondas cálidas, definidas como un aumento sostenido y anómalo de la temperatura durante un periodo generalmente mayor a tres días consecutivos, superando los umbrales térmicos promedio (Cueto y García, 2024), constituyen un fenómeno meteorológico de especial relevancia. Su intensidad puede incrementarse por condiciones locales como el efecto de isla de calor urbano, donde superficies como el asfalto y el concreto absorben y retienen el calor, elevando la temperatura ambiental. Este fenómeno puede generar impactos importantes en la salud humana, la agricultura, el suministro de agua, la infraestructura y el medio ambiente, especialmente cuando coincide con condiciones de sequía o baja humedad relativa.

Si bien su ocurrencia es más frecuente durante la primavera y el verano, las ondas cálidas pueden presentarse en otras estaciones del año, dependiendo de la dinámica atmosférica. Su intensidad y duración varían, pero en todos los casos representan un riesgo particular para grupos vulnerables, como adultos mayores, niños, personas con enfermedades crónicas y trabajadores expuestos al sol. Por ello, resulta fundamental que los municipios cuenten con sistemas de monitoreo, alertamiento temprano y estrategias de prevención que permitan mitigar sus efectos.

En el estado de Hidalgo, las condiciones geográficas y climáticas como la altimetría variable, la cobertura vegetal y un clima predominantemente seco o templado subhúmedo favorecen la presencia de ondas cálidas, especialmente durante los meses de mayor radiación solar. Estos factores pueden propiciar la acumulación de calor y la ocurrencia de temperaturas elevadas que superan los promedios históricos durante varios días consecutivos. Sin embargo, al analizar el caso específico del municipio, se observa que el nivel de peligro por ondas cálidas es clasificado como medio. Esto significa que, aunque el fenómeno puede presentarse, su frecuencia, intensidad y duración son limitadas. La variación térmica registrada históricamente en el municipio ha cambiado a lo largo de los años y poco variable, lo que indica que los eventos de calor extremo han llegado a mostrar un comportamiento significativo en cuanto a incremento o persistencia.

Vulnerabilidad por ondas cálidas

El municipio presenta una vulnerabilidad muy baja ante el fenómeno de ondas cálidas, de acuerdo con la clasificación de CENAPRED. Esta categoría se sustenta en diversos factores que, en conjunto, reducen la probabilidad de que la población sufra impactos severos durante eventos de calor extremo.

Entre los elementos que contribuyen a esta baja vulnerabilidad destacan:

- **Condiciones infraestructurales adecuadas:** con presencia de viviendas construidas con materiales que ofrecen cierto aislamiento térmico, acceso a servicios básicos como agua potable y electricidad, y disponibilidad de atención médica en la cabecera municipal.
- **Distribución demográfica estable:** sin grandes concentraciones de población en zonas de riesgo, lo que permite una mejor gestión comunitaria ante eventos climáticos.
- **Infraestructura básica funcional:** facilita la implementación de medidas preventivas y la atención oportuna en caso de emergencia.

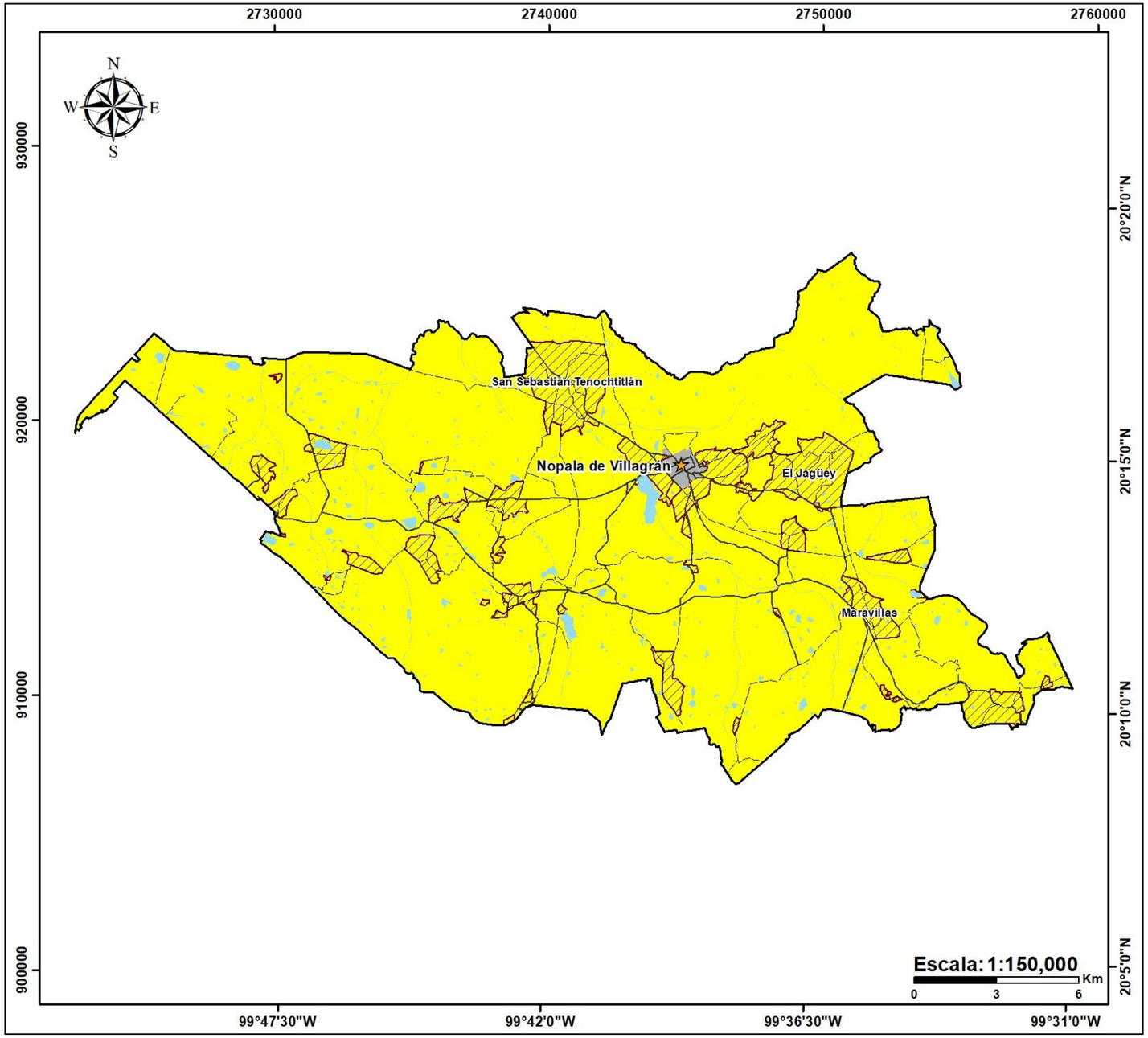
No obstante, es importante señalar que una parte significativa de la población se dedica a actividades agrícolas, lo que implica una exposición directa y prolongada al sol durante las jornadas laborales lo que representa un factor de vulnerabilidad específico.

Riesgo por ondas cálidas

El riesgo asociado a las ondas cálidas no depende únicamente de su ocurrencia, sino de cómo interactúan con las condiciones sociales, económicas y ambientales del territorio. En este caso, el entorno presenta características que atenúan significativamente los efectos adversos de las altas temperaturas.

La combinación de un peligro medio y una vulnerabilidad muy baja da como resultado un escenario de riesgo muy bajo. Esto significa que, aunque el fenómeno puede presentarse, las probabilidades de que cause afectaciones severas a la salud, la infraestructura o las actividades económicas son limitadas. Aun así, es recomendable mantener medidas preventivas básicas, especialmente dirigidas a los sectores más expuestos, como trabajadores del campo y personas en condiciones de salud sensibles.

Mapa de peligro por ondas cálidas



Simbología

Peligro
- Muy alto
- Alto
- Medio
- Bajo
- Muy bajo

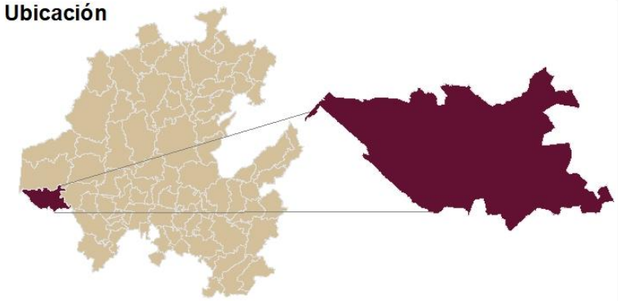
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

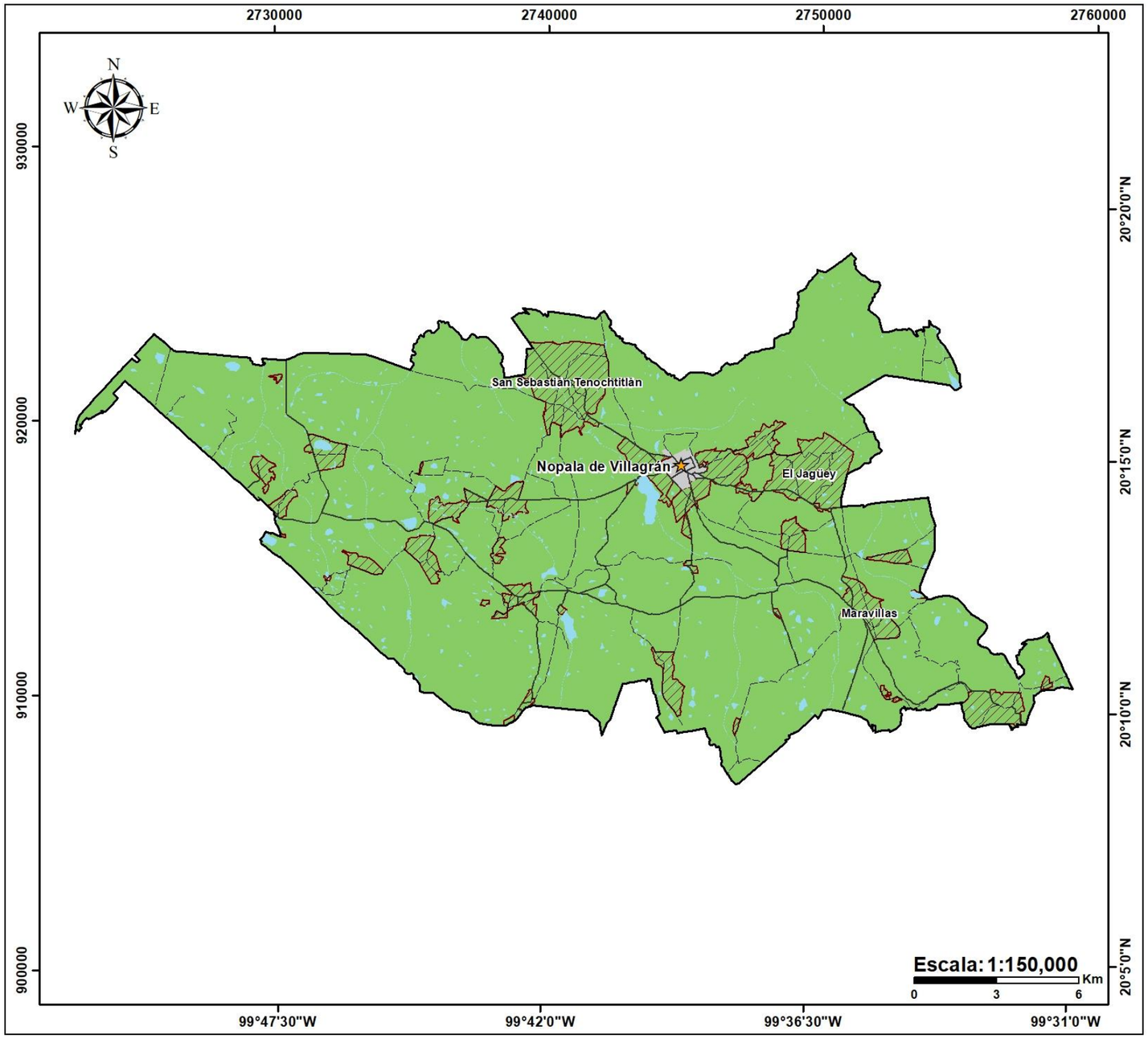
Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

PpOC - Peligro por ondas cálidas

Mapa de vulnerabilidad por ondas cálidas



Simbología

Vulnerabilidad
- Muy alto
- Alto
- Medio
- Bajo
- Muy bajo

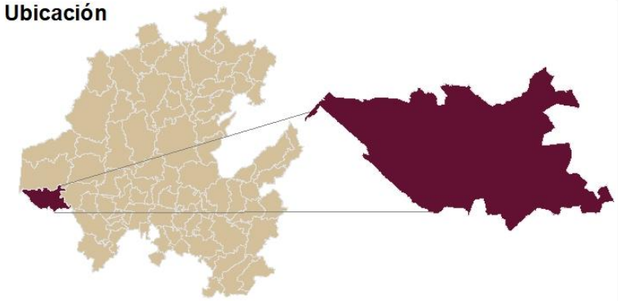
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

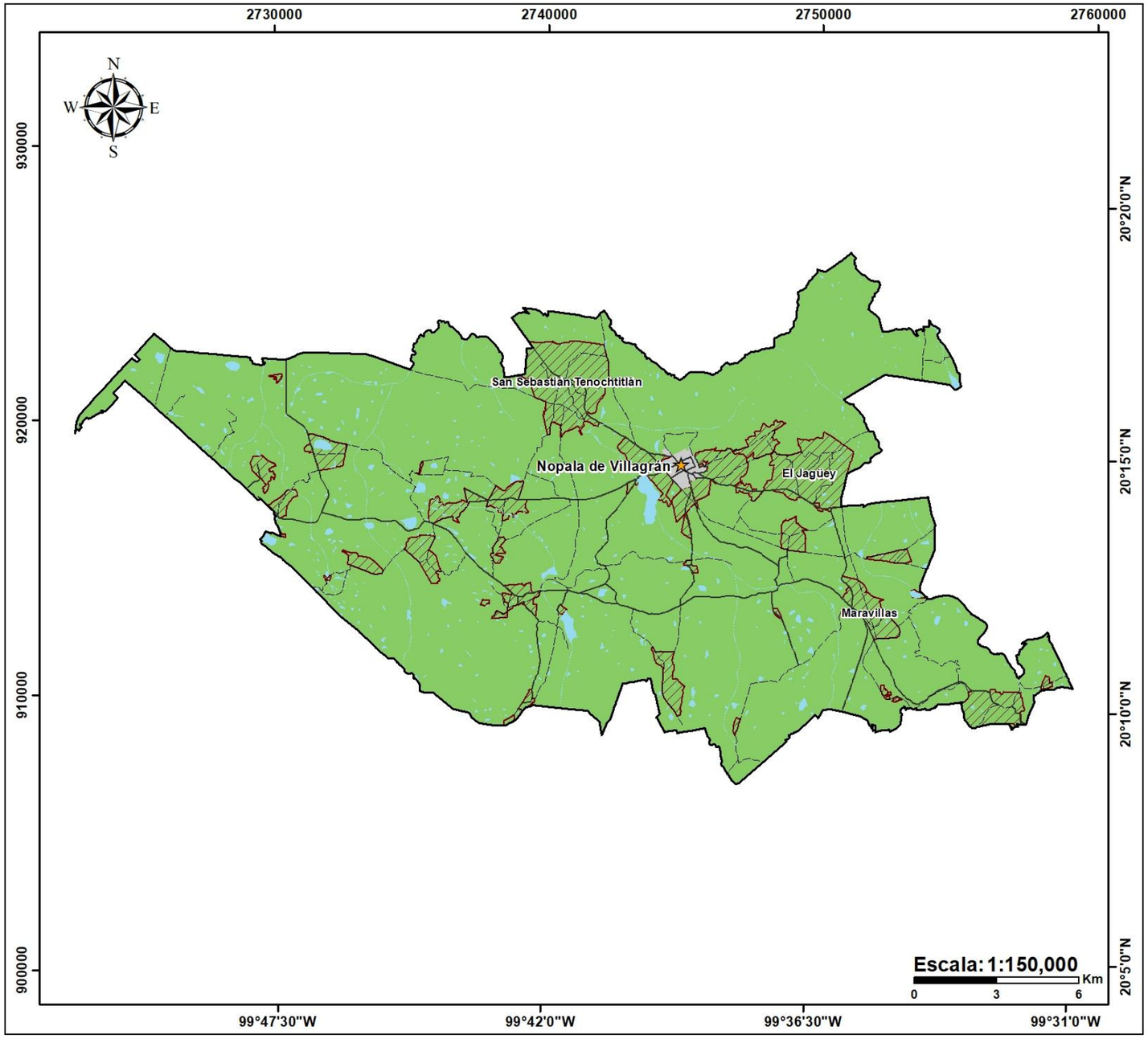
Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

VpOC - Vulnerabilidad por ondas cálidas

Mapa de riesgo por ondas cálidas



Simbología

Riesgo
- Muy alto
- Alto
- Medio
- Bajo
- Muy bajo

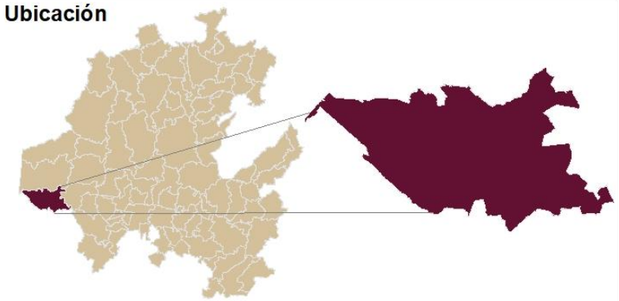
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

RpOC - Riesgo por ondas cálidas

Sequías

Peligro por sequía

La sequía es una reducción prolongada de la precipitación respecto a los valores normales lo que afecta la disponibilidad de agua y diversos sectores productivos (García Jiménez, Fuentes Mariles & Matías Ramírez, 2002).

El peligro por sequía se entiende como la probabilidad de que este déficit hídrico prolongado genere impactos en actividades como la agricultura, el abastecimiento de agua y el ambiente, según la frecuencia, duración y severidad de los periodos secos en la región. Para la clasificación del peligro asociado a sequía se emplean cinco categorías: muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo. De acuerdo con esta tipología, el territorio municipal presenta un peligro medio. Esto implica que, si bien las sequías extremas no son frecuentes, existe una probabilidad significativa de que periodos prolongados de déficit de precipitación ocasionen afectaciones relevantes en el abastecimiento de agua, las actividades agropecuarias y la funcionalidad de los ecosistemas locales.

El reconocimiento de este nivel de peligro resulta esencial para orientar la formulación e implementación de acciones de reducción del riesgo, entre ellas:

- Fomentar el uso eficiente, racional y sostenible del agua en todos los sectores.
- Implementar prácticas agrícolas adaptativas y resilientes ante la variabilidad y el cambio climático.
- Desarrollar y fortalecer planes de gestión integral del agua y de gestión del riesgo de desastres.

Vulnerabilidad por sequía

Se refiere al grado en que un territorio puede verse afectado por una reducción prolongada de agua disponible. Describe su sensibilidad y capacidad de respuesta ante la falta de lluvias, considerando la disponibilidad de fuentes de agua, la eficiencia en su uso, la dependencia de actividades de alto consumo y la capacidad local para enfrentar periodos secos. A mayores limitaciones, mayor vulnerabilidad. En el caso de la vulnerabilidad por sequía en el municipio, se consideran cinco niveles de análisis: muy baja, baja, media, alta y muy alta. Sin embargo, la evaluación realizada indica que la totalidad del territorio se ubica en el nivel de vulnerabilidad muy alta, lo que evidencia una condición generalizada de fragilidad ante periodos prolongados de déficit hídrico.

Esta situación se explica por la convergencia de diversos factores estructurales y territoriales, entre los cuales destacan:

- Condiciones socioeconómicas desfavorables, reflejadas en el grado de marginación medio reportado por CONAPO (2020).
- Alta incidencia de pobreza, dado que el 41.145 % de la población se encuentra en situación de pobreza según datos de CONEVAL (2020).
- Fuerte dependencia de actividades agropecuarias, particularmente sensibles a la reducción de la precipitación y a la degradación de los recursos hídricos y del suelo.

La combinación de estos elementos genera un contexto territorial caracterizado por baja capacidad adaptativa, alta exposición y elevada sensibilidad ante la disminución en la disponibilidad de agua.

Riesgo por sequía

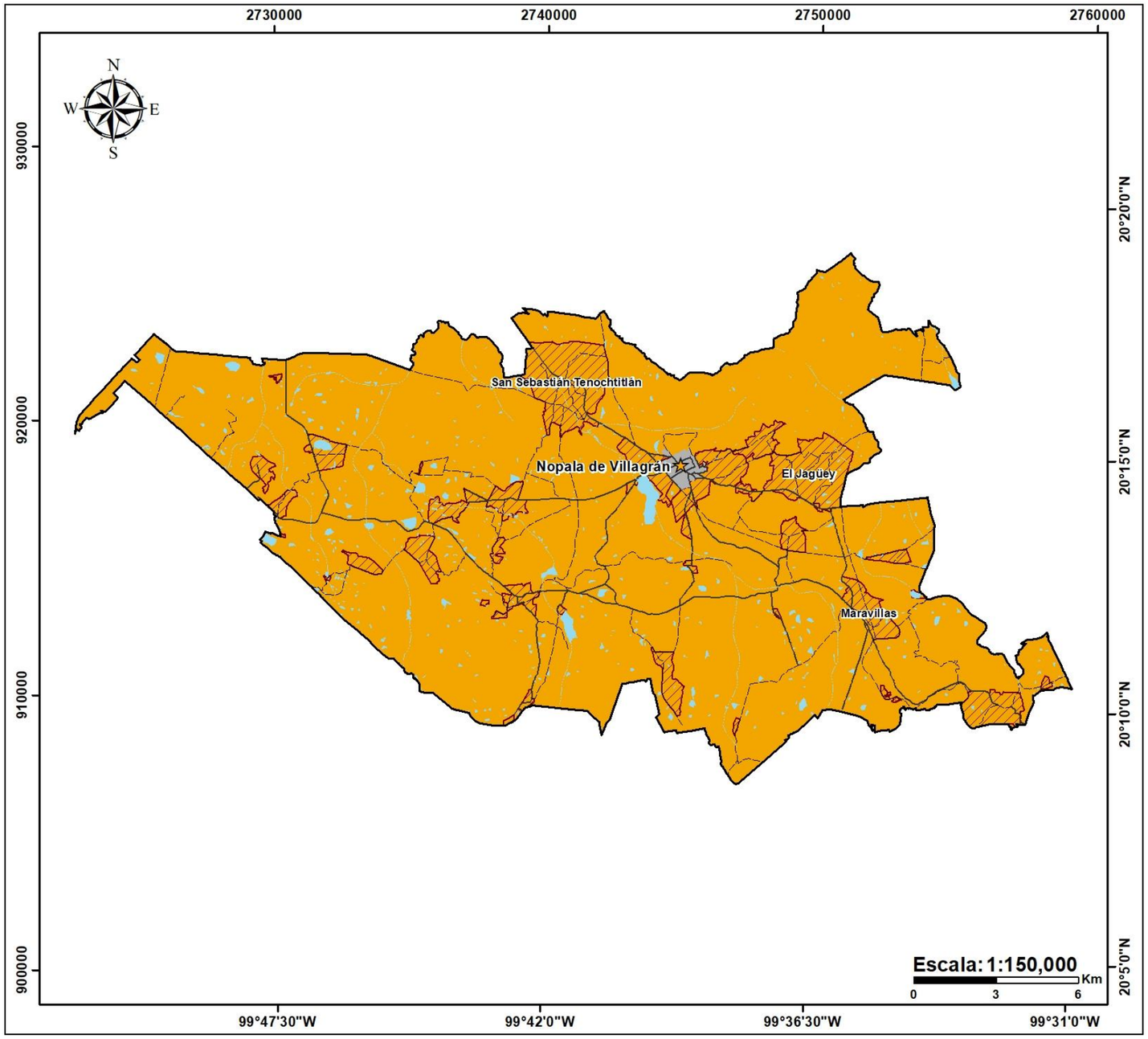
Se entiende como la posibilidad de que la ocurrencia de condiciones secas extremas provoque daños o pérdidas en la población, los ecosistemas, la infraestructura y los sectores productivos, dependiendo tanto de la severidad y frecuencia de la sequía como de la capacidad local para prepararse, enfrentarla y recuperarse. En el caso de la sequía en el municipio, dicho riesgo surge de la combinación entre la intensidad, duración y recurrencia del déficit hídrico, junto con las características propias del territorio.

Para su análisis, se establecieron cinco categorías de clasificación: muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo. El estudio espacial revela que la totalidad del territorio se encuentra en la categoría de riesgo alto, lo que evidencia una condición estructural de exposición y fragilidad frente a este fenómeno.

Este riesgo elevado se origina por la interacción simultánea de diversos factores críticos. El municipio presenta una marcada variabilidad interanual de la precipitación y periodos prolongados de estiaje, con reducciones significativas de lluvia durante varios meses consecutivos. A ello se suma la limitada disponibilidad de fuentes de agua superficial, lo que incrementa la presión sobre los acuíferos y restringe las alternativas de abastecimiento para la población y las actividades productivas.

En este contexto, el municipio enfrenta la necesidad urgente de fortalecer sus capacidades de prevención y respuesta ante escenarios de sequía cada vez más intensos y recurrentes.

Mapa de peligro por sequía



Simbología

Peligro
- Muy alto
- Alto
- Medio
- Bajo
- Muy bajo

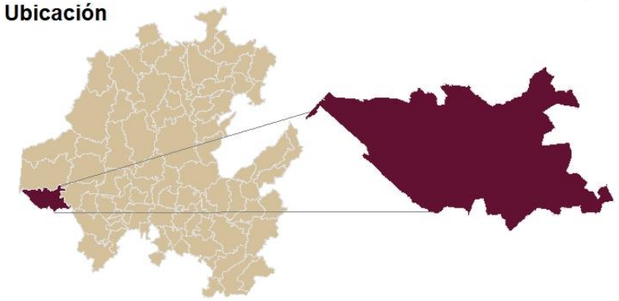
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

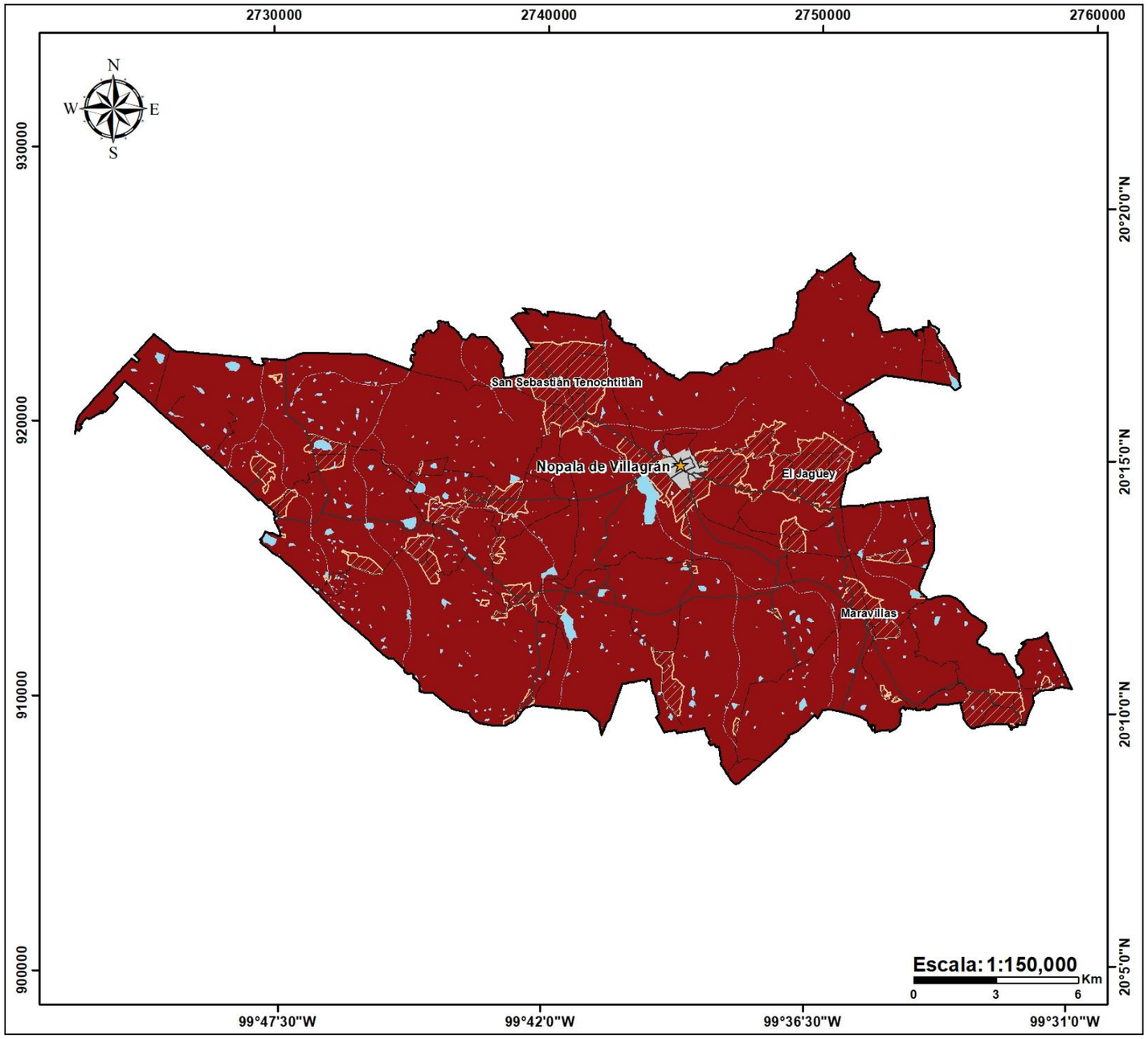
Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

PpS - Peligro por sequía

Mapa de vulnerabilidad por sequía



Simbología

Vulnerabilidad
- Muy alto
- Alto
- Medio
- Bajo
- Muy bajo

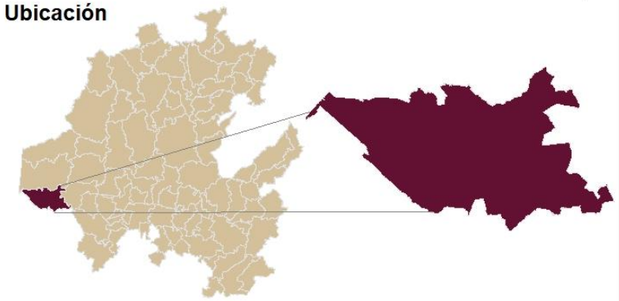
Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

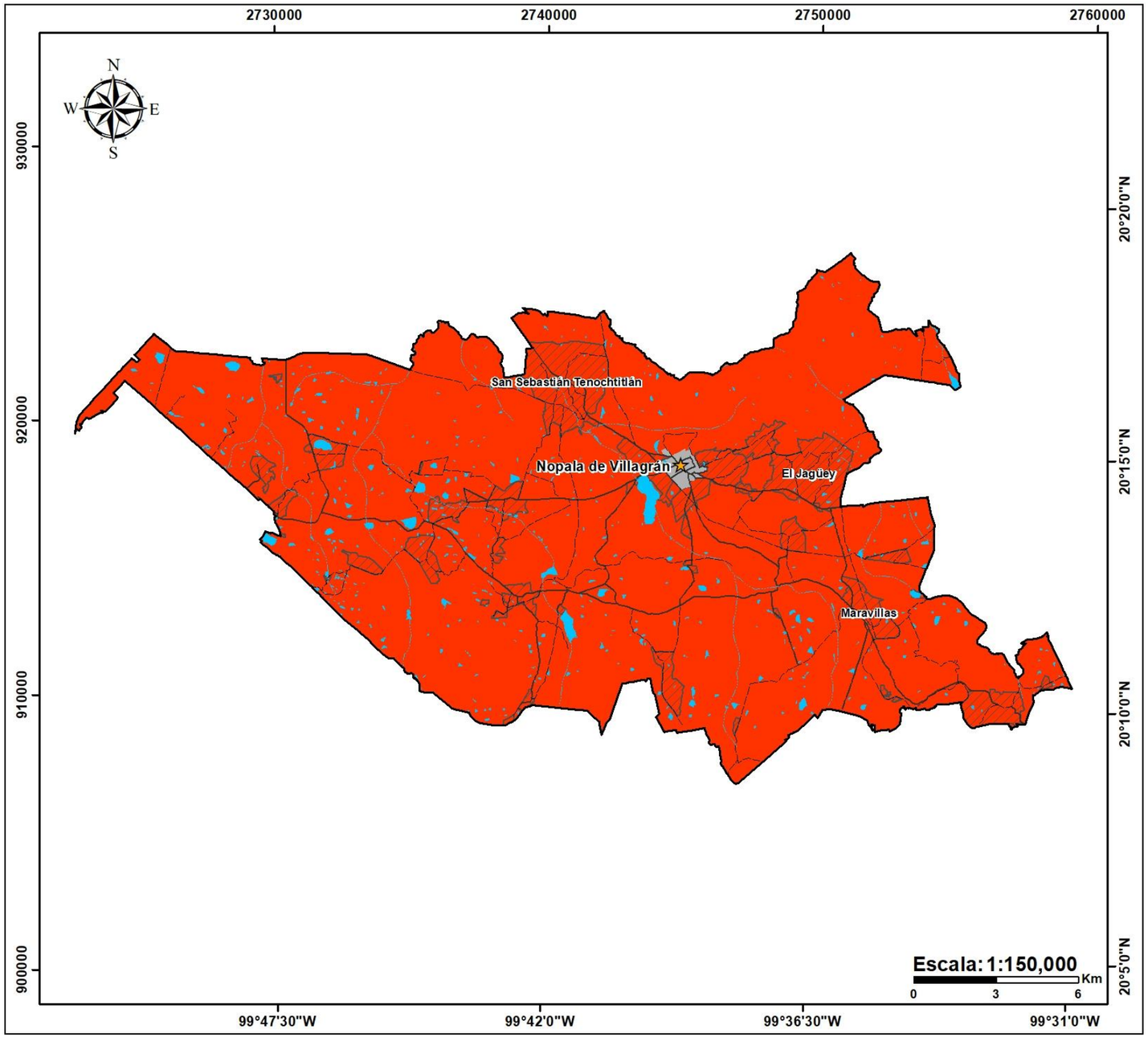
Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

VpS - Vulnerabilidad por sequía

Mapa de riesgo por sequía



Simbología

Riesgo
- Muy alto
- Alto
- Medio
- Bajo
- Muy bajo

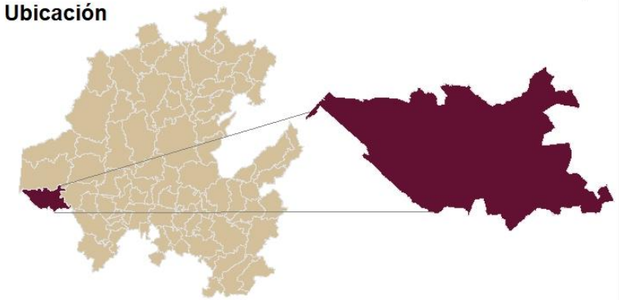
Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

RpS - Riesgo por sequía

Inundaciones

Peligro por inundación

Una inundación es un evento que ocurre como consecuencia de precipitaciones extremas como lluvias intensas, nieve o granizo, oleaje elevado, mareas de tormenta o la falla de alguna estructura hidráulica. Estas condiciones provocan un incremento en el nivel de la superficie del agua de los ríos o del mar, lo que genera la invasión o penetración de agua en zonas donde normalmente no se presenta (Coordinación General de Protección Civil, 2009).

El peligro de inundación es un fenómeno que, aunque no siempre ocurra, puede generar graves consecuencias para las personas, la economía y el medio ambiente. Diversos estudios y organismos internacionales coinciden en que las inundaciones son uno de los desastres más frecuentes y dañinos en todo el mundo, afectando tanto áreas urbanas como rurales. Además, su frecuencia e intensidad tienden a aumentar debido a factores como el cambio climático y los cambios en el uso del suelo.

El nivel de peligro del municipio se determinó con base a información analizada por la Subdirección de Riesgos por Inundación a partir de información de la CONAGUA. y analizada por CENAPRED, donde se clasifica el peligro en cinco niveles y considera factores topográficos, climatológicos, de uso y tipo de suelo, así como el porcentaje de superficie susceptible de inundación, evaluado nacional y generalizado a nivel municipal. El análisis se complementa con el umbral de precipitación acumulada a 12 horas, definido por la CONAGUA, el cual representa el valor crítico de lluvia a partir del cual se incrementa la probabilidad de inundaciones y permite la implementación de acciones preventivas. No obstante, lluvias continuas durante varios días pueden generar inundaciones aun sin superar dicho umbral (CENAPRED, 2021).

De acuerdo con esta metodología el municipio presenta un nivel de peligro medio, debido a que su territorio se encuentra a altitudes que oscilan entre 2,100 y 3,100 metros sobre el nivel del mar (INEGI, 2010) lo que indica un relieve generalmente elevado; sin embargo, la presencia de pendientes moderadas y la predominancia de lomeríos que ocupan el 82.40% del municipio, facilita la acumulación de agua en depresiones y áreas planas durante períodos de precipitación intensa. Además, la proximidad a cauces y ríos incrementa la probabilidad de desbordamientos, mientras que la infraestructura urbana y rural podría no ser completamente eficiente para la evacuación de grandes volúmenes de agua pluvial.

Vulnerabilidad por inundación

La vulnerabilidad ante inundaciones se entiende como el grado de susceptibilidad de un sistema (ya sea una comunidad, infraestructura o entorno natural) a experimentar daños frente a este fenómeno, en función tanto de su exposición como de la magnitud de la perturbación generada, y en estrecha relación con su capacidad para enfrentar, recuperarse o adaptarse a sus efectos; esta vulnerabilidad no solo antecede a los desastres, sino que también condiciona su gravedad, la efectividad de la respuesta durante la emergencia y el proceso de recuperación posterior, por lo que su análisis exige un enfoque integral que considere tres dimensiones fundamentales: la vulnerabilidad física, vinculada a las condiciones materiales y estructurales; la vulnerabilidad social, asociada a las características y dinámicas de la población; y la vulnerabilidad motivacional, relacionada con las percepciones, actitudes y capacidades para actuar frente al riesgo.

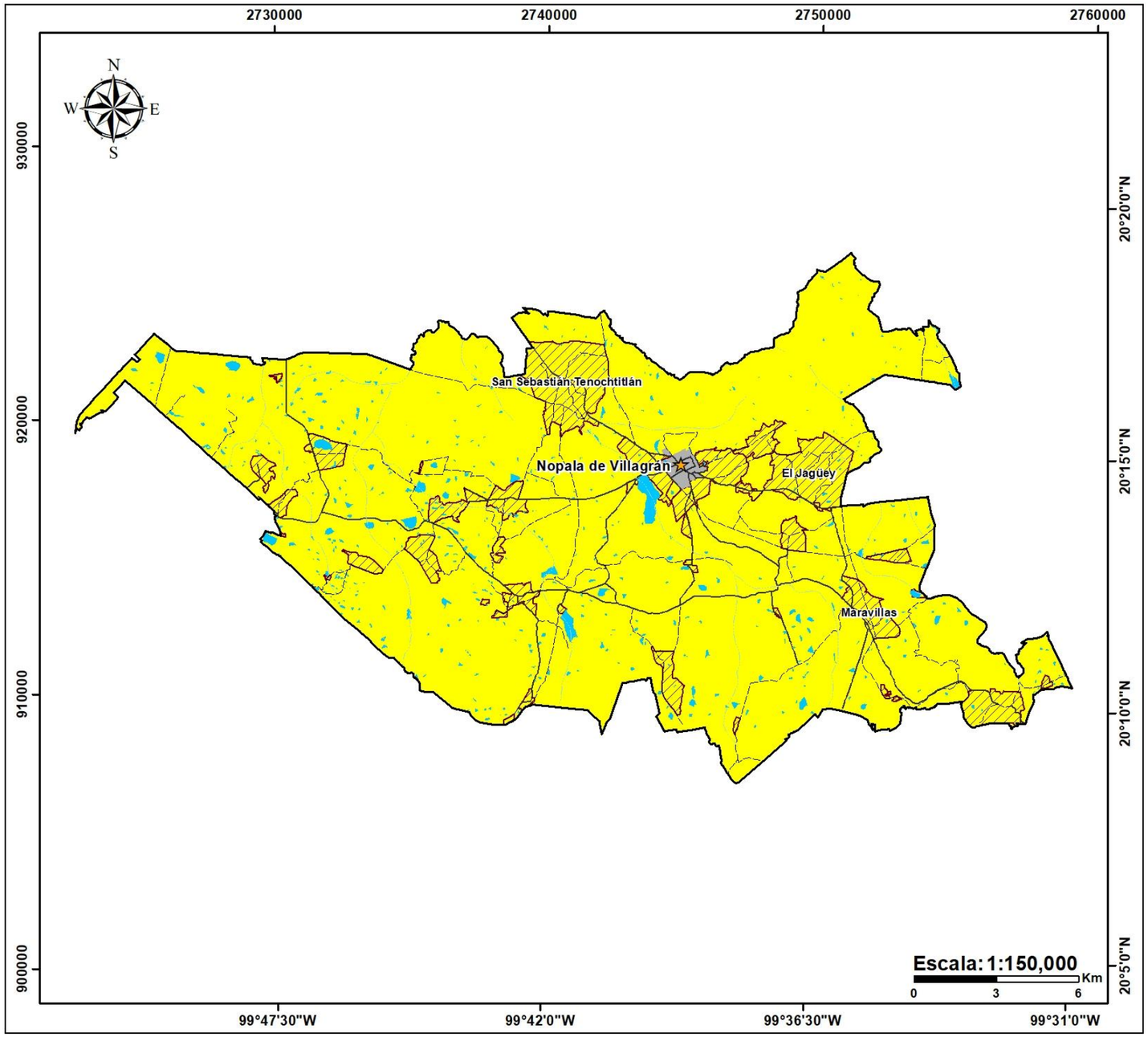
Con base en los datos previamente analizados y obtenidos por CENAPRED el municipio cuenta con una vulnerabilidad media, este valor surge a partir del índice de vulnerabilidad, el cual se construye en función de las declaratorias de emergencia y desastre por inundaciones fluviales o pluviales registradas entre los años 2000-2021, así como del número de decesos registrados por la Secretaría de Salud, ya que estos indicadores reflejan de manera directa la magnitud del impacto y la capacidad de respuesta ante estos eventos. La integración de esta información permite asignar de forma objetiva los niveles de vulnerabilidad siendo muy baja, baja, media y alta, y así representar espacialmente las zonas más susceptibles a sufrir daños (CENAPRED, 2021).

Representación municipal del peligro y la vulnerabilidad por inundación

Los mapas de peligro y vulnerabilidad por inundación se representan con un solo color en todo el territorio del municipio, ya que los valores se asignan a escala local, evaluando el área como una unidad uniforme. Esta representación expresa la condición general del municipio y no implica que el peligro o la vulnerabilidad sea igual en todas sus zonas; por ello, se complementa con el análisis del peligro por inundación fluvial mediante periodos de retorno y zonificación por inundación los cuales permiten identificar las áreas con mayor frecuencia y afectación ante este fenómeno.

No obstante, la ocurrencia de igual manera depende de múltiples factores y variables, como condiciones ambientales, geográficas o temporales, que pueden aumentar o disminuir esta incidencia.

Mapa de peligro por inundación



Simbología

Peligro
- Muy alto
- Alto
- Medio
- Bajo
- Muy bajo

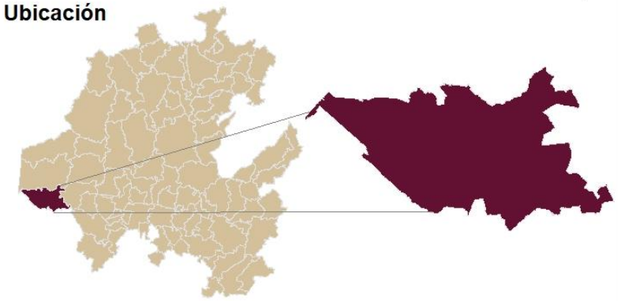
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

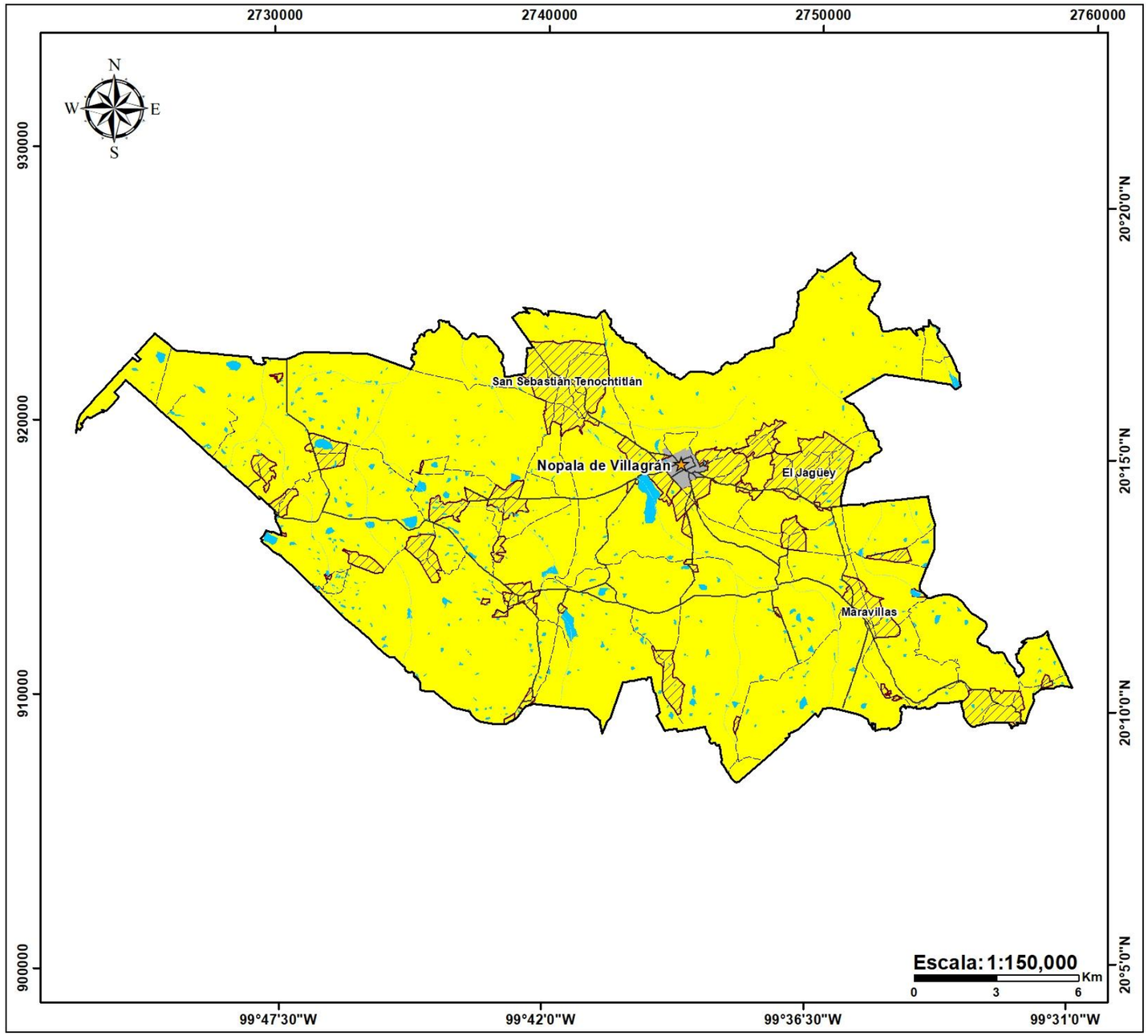
Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

Ppln - Peligro por inundación

Mapa de vulnerabilidad por inundación



Simbología

Vulnerabilidad
- Alta
- Media
- Baja
- Muy baja

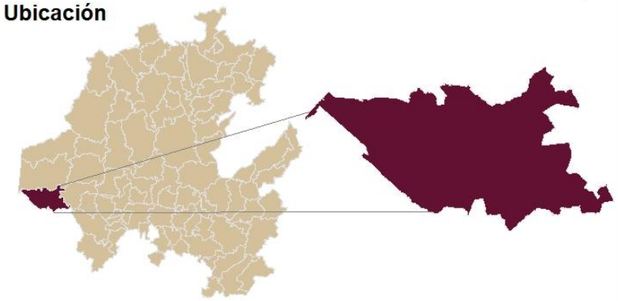
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

Vpln - Vulnerabilidad por inundación

Periodos de retorno por inundación fluvial

El período de retorno, también denominado intervalo de recurrencia, es un concepto clave en hidrología que describe la probabilidad de que se produzca un evento extremo, como una inundación, dentro de un tiempo determinado. Este período se expresa comúnmente en años y hace referencia al promedio de años que transcurren entre dos eventos de igual o mayor magnitud. Por ejemplo, si se afirma que una inundación tiene un período de retorno de 100 años, esto significa que, en promedio, hay una probabilidad de que dicho evento ocurra una vez cada 100 años. Sin embargo, esto no asegura que suceda exactamente en ese tiempo: podría ocurrir dos veces en un solo año o no ocurrir durante dos siglos. La probabilidad asociada es fundamental: un período de retorno de 100 años implica una probabilidad del 1% de que la inundación suceda en cualquier año.

Cálculo del periodo de retorno

El cálculo del período de retorno se basa en el análisis de datos históricos de eventos extremos. Se ajustan distribuciones de probabilidad a los datos obtenidos de eventos previos (como lluvias máximas o magnitudes sísmicas) para estimar la frecuencia con la que podrían ocurrir eventos similares en el futuro. Este ajuste puede realizarse utilizando diversas distribuciones estadísticas, como Gumbel o Log-Pearson. A partir de estos datos, se obtiene la frecuencia de los eventos extremos y se calcula el período de retorno con la siguiente fórmula:

$$T = \frac{n+1}{m}$$

Donde:

- T –> Periodo de retorno en años
- n –> No. total, de observaciones de los eventos
- m –> Rango del evento, que corresponde al orden de ocurrencia del evento más extremo

Importancia del Período de Retorno en el Diseño de Infraestructuras

El período de retorno es una herramienta crucial para la ingeniería hidráulica, ya que facilita el diseño de estructuras capaces de resistir eventos extraordinarios. Por ejemplo, al diseñar un puente sobre un río o un sistema de drenaje urbano, se pueden seleccionar diferentes períodos de retorno según el nivel de protección deseado. Si se busca una infraestructura que resista inundaciones más frecuentes, pero de menor intensidad, se puede optar por un período de retorno corto, como 10 o 25 años. Por otro lado, si la infraestructura debe soportar eventos extremos poco frecuentes, como grandes inundaciones, se utilizaría un período de retorno largo, como 100 o 500 años.

El período de retorno es una herramienta estadística que ayuda a predecir y gestionar el riesgo asociado a eventos extremos, como las inundaciones fluviales, lo que facilita una adecuada planificación de infraestructuras y sistemas de mitigación.

Resultados de los parámetros hidrológicos para la estimación del gasto máximo en la cuenca tributaria del área de estudio

De acuerdo con los anexos de la Guía de Contenido Mínimo para el Atlas de Riesgos, y utilizando las metodologías correspondientes al anexo 10.

El criterio utilizado para seleccionar los cauces a estudiar fue su proximidad a áreas habitadas, lo que permitió obtener los valores correspondientes al caudal máximo posible para cada período de retorno.

El municipio, no cuenta con ríos permanentes de gran importancia. La zona urbana del municipio se encuentra dentro de un ramal de la red de drenaje que alimenta a la presa Doxixho. De igual manera, la presa constituye un elemento relevante en la dinámica hídrica local. Ambos cuerpos de agua permiten identificar un punto de fuga crítico en la periferia de la zona urbana, el cual servirá como referencia para el análisis de interacción entre el flujo hídrico y el entorno urbano; dando así un estimado que la que la cuenca tributaria de la zona centro tiene una extensión de 5.4 km², con un cauce principal de 5994.41 metros de longitud y una pendiente de 0.046 u.

Periodo de retorno	Gasto Pico (m^3/s)
2	6
5	8
10	9
20	12
50	14
100	14
250	15
500	17

Valores del gasto pico mediante el método racional Zona Centro

Debido al tipo de suelo y con base en la tabla de valores de escurrimiento de Aparicio. (1987), se condiciona el área de estudio con un coeficiente de escurrimiento de 0.13. A partir de estos parámetros, se calcula el tiempo de concentración de la cuenca en 0.86 horas.

Con esta información, se diseña la intensidad de precipitación para 1 hora y 24 horas, tomando como referencia las isoyetas de la UNAM, con el objetivo de estimar la intensidad de lluvia de acuerdo con su período de retorno.

Intensidad de Precipitación			
T_R	Precipitación *(mm/hrs)*		
	hp 1	hp 24	hptc
2	30	46	29.67
5	40	60	39.58
10	49	75	48.46
20	60	92	59.33
50	70	100	69.38
100	75	110	74.27
250	80	130	78.96
500	90	150	88.75

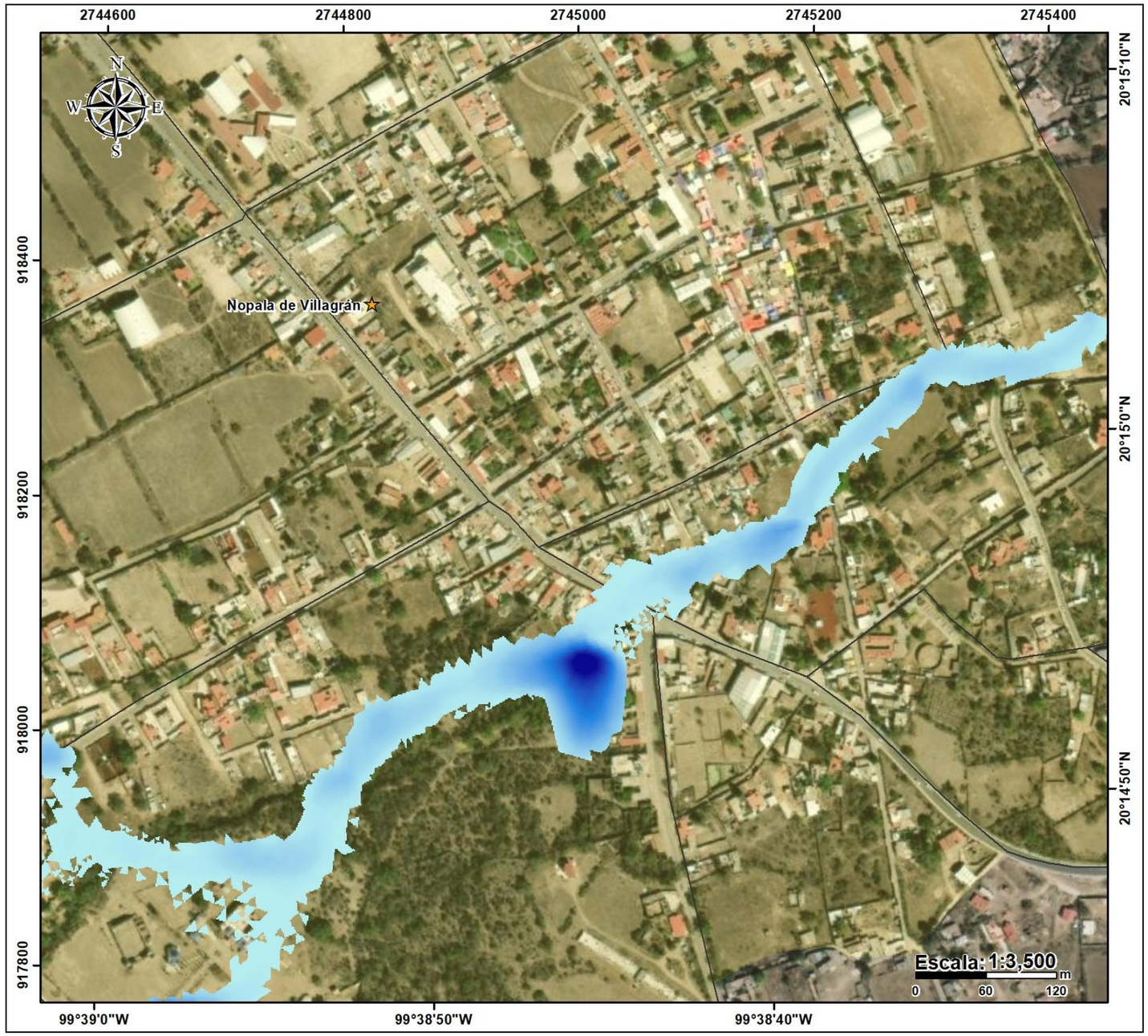
Valores de Intensidad PCPN en base a las ISOYETAS del Instituto de Ingeniería de la UNAM

Presa Doxixho. Elaboración propia, 2025.

Intensidad PCPN	
T_R	Intensidad (mm/hrs)
2	34.55
5	46.10
10	56.44
20	69.10
50	80.80
100	86.50
250	91.96
500	103.37

Valores de PCPN para su periodo de incidencia en función del tiempo.

Mapa de inundacion fluvial con periodo de retorno de dos años



Simbología

Calado (m)

1.67 m

0.01 m

Límites políticos

- Cabecera municipal
- Límite municipal

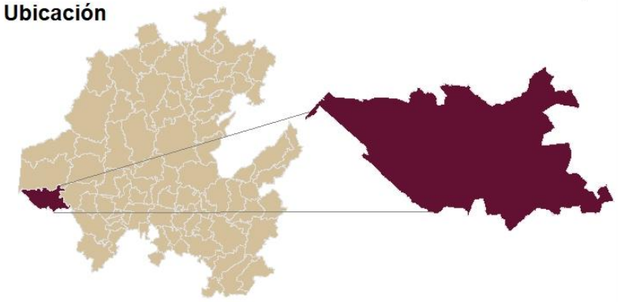
Localidades

- Rural
- Urbana

Vías de comunicación

- Carretera
- Camino

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

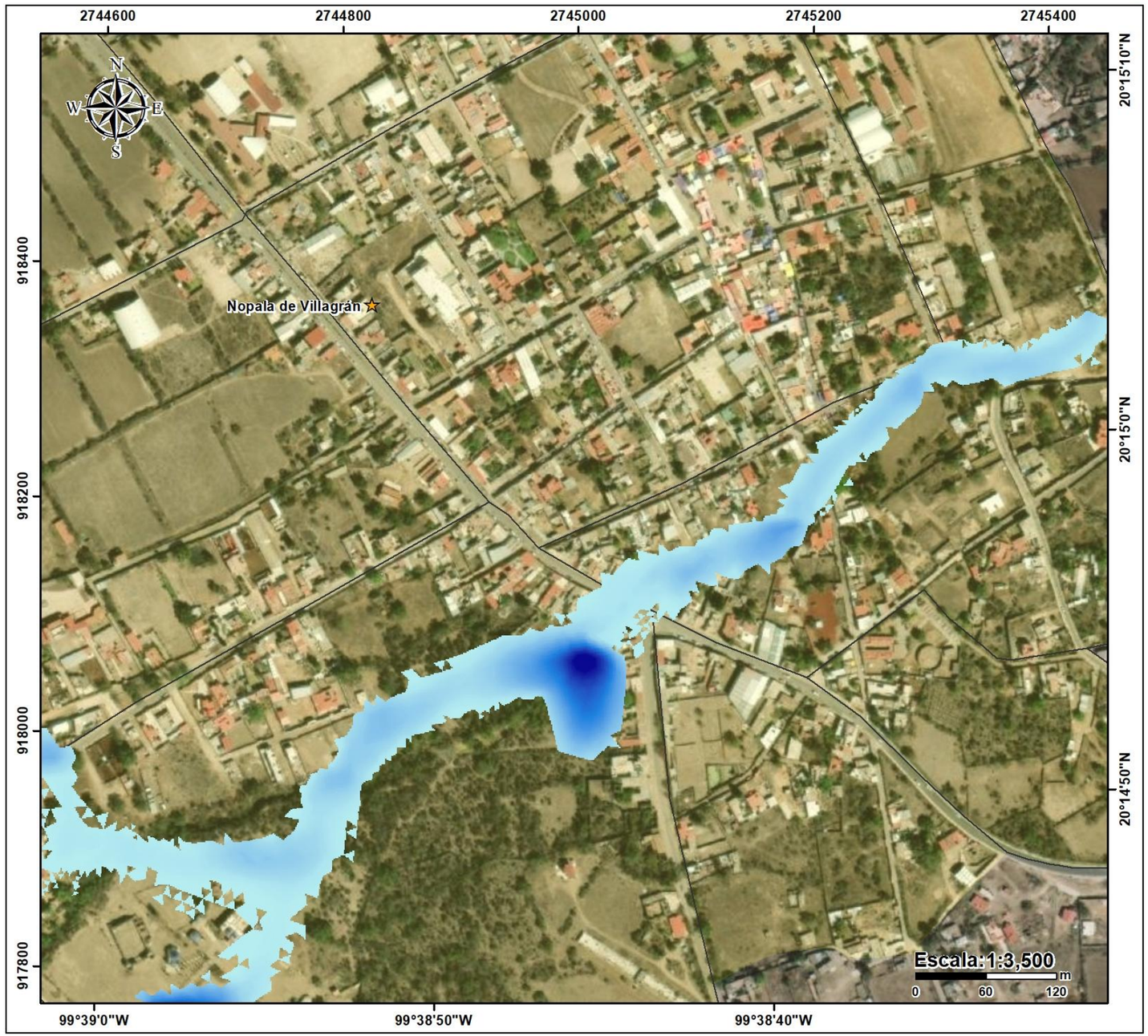
Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

IFPR2a - Inundación con tiempo de retorno de dos años

Mapa de inundacion fluvial con periodo de retorno de cinco años



Simbología

Calado (m)

1.93 m

0.01

Límites políticos

- Cabecera municipal
- Límite municipal

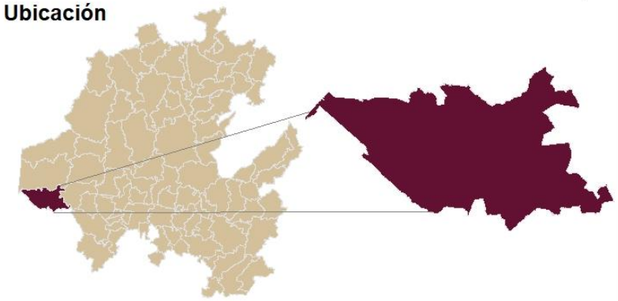
Localidades

- Rural
- Urbana

Vías de comunicación

- Carretera
- Camino

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

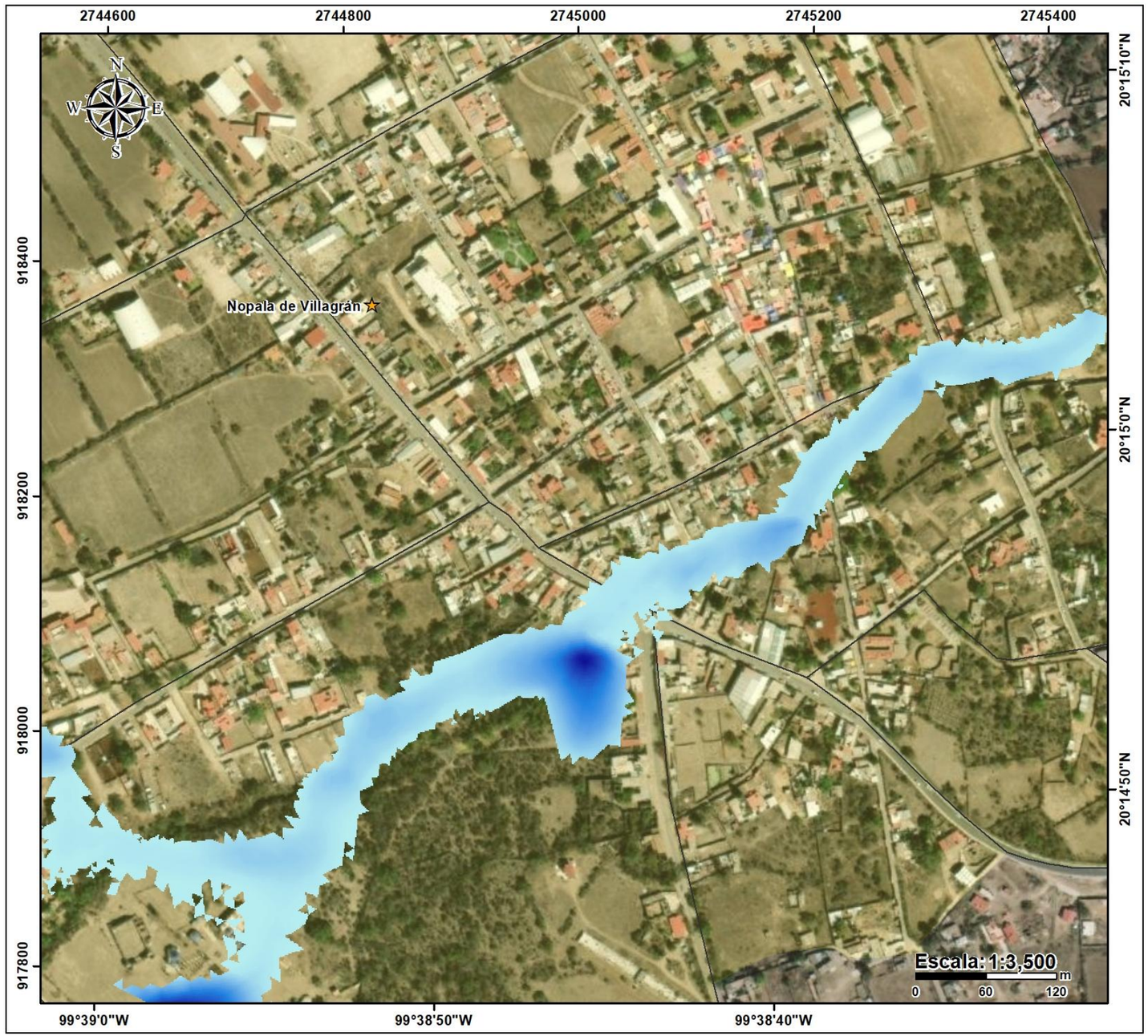
Elipsoide..... GRS80
Proyección..... ITRF08 LCC
Gradícula..... Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal..... Mexicano época 2010.0
Zona UTM..... 14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

IFPR5a - Inundación con tiempo de retorno de cinco años

Mapa de inundacion fluvial con periodo de retorno de diez años



Simbología

Calado (m)

2.43 m

0.01 m

Límites políticos

- Cabecera municipal
- Límite municipal

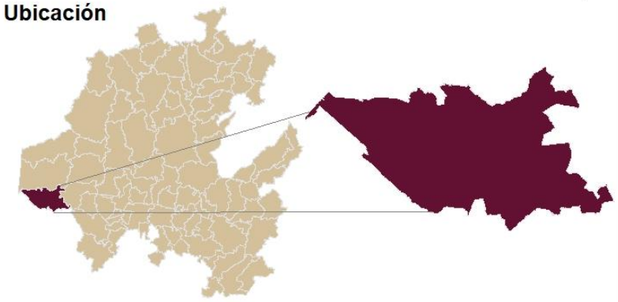
Localidades

- Rural
- Urbana

Vías de comunicación

- Carretera
- Camino

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

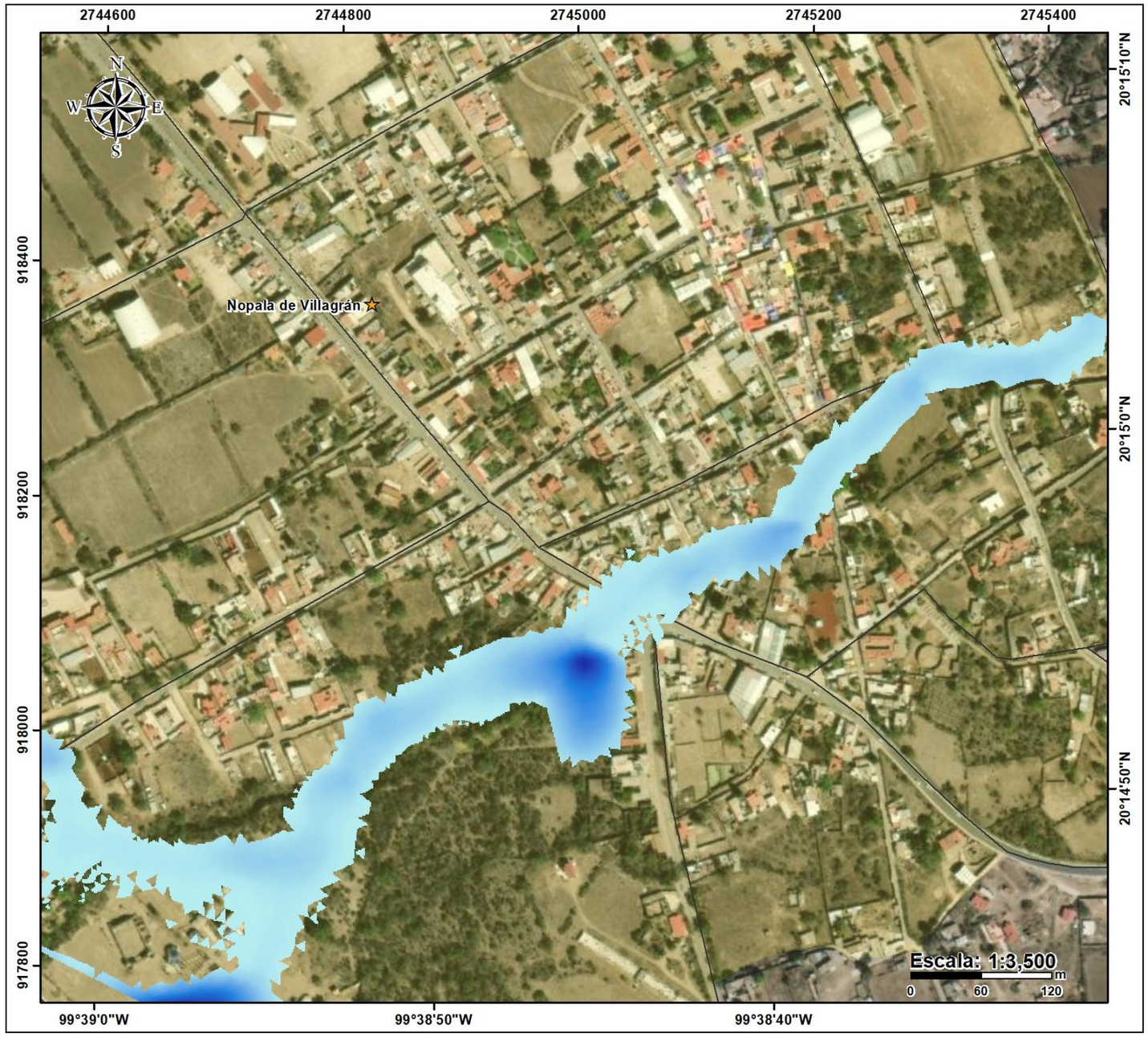
Elipsoide.....GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

IFPR10a - Inundación con tiempo de retorno de diez años

Mapa de inundacion fluvial con periodo de retorno a veinte años



Simbología

Calado (m)

2.69 m

0.01 m

Límites políticos

- Cabecera municipal
- Límite municipal

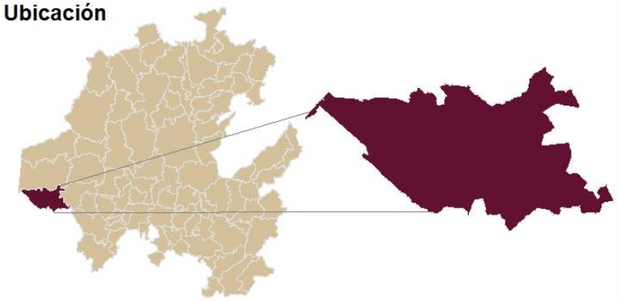
Localidades

- Rural
- Urbana

Vías de comunicación

- Carretera
- Camino

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

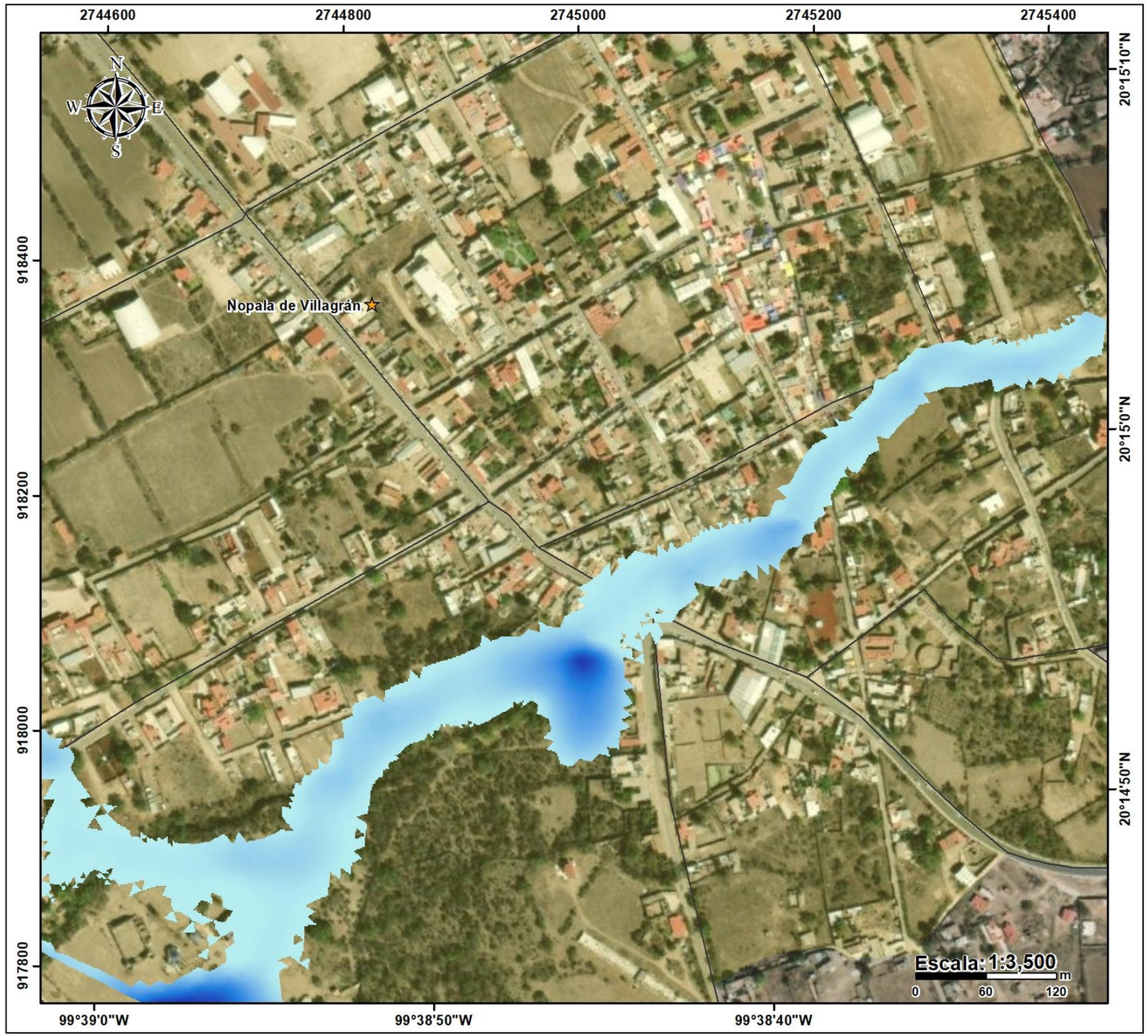
Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

IFPR20a - Inundación con tiempo de retorno de veinte años

Mapa de inundacion fluvial con periodo de retorno de cincuenta años



Simbología

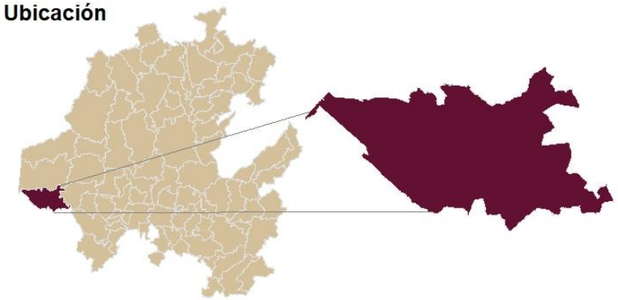
Calado (m)
2.84 m
0.01 m

Límites políticos
Cabecera municipal
Límite municipal

Localidades
Rural
Urbana

Vías de comunicación
Carretera
Camino

Ubicación



Fuentes bibliográficas
Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

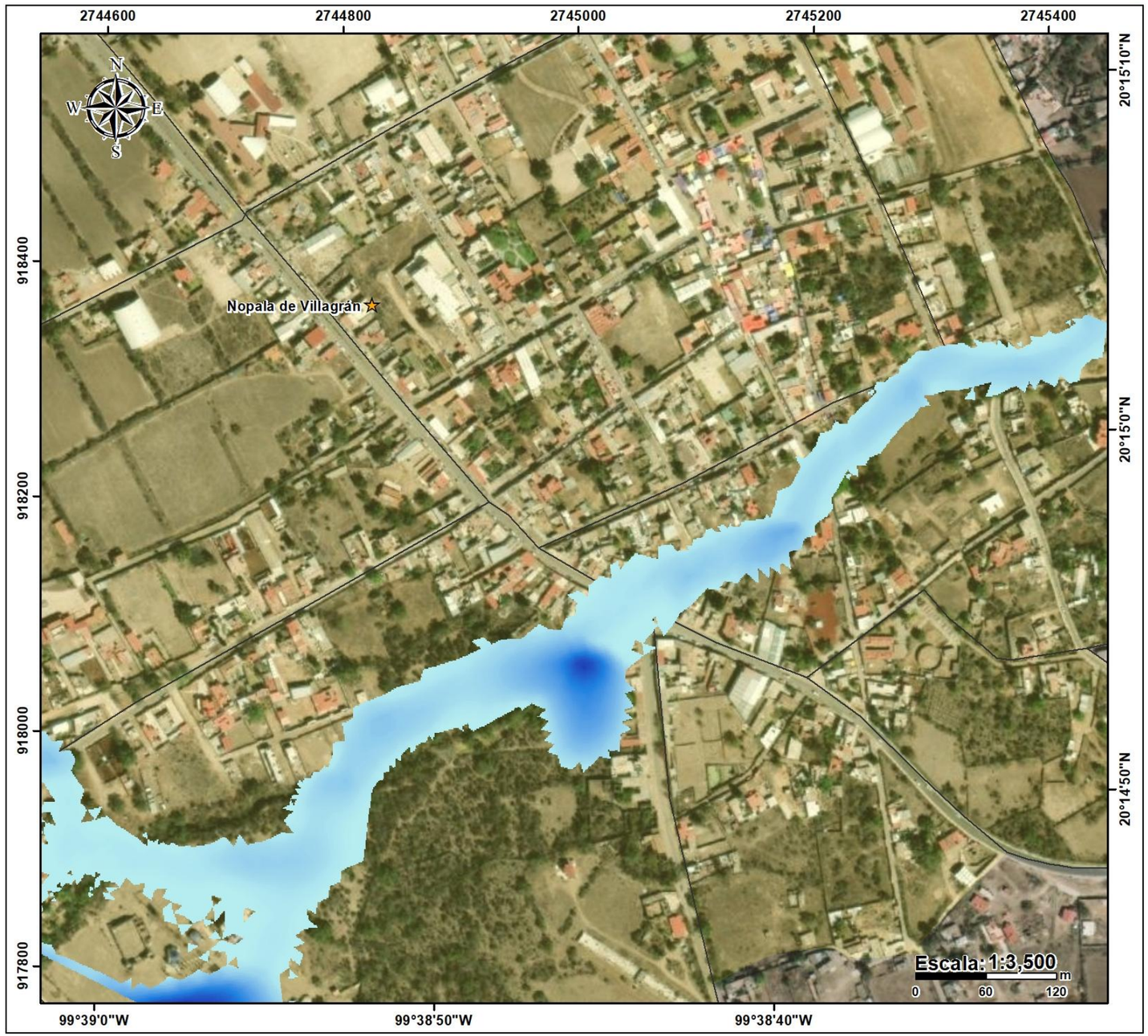
Especificaciones cartográficas
Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

IFPR50a - Inundación con tiempo de retorno de cincuenta años

Mapa de inundacion fluvial con periodo de retorno de cien años



Simbología

Calado (m)

2.89 m

0.01 m

Límites políticos

- Cabecera municipal
- Límite municipal

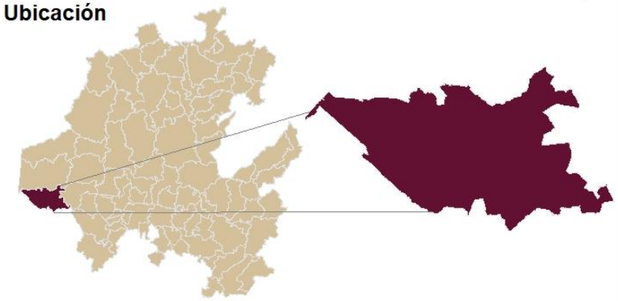
Localidades

- Rural
- Urbana

Vías de comunicación

- Carretera
- Camino

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

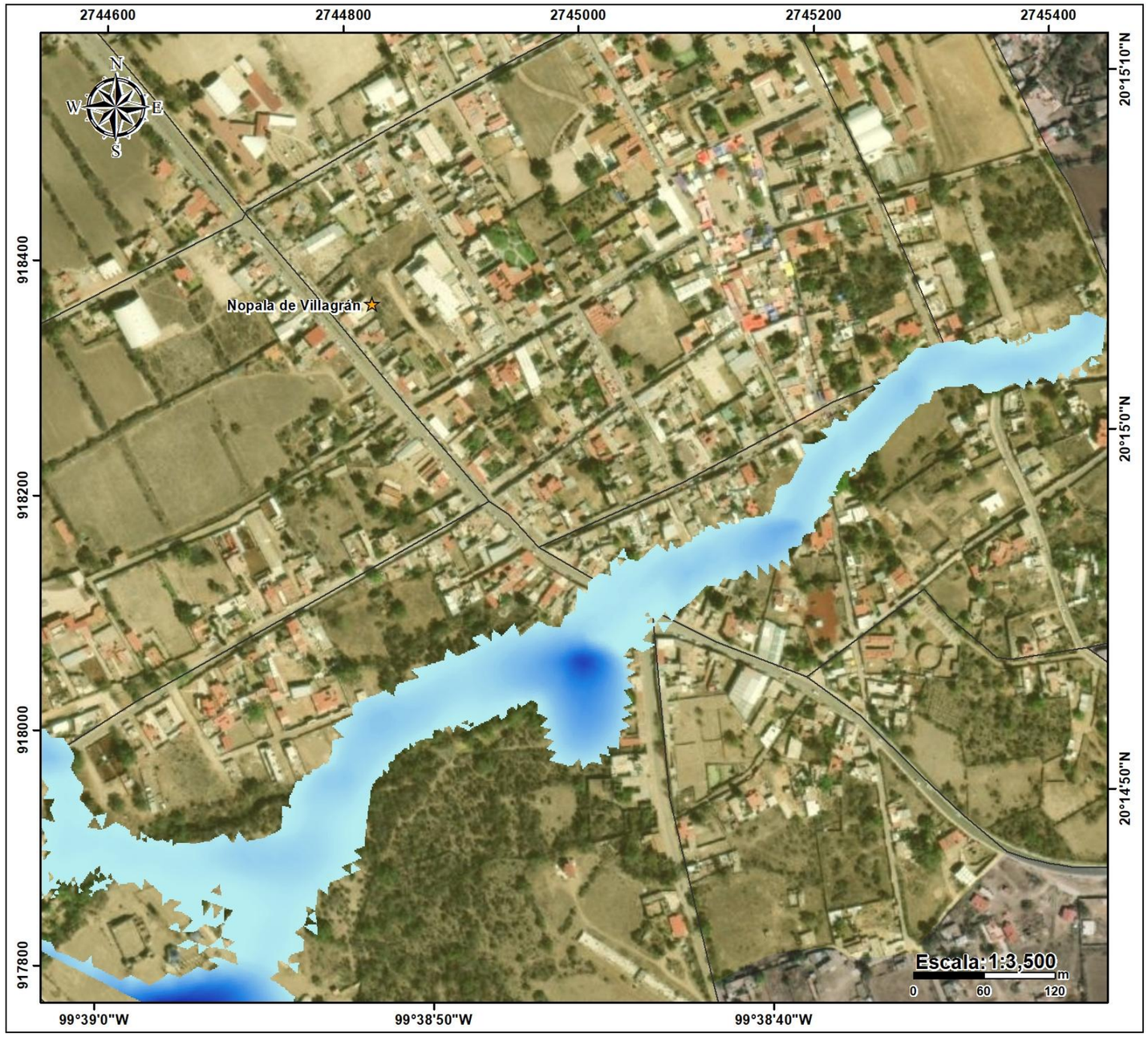
Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

IFPR100a - Inundación con tiempo de retorno de cien años

Mapa de inundacion fluvial con periodo de retorno de doscientos años



Simbología

Calado (m)

2.94 m

0.01 m

Límites políticos

- Cabecera municipal
- Límite municipal

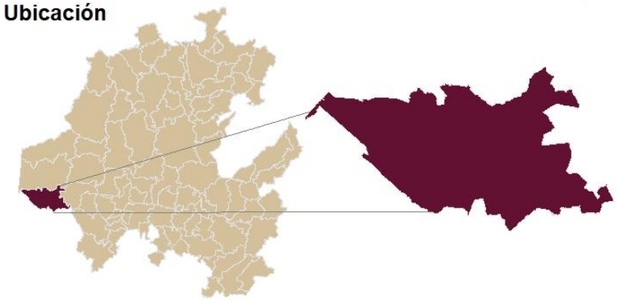
Localidades

- Rural
- Urbana

Vías de comunicación

- Carretera
- Camino

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

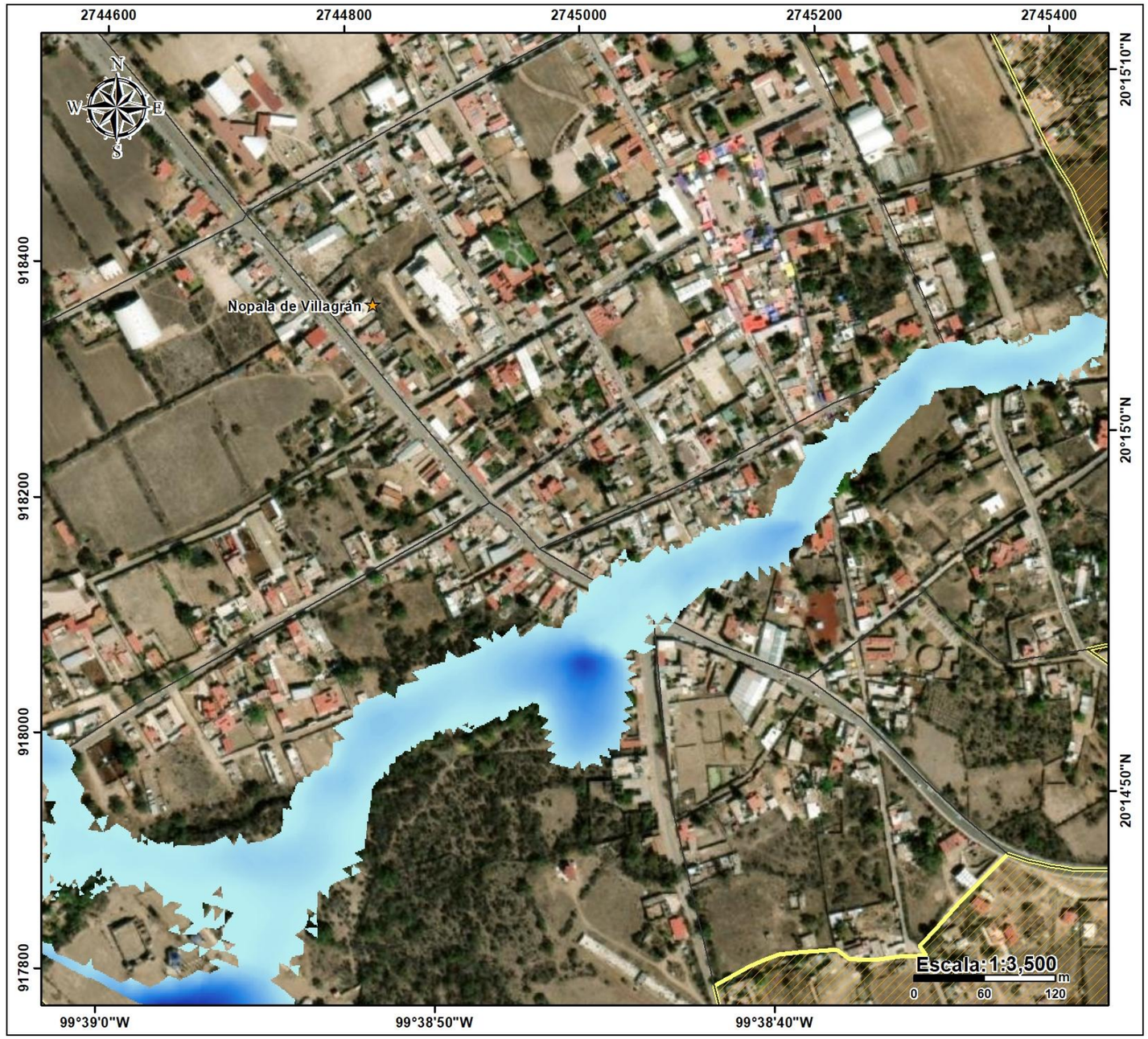
Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

IFPR200a - Inundación con tiempo de retorno de doscientos años

Mapa de inundacion fluvial con periodo de retorno de doscientos cincuenta años



Simbología

Calado (m)
- 2.95 m
- 0.01 m

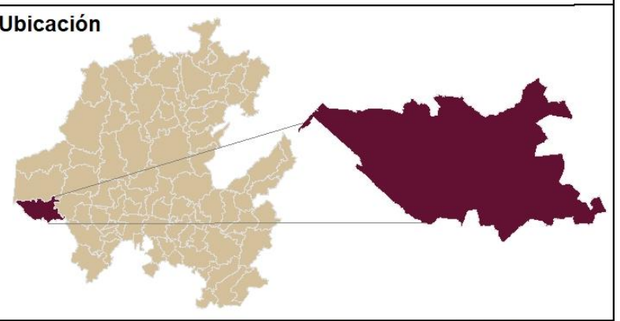
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

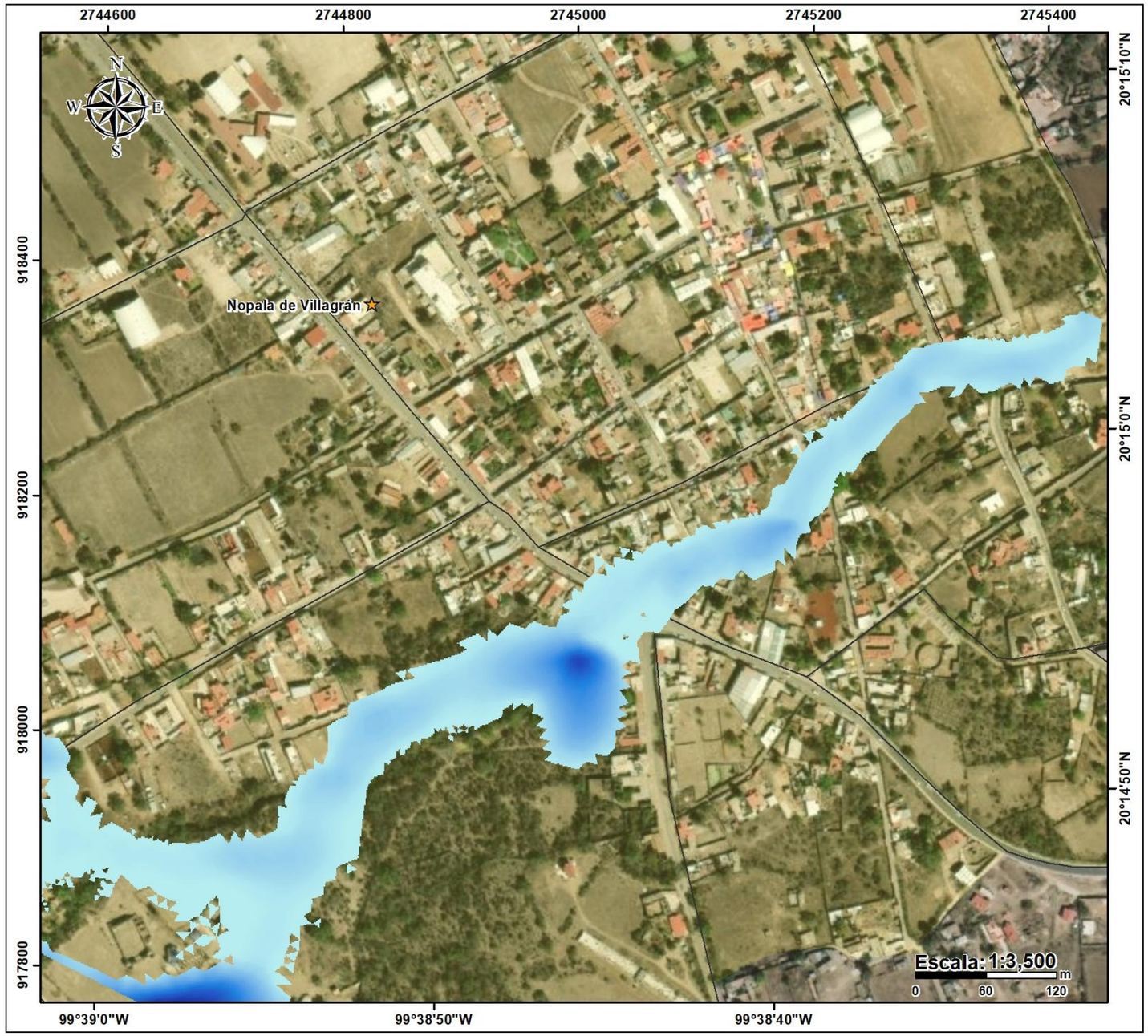
Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

IFPR250a - Inundación con tiempo de retorno de doscientos cincuenta años

Mapa de inundacion fluvial con periodo de retorno de quinientos años



Simbología

Calado (m)

3.0 m

0.01 m

Límites políticos

- Cabecera municipal
- Límite municipal

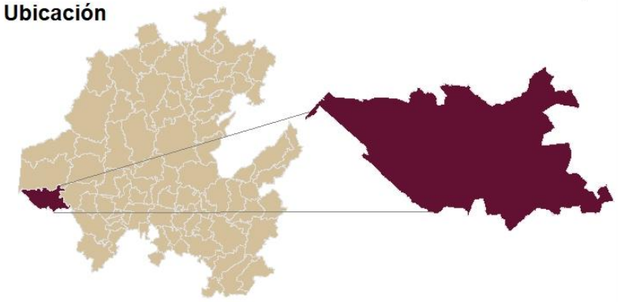
Localidades

- Rural
- Urbana

Vías de comunicación

- Carretera
- Camino

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

IPR500a - Inundación con tiempo de retorno de quinientos años

Estimaciones para la Presa Doxixho de Nopala de Villagrán

Los valores calculados mediante el análisis morfométrico de la cuenca tributaria correspondiente a la a la presa Doxixho, se determinó una superficie de 111 km², un cauce principal con una longitud de 27454.4 metros y una pendiente media de 0.00323 u obteniéndose un tiempo de concentración de 7.74 horas.

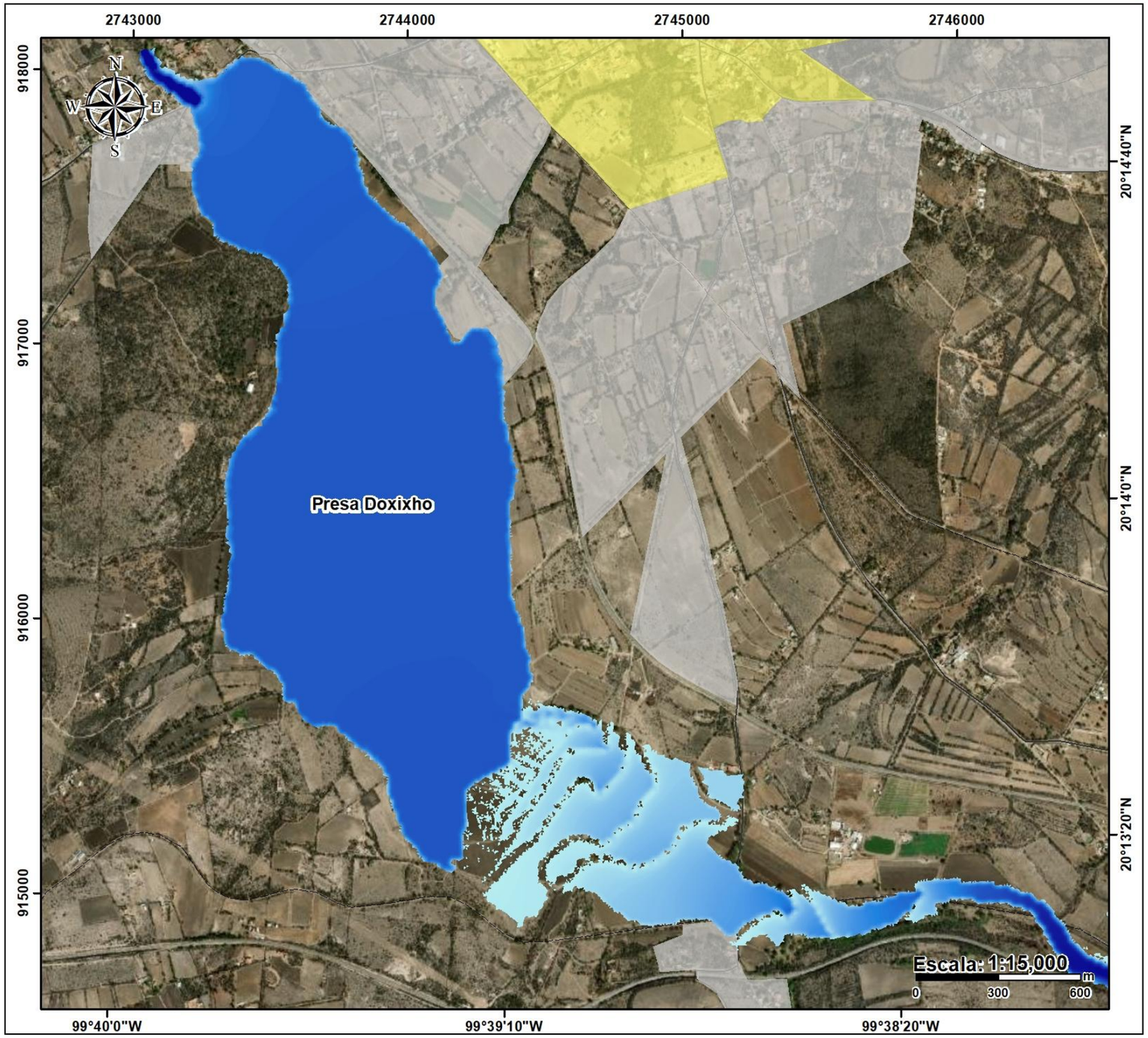
Periodo de retorno	Gasto Pico (m³/s)
2	106
5	141
10	174
20	213
50	242
100	262
250	290
500	329

Valores del gasto pico mediante el método racional Presa Doxixho

Intensidad PCPN	
T_R	Intensidad (mm/hrs)
2	34.55
5	46.10
10	56.44
20	69.10
50	80.80
100	86.50
250	91.96
500	103.37

Valores de PCPN para su periodo de incidencia en función del tiempo

Mapa de inundacíon fluvial con periodo de retorno de dos años, Presa Doxixho



Simbología

Calado (m)

1.47 m

0.01 m

Localidades

Rural

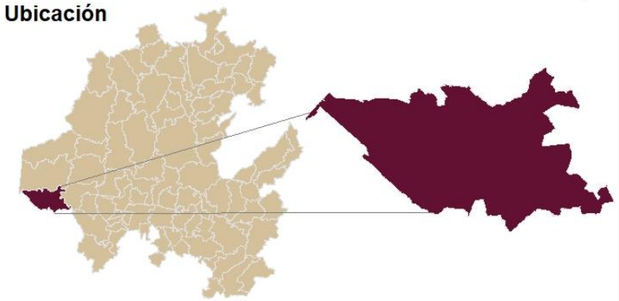
Urbana

Vías de comunicación

Carretera

Camino

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

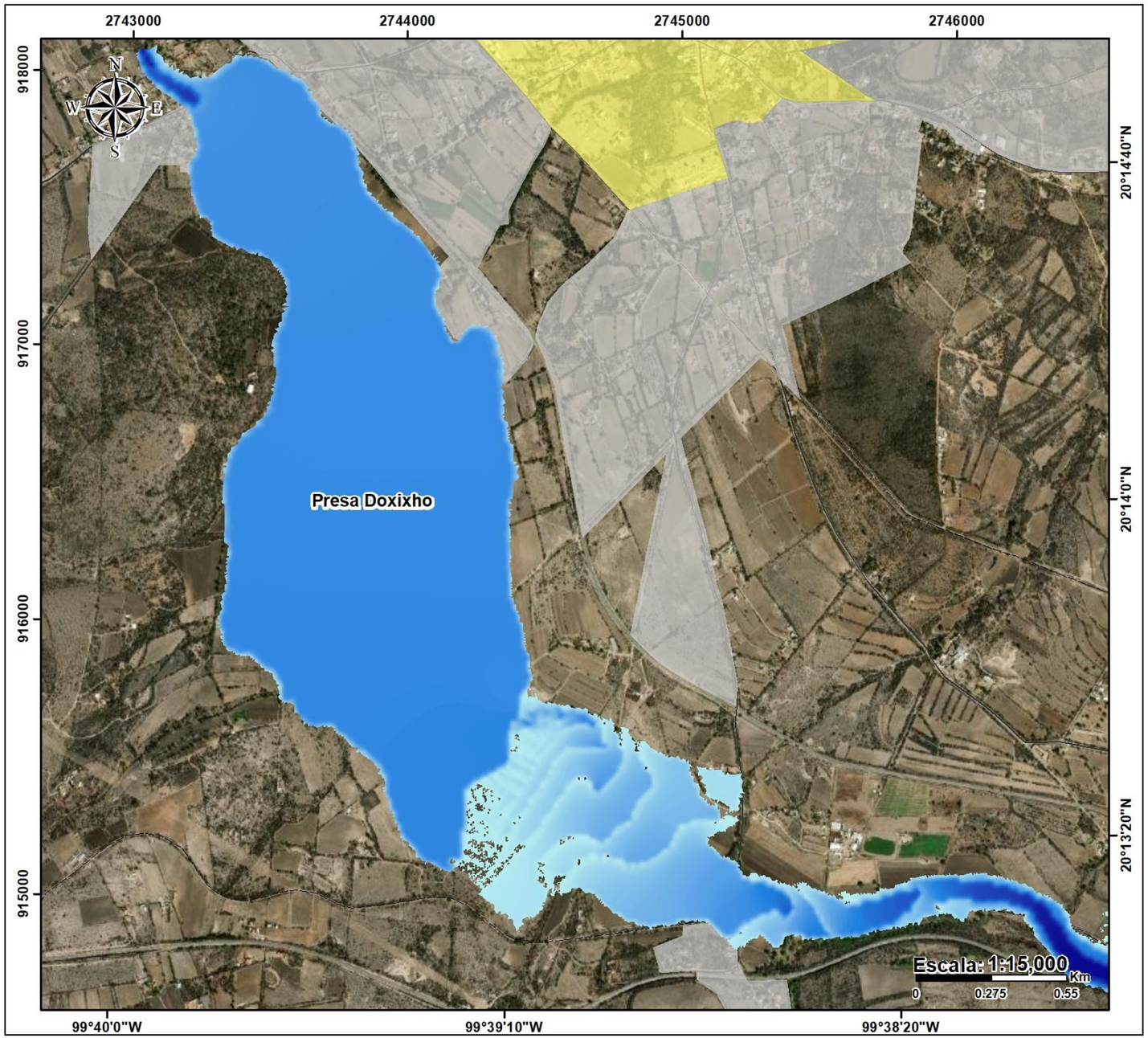
Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

IFPR2aPreDox - Inundacion fluvial con periodo de retorno de dos años Presa Doxixho

Mapa de inundacíon fluvial con periodo de retorno de veinte años, Presa Doxixho



Simbología

Calado (m)

2.59 m

0.01 m

Localidades

Rural

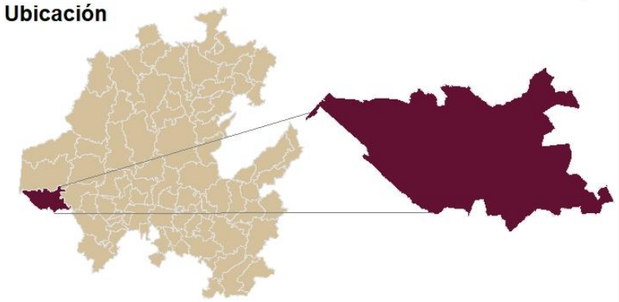
Urbana

Vías de comunicación

Carretera

Camino

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

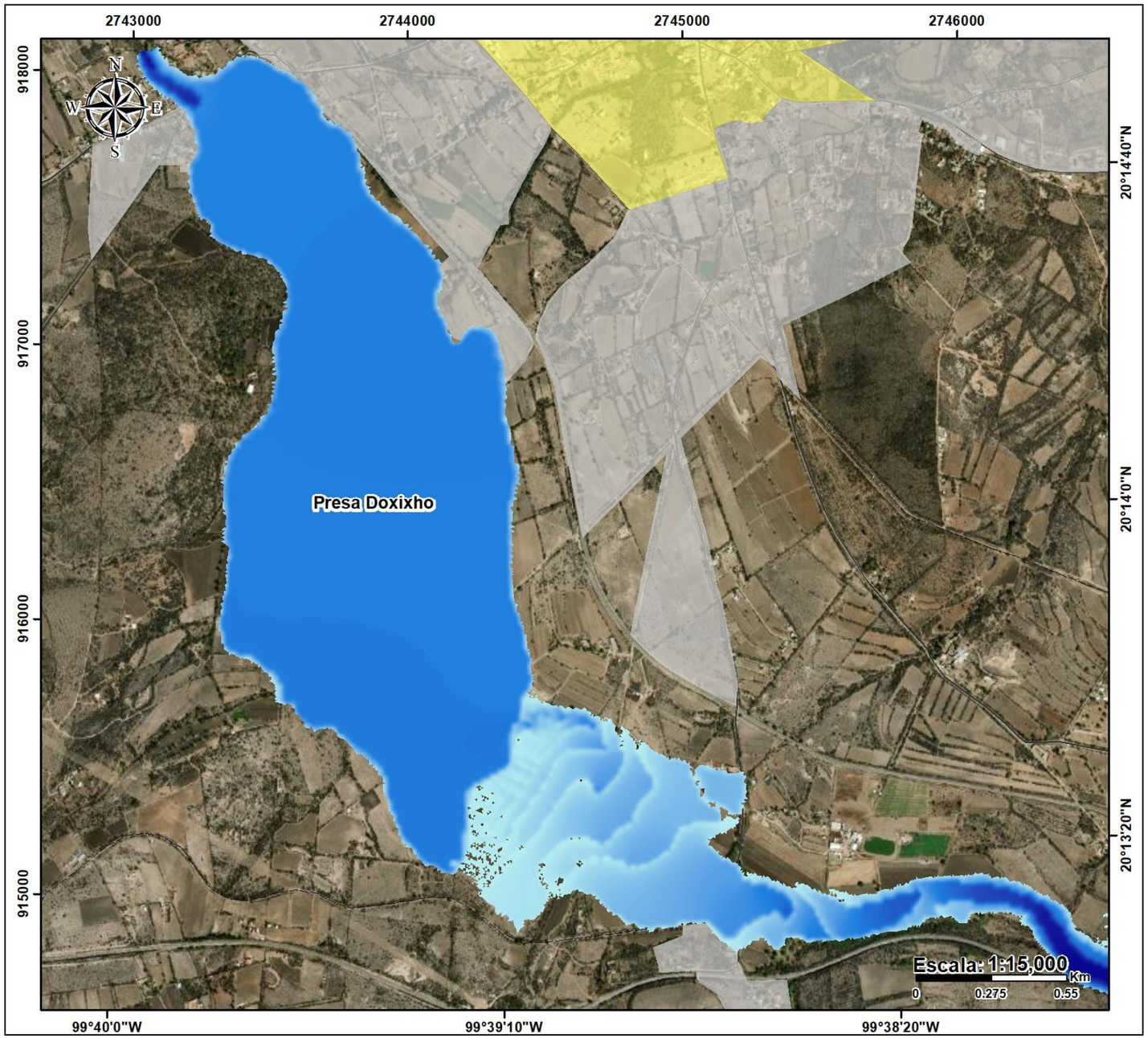
Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

IFPR20aPreDox - Inundacion fluvial con periodo de retorno de veinte años Presa Doxixho

Mapa de inundacíon fluvial con periodo de retorno de doscientos años, Presa Doxixho



Simbología

Calado (m)

2.91 m

0.01 m

Localidades

Rural

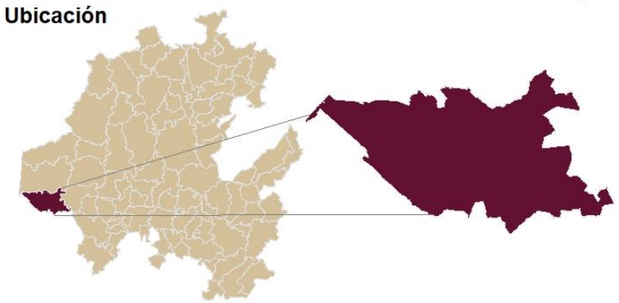
Urbana

Vías de comunicación

Carretera

Camino

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

IFPR200aPreDox - Inundacion fluvial con periodo de retorno de dos cientos años Presa Doxixho

Especificaciones Generales:

La cabecera municipal no cuenta con ríos o corrientes permanentes de gran caudal que representen, en condiciones normales, un riesgo latente de inundación para la zona urbana. El sistema hidrológico local se caracteriza principalmente por escurrimientos temporales, los cuales se activan durante eventos de precipitación intensa, especialmente en temporada de lluvias. No obstante, existen antecedentes de incrementos súbitos de caudal dentro de la red de drenaje natural que atraviesa la cabecera municipal. Dichos incrementos están asociados a lluvias de corta duración e intensidad moderada a alta. En general, los caudales registrados o inferidos corresponden a valores bajos a medios, los cuales, en la mayoría de los casos, no alcanzan niveles críticos que generen inundaciones generalizadas, aunque sí pueden provocar encharcamientos localizados o afectaciones puntuales en zonas bajas.

Un elemento hidrológico de especial relevancia en el entorno inmediato de la cabecera municipal es la presa Doxixho, la cual actúa como regulador natural del escurrimiento superficial de la microcuenca. Durante la temporada seca o en años con precipitación acumulada por debajo de la media, este cuerpo de agua puede reducir significativamente su espejo de agua, llegando incluso a secarse de manera parcial o total. Esta condición ha propiciado que áreas anteriormente inundables sean utilizadas temporalmente como zonas agrícolas, situación que ha sido corroborada mediante el análisis de imágenes satelitales Sentinel y Landsat, así como acervos fotográficos históricos. Es importante destacar que la presa Doxixho presenta un comportamiento hidrológico controlado para eventos con periodos de retorno aproximados entre 2 y 20 años.

En estos escenarios, la presa tiende a recuperar su extensión máxima histórica, incrementándose principalmente el tirante o calado, sin que ello implique un aumento significativo del riesgo de desbordamiento hacia la cabecera municipal. Esto se debe a que la infraestructura de la presa cuenta con sistemas de desfogue y vertido automático, diseñados para liberar excedentes de agua de manera controlada. Adicionalmente, las condiciones geomorfológicas del terreno, como la pendiente natural, la forma de la cuenca y la capacidad de conducción de los cauces naturales aguas abajo, favorecen la disipación del flujo excedente. En caso de que la presa alcance su capacidad máxima, el vertido se produce de manera gradual, reduciendo la probabilidad de una liberación súbita que pudiera representar un riesgo significativo para la población.

Es por ello que bajo las condiciones hidrológicas actuales y considerando la infraestructura existente, el riesgo de inundación para la cabecera municipal se clasifica como bajo, siempre que se mantenga la operación adecuada de la presa y no se invadan de manera permanente las zonas naturalmente inundables. No obstante, se recomienda mantener monitoreo periódico, así como evitar la urbanización en áreas que históricamente forman parte del vaso de la presa, particularmente ante escenarios de eventos extremos asociados al cambio climático.

Zonificación por inundación

La gestión del riesgo de desastres requiere de la comprensión precisa de las amenazas a las que un territorio está expuesto. Entre estas, la inundación se define como la cobertura temporal de agua en terrenos que usualmente están secos, un fenómeno que puede originarse por diversos mecanismos hidrometeorológicos. En contextos geográficos como el del municipio de Nopala de Villagrán, caracterizado por la ausencia de redes fluviales importantes (ríos o arroyos de caudal significativo), el principal agente causante de estos eventos es la inundación pluvial.

Este tipo de inundación, también denominada por escorrentía superficial, ocurre cuando la intensidad de la precipitación supera la capacidad de infiltración del suelo y la eficiencia de los sistemas de drenaje natural o artificial (Dougherty et al., 2023).El agua de lluvia, al no poder ser absorbida o canalizada adecuadamente, fluye superficialmente acumulándose en zonas bajas, depresiones topográficas o sobre la infraestructura urbana, generando afectaciones incluso sin la presencia de un cauce desbordado (Fletcher et al., 2013). Por lo tanto, la identificación y evaluación de este peligro específico se convierte en un componente crítico para la planificación de la protección civil y la reducción del riesgo de desastres en la región.

Metodología

Se llevó a cabo una visita de inspección al municipio, en coordinación con la Unidad de Protección Civil. El objetivo central de la diligencia fue la identificación y evaluación de los peligros y riesgos potenciales en la comunidad de San Lorenzo el Chico. La selección de esta localidad se basó en su proximidad a un cuerpo de agua denominado "La Laguna".

Imagen de la visita a la comunidad San Lorenzo el Chico en coordinación con protección civil (Elaboración propia, 2025).

Si bien no existen registros oficiales ni reportes documentados por parte de Protección Civil sobre incidentes históricos de desbordamiento o inundación derivados de este cuerpo de agua, se procedió a realizar entrevistas a habitantes de la comunidad.

Fotografías aéreas tomadas con drone, se observa parte del cuerpo de agua denominado" La Laguna" (Elaboración propia, 2025).

Según el testimonio recabado, se conoce que, en el pasado, sí ocurrieron eventos de inundación asociados al desbordamiento de la presa. No obstante, no fue posible precisar una cronología o fecha aproximada de dichos eventos, y los residentes indicaron que, durante las últimas décadas, no se han presentado problemas de esta naturaleza.

Fotografías aéreas tomadas con drone, se observan viviendas alrededor de" La Laguna" (Elaboración propia, 2025).

De manera complementaria, se realizó una visita de inspección a la comunidad de San Sebastián Tenochtitlán. Esta localidad fue priorizada en función de la existencia de registros documentados por Protección Civil que confirman la ocurrencia histórica de eventos de inundación en el área. La inspección se focalizó específicamente en el sector este de la comunidad, donde se identificó un área de alta vulnerabilidad. Esta zona constituye el trayecto natural de una corriente de escorrentía pluvial superficial, la cual, durante la temporada de lluvias intensas, experimenta un incremento significativo en su caudal y volumen.

El fenómeno observado indica que el flujo de agua, al sobrepasar la capacidad del cauce natural o del sistema de conducción existente, se desborda e inunda terrenos aledaños, afectando incluso áreas ubicadas a mayor distancia en la porción este de la localidad, lo que evidencia un patrón de propagación del riesgo más allá del punto inmediato de desbordamiento.

Imagen tomada al este de la localidad San Sebastián Tenochtitlán, de arriba abajo, primero se observa una vía de comunicación donde el agua escurre en temporada de lluvia, enseguida se observa el canal de escorrentía (Elaboración propia, 2025).

Para estimar la población potencialmente afectada, se aplicó una metodología de análisis de exposición basada en datos censales oficiales. Se utilizó como parámetro el promedio de ocupantes por vivienda para el municipio, establecido en 3.29 habitantes, cifra obtenida del Censo de Población y Vivienda 2020 para el estado de Hidalgo, publicado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). La estimación se realizó mediante la siguiente secuencia: se contabilizó el total de lotes de viviendas localizados dentro de la zona de peligro identificada; este número se multiplicó por el factor de ocupación promedio municipal (3.29 hab/vivienda); y los resultados se sumaron para obtener una aproximación del número total de personas en condición de vulnerabilidad por exposición directa al fenómeno de inundación pluvial en las áreas estudiadas. Esta cifra representa una estimación de la exposición mínima, considerando la ocupación media de las viviendas.

Resultados

De acuerdo con la metodología de zonificación y estimación aplicada, se determinó que el fenómeno de inundación pluvial en el municipio representa un riesgo significativo, exponiendo de manera cuantificable diversos elementos del territorio. Los resultados indican que un total de 115 lotes de vivienda, que albergan a una población estimada de 395 personas. De forma paralela, el análisis espacial permitió establecer que aproximadamente 96 hectáreas de superficie agrícola y alrededor de 2.4 kilómetros de la red vial, que incluye caminos rurales y carreteras, se encuentran en áreas susceptibles a este fenómeno. Estas cifras constituyen una cuantificación base de la exposición, evidenciando la vulnerabilidad en los sectores habitacional, productivo y de infraestructura, y subrayan la necesidad de implementar medidas de gestión específicas para la reducción del riesgo en el municipio.

Vulnerabilidad				
Sistemas expuestos				
Ubicación	Vulnerabilidad física expuesta	Vulnerabilidad social expuesta (Población)	Área de cultivo (ha)	Vialidades (m)
San Sebastián Tenochtitlán	25 lotes	80	33.47	851
San Lorenzo el Chico	90 lotes	315	63.22	1564

Tabla de Vulnerabilidad física y social expuesta ante el fenómeno de inundación pluvial

Peligro por inundación fluvial

La elaboración de los mapas de peligro por inundación fluvial se fundamenta en los resultados de las simulaciones hidrológicas e hidráulicas desarrolladas para distintos periodos de retorno (TR), las cuales representan escenarios de la expansión del drenaje superficial con diferente de ocurrencia. Dichos escenarios permiten caracterizar espacialmente la probabilidad de excedencia anual de eventos de inundación, conforme a los lineamientos establecidos en la Guía básica para la elaboración de atlas estatales y municipales de peligros y riesgos de CENAPRED.

El criterio de clasificación del peligro se basa exclusivamente en la probabilidad de ocurrencia del evento hidrológico, expresada mediante el periodo de retorno y su función de peligro asociada, en este sentido, el peligro (P_i) se define como una función directa de la recurrencia del fenómeno, de acuerdo con la relación estadística:

$$P = \frac{1}{TR}$$

Donde:

P = Probabilidad anual de excedencia

TR = Periodo de retorno del evento.

Bajo este enfoque, los eventos asociados a periodos de retorno cortos presentan una mayor probabilidad de ocurrencia anual, lo que implica una recurrencia elevada y una exposición frecuente del territorio a procesos de inundación. Por el contrario, los eventos con periodos de retorno largos corresponden a probabilidades anuales reducidas, representando escenarios de baja frecuencia, aunque potencialmente de mayor magnitud hidrológica.

Con base en los criterios normativos de la Guía de CENAPRED y en el régimen de probabilidades adoptado para la elaboración de atlas, el peligro por inundación se estructuró en tres categorías cualitativas: peligro alto, peligro medio y peligro bajo.

Peligro alto: La categoría de peligro alto se asoció al periodo de retorno de 2 años (TR = 2), correspondiente a una función de peligro de 0.60, equivalente a una probabilidad del 60% de ocurrencia anual. Este escenario representa eventos altamente recurrentes, con elevada probabilidad de manifestarse de manera frecuente, por lo que las áreas inundadas bajo este periodo de retorno se consideran permanentemente expuestas a condiciones de anegamiento.

Peligro medio: El peligro medio se definió a partir del periodo de retorno de 5 años (TR = 5), al cual se le asignó una función de peligro de 0.20, equivalente a una probabilidad del 20 % de ocurrencia anual. Estos eventos, aunque menos frecuentes que los de TR = 2 años, mantienen una recurrencia significativa en escalas temporales, justificando su clasificación como un nivel intermedio de peligro.

Peligro bajo: La categoría de peligro bajo se estableció a partir de los periodos de retorno de 10, 20, 50, 100, 200 y 500 años, los cuales corresponden a probabilidades anuales de ocurrencia progresivamente menores. Para efectos de estandarización cartográfica y conforme a la Guía de CENAPRED, se adoptó como valor representativo una función de peligro de 0.002, asociada al periodo de retorno de 500 años, al tratarse del evento de menor probabilidad de ocurrencia dentro del conjunto analizado.

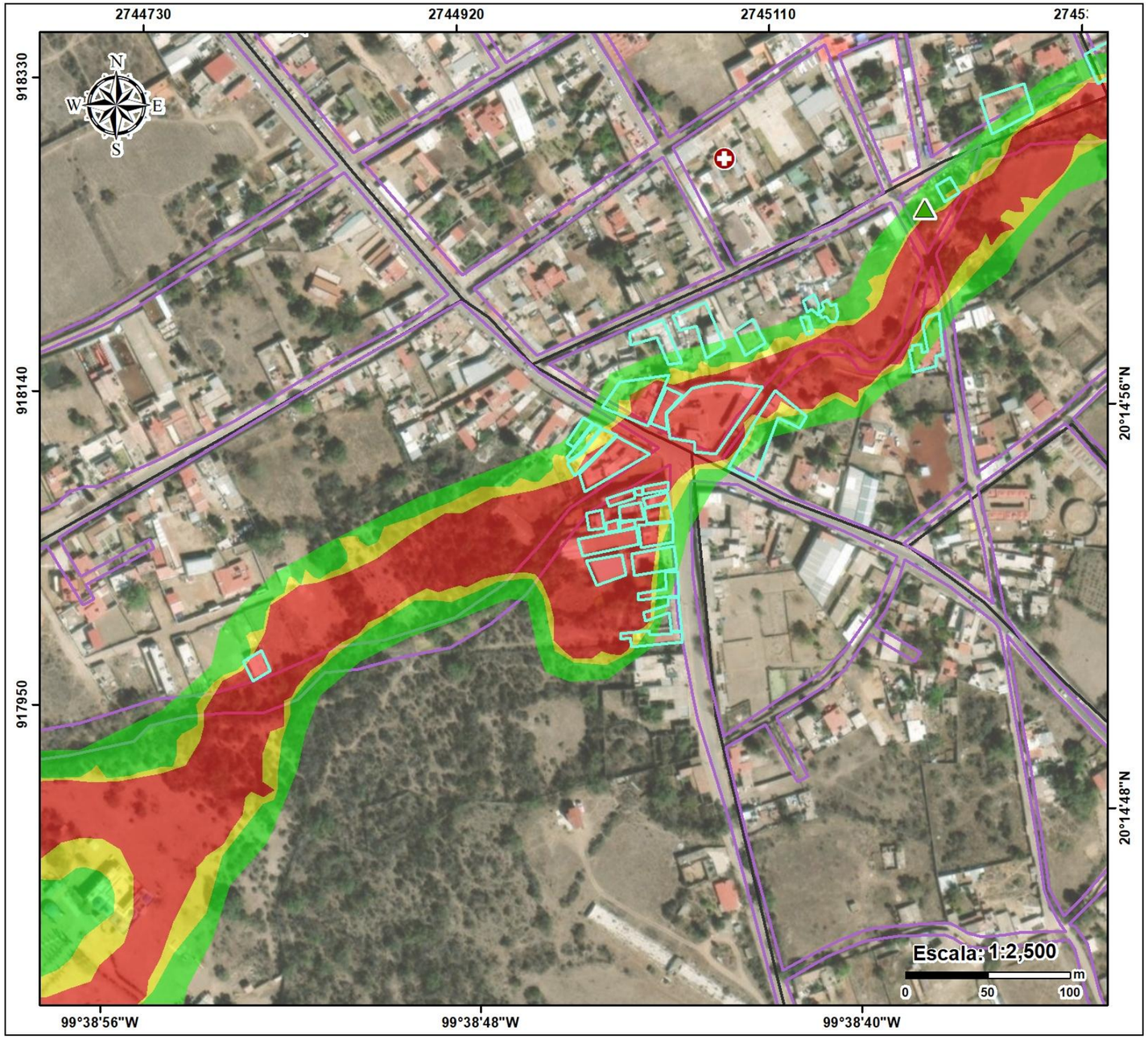
Esta categoría agrupa escenarios de baja frecuencia, cuya manifestación es excepcional en escalas temporales anuales.

Categoría de peligro	Periodo de retorno (TR)	Probabilidad anual (P)
Alto	2 años	60 %
Medio	5 años	20 %
Bajo	10 años	10%
	20 años	5%
	50 años	2%
	100 años	1%
	200 años	0.5%
	500 años	0.2%

Criterios de clasificación del peligro por inundación (Elaboración propia, 2025).

Los resultados del análisis se expresan de manera espacial mediante el mapa de peligro por inundación fluvial, en los cuales se identifican claramente las áreas clasificadas como de peligro alto, medio y bajo, de acuerdo con los valores de probabilidad asignados a cada periodo de retorno. Los valores de peligro fueron estandarizados, permitiendo una visualización homogénea del nivel de peligro por inundación en los distintos escenarios simulados, sin que ello implique una evaluación del riesgo.

Mapa de peligro por inundación fluvial



Simbología

Peligro
- Alto
- Medio
- Bajo

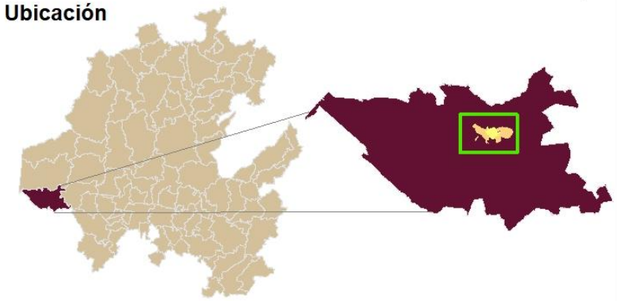
Zona de afectación
- Vivienda

Sitios de interés
- Centro de Asistencia Médica
- Plaza

Límites políticos
- Cabecera municipal
- Manzanas

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

PpIF - Peligro por inundación fluvial

Tormentas de granizo

Peligro por tormenta de granizo

El granizo es un tipo de precipitación en forma de piedras de hielo y se forma en las tormentas severas cuando las gotas de agua o los copos de nieve formados en las nubes de tipo cumulonimbus son arrastrados por corrientes ascendentes de aire. (Coordinación Nacional de Protección Civil, 2022)

El peligro por tormenta de granizo se refiere a la probabilidad de que ocurra una precipitación significativa de piedras de hielo en una región y a los daños potenciales que este fenómeno puede ocasionar, ya sean afectaciones a la infraestructura, interrupciones en vías de comunicación, riesgos para la salud y pérdidas económicas.

De acuerdo a datos obtenidos del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) el municipio cuenta con un índice de peligro bajo. Aunque el índice de peligro sea bajo, no significa que no esté presente y pueda suceder.

Tormenta de granizo en México. (CENAPRED, 2019)

Riesgo por tormenta de granizo

El riesgo por tormenta de granizo es la probabilidad de que el peligro se materialice y cause consecuencias negativas. En la República Mexicana se producen granizadas principalmente en la región del altiplano durante el verano, particularmente en los valles de la porción sur de éste y en la Sierra Madre Occidental, así como en la Sierra Madre del Sur y algunas regiones de Chiapas, Guanajuato, Durango y Sonora; por lo tanto, en el estado de Hidalgo este tipo de tormentas es poco frecuente. (Coordinación Nacional de Protección Civil, 2022)

Este tipo de fenómenos pueden traer consigo una serie de afectaciones importantes como:

- Obstrucción del paso de agua a coladeras.
- Inundaciones.
- Encharcamientos.
- Destrucción de siembras y plantíos.
- Muerte de ganado.

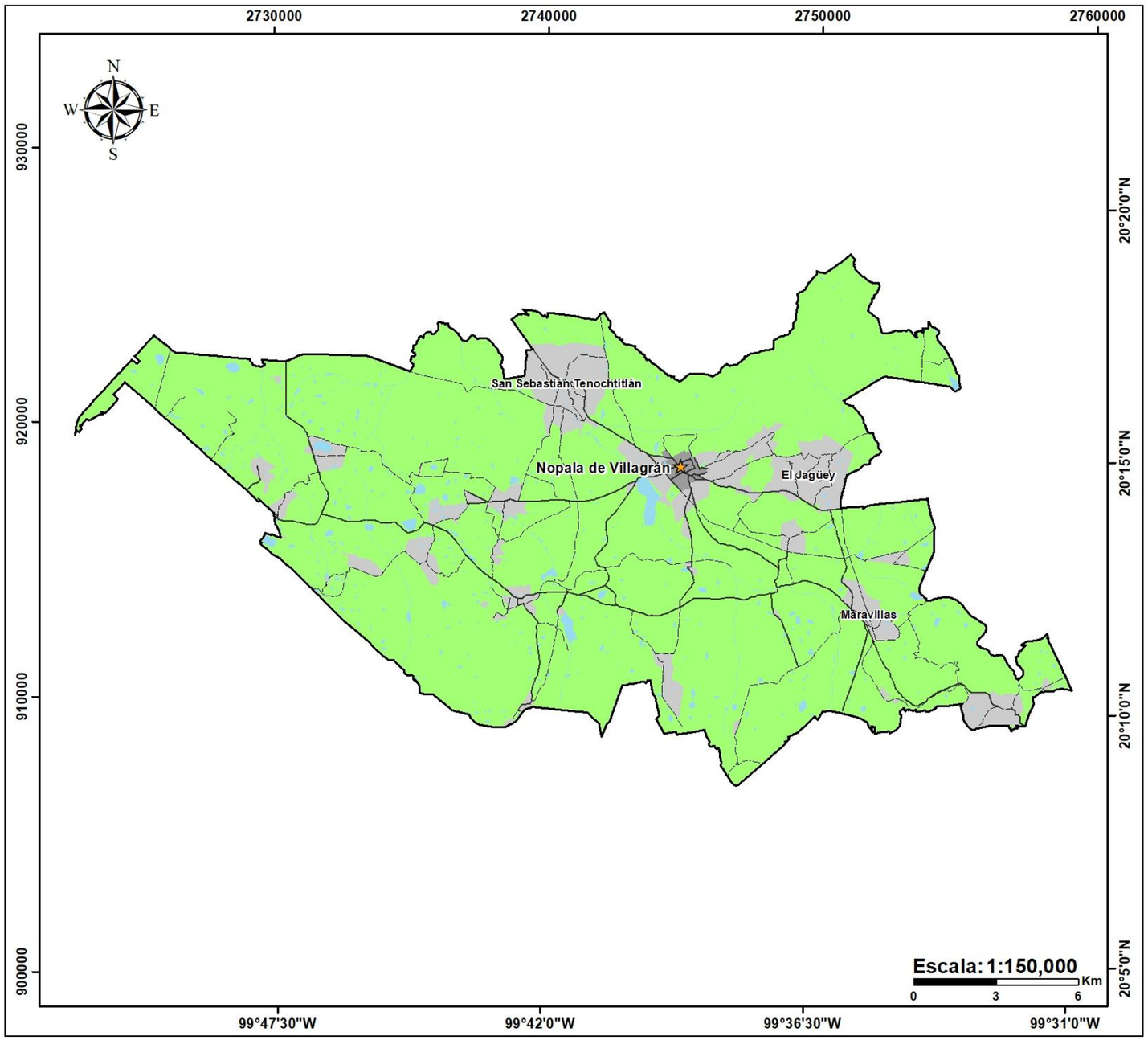
De acuerdo a datos obtenidos del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) el municipio presenta un índice de riesgo muy bajo, aunque se pueden presentar episodios aislados, estos eventos no suelen causar daños significativos.

La magnitud de los daños que puede provocar la precipitación en forma de granizo depende de su cantidad y tamaño (González, 2010).

En el caso de estos fenómenos es importante tomar medidas adecuadas como:

- Asegurar objetos que puedan desprenderse.
- Reforzar puertas exteriores.
- Cerrar ventanas y correr cortinas.
- Quitar ramas de árboles.

Mapa de peligro por tormenta de granizo



Simbología

Peligro
- Muy alto
- Alto
- Medio
- Bajo
- Muy bajo

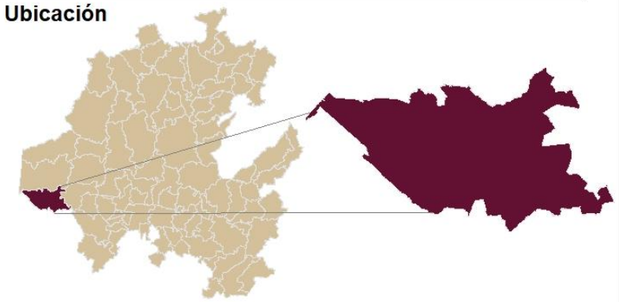
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

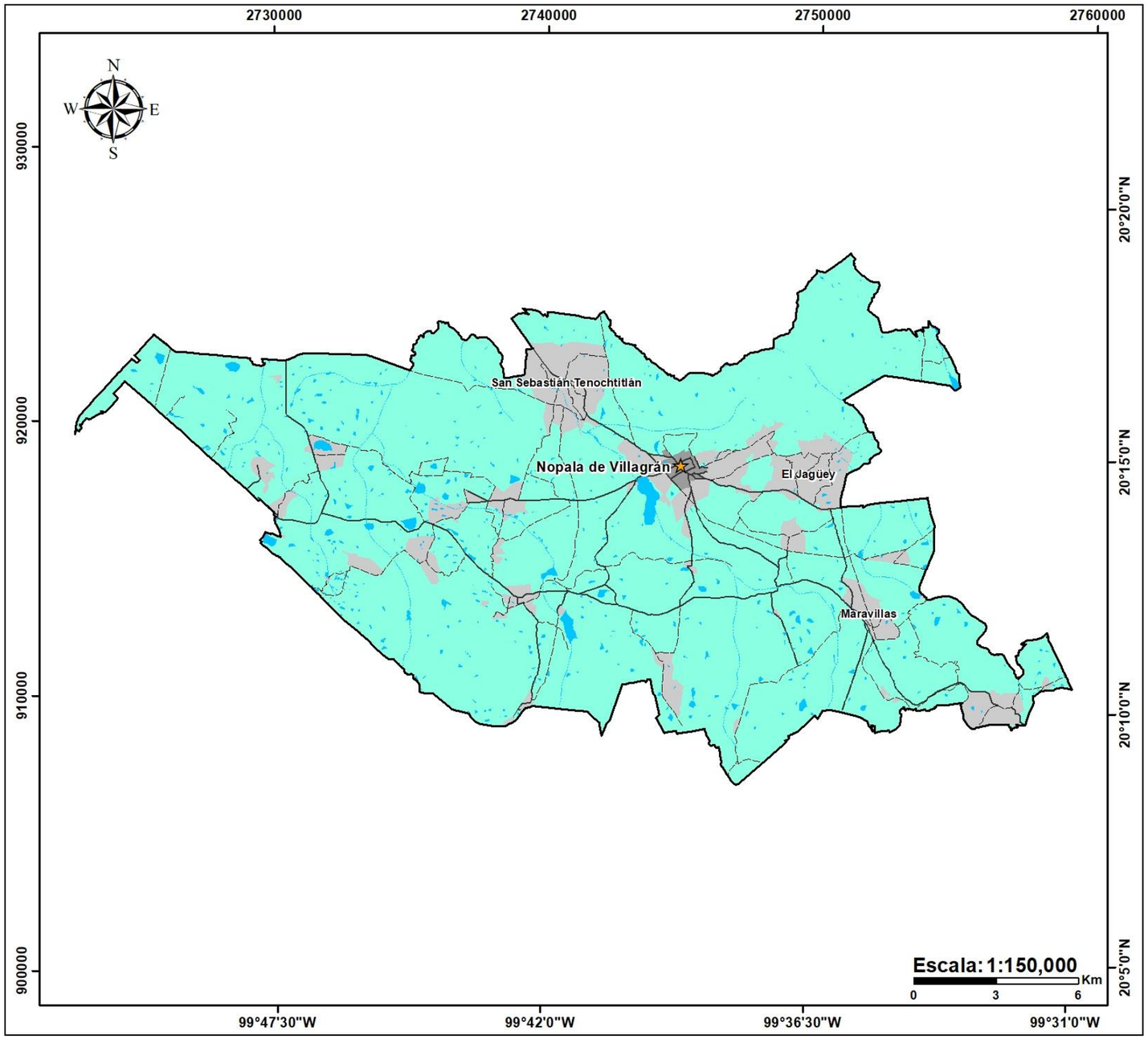
Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

PpTdG - Peligro por tormenta de granizo

Mapa de riesgo por tormenta de granizo



Simbología

Riesgo
- Muy alto
- Alto
- Medio
- Bajo
- Muy bajo

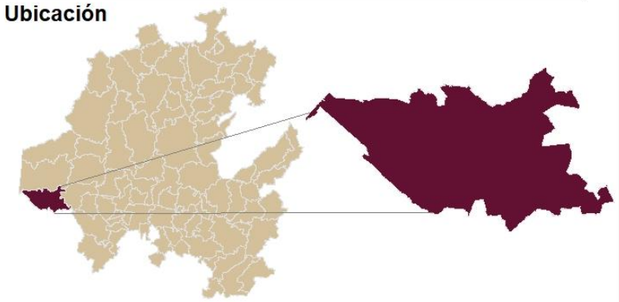
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

RpTdG - Riesgo por tormenta de granizo

Tormentas de nieve

Evaluación de la probabilidad por heladas

Las heladas se definen como el descenso de la temperatura del aire a valores iguales o inferiores a 0 °C en superficie, condición que puede provocar congelamiento del agua en tejidos vegetales, tuberías expuestas, infraestructura vulnerable y superficies de rodamiento. Desde el punto de vista meteorológico, las heladas pueden clasificarse en radiativas, advectivas o mixtas, dependiendo de los mecanismos atmosféricos que las generan.

En el contexto del análisis de peligros para un Atlas de Riesgos, la ocurrencia de heladas se expresa como el número de días por año en que se registran temperaturas mínimas iguales o inferiores a 0 °C, lo cual constituye una variable discreta de conteo.

Cuando la frecuencia anual del fenómeno presenta un comportamiento relativamente estable en el tiempo y los eventos pueden considerarse independientes entre sí, su modelación probabilística puede realizarse mediante la distribución de Poisson, herramienta ampliamente empleada en estudios de climatología aplicada y análisis de riesgo (Montgomery & Runger, 2014; Walpole et al., 2012).

Metodología

La distribución de Poisson permite estimar la probabilidad de que ocurra un número determinado de eventos dentro de un intervalo fijo de tiempo. Su función de probabilidad está dada por:

La función de probabilidad se define como:

$$P(X = k) = \frac{e^{-\lambda}\lambda^{k}}{k!}$$

Donde:

- X= número de días con heladas en un año.
- k= número específico de días.
- λ= tasa media anual de ocurrencia.
- e= base del logaritmo natural.

De acuerdo con los registros climatológicos disponibles (SMN, 2023), el municipio presenta un intervalo de 1 a 60 días con helada por año,lo cual indica una variabilidad interanual importante dentro del régimen térmico local.

Dado que la información se encuentra expresada como rango, y conforme a criterios estadísticos utilizados en climatología (OMM, 2018), se adoptó como estimador de la tasa media anual el valor central del intervalo:

$$\lambda = \frac{1 + 60}{2} \rightarrow \boldsymbol{\lambda = 30.5\ días/año}$$

Este valor representa el número esperado de días heladas en un año climatológicamente normales.

Probabilidad anual de ocurrencia

Para efectos del Atlas de Riesgos, se estimó la probabilidad de que ocurra al menos una helada en el año**,** expresada como

$$P(X \geq 1) = 1 - P(X = 0)$$

Para la distribución de Poisson:

$$P(X = 0) = e^{-\lambda}$$

Sustituyendo el valor estimado:

$$P(X \geq 1) = 1 - e^{-30.5}$$

El término exponencial $e^{-30.5}$ es extremadamente pequeño (del orden de 10^{-13}) por lo que:

$$P(X \geq 1) \approx \mathbf{1}$$

Resultados

El resultado obtenido indica que la probabilidad anual de ocurrencia de heladas es prácticamente del 100%. No obstante, más allá del valor matemático, la interpretación técnica es la siguiente:

- El fenómeno es recurrente dentro del régimen climático municipal.
- No puede considerarse eventual ni excepcional.
- Existe una temporada invernal definida con presencia frecuente de temperaturas cercanas o inferiores a 0 °C.
- La recurrencia anual es prácticamente segura bajo condiciones climatológicas normales.

Con un promedio estimado de 30.5 días por año, el municipio experimenta aproximadamente un mes con presencia de heladas, lo cual sugiere influencia de enfriamiento radiativo nocturno asociado a altitud y condiciones de cielo despejado en temporada invernal.

En términos de análisis de peligro, cuando la tasa media anual es elevada, la probabilidad de ocurrencia anual tiende matemáticamente a la unidad. En estos casos, la gestión del riesgo debe orientarse no a determinar si el fenómeno ocurrirá, sino a evaluar:

- Su duración estacional.
- La intensidad térmica alcanzada.
- La vulnerabilidad de cultivos y población expuesta.
- La exposición de infraestructura crítica.

La aplicación de la distribución de Poisson asume:

- Independencia temporal entre eventos diarios.
- Estacionariedad de la tasa media anual.
- Ausencia de tendencias climáticas significativas en el periodo analizado.

Si bien el modelo no incorpora variabilidad interanual asociada a fenómenos de escala mayor (como ENSO) ni efectos derivados del cambio climático, constituye una aproximación estadísticamente consistente para la estimación del componente probabilístico del peligro, conforme a lineamientos metodológicos para Atlas de Riesgos (CENAPRED, 2014).

Peligro por nevada

Los fenómenos meteorológicos que normalmente generan nevadas suelen presentarse durante el invierno. Entre ellos se incluyen las masas de aire polar y los frentes fríos, los cuales, en ocasiones, interactúan con corrientes en chorro, vaguadas y el ingreso de humedad desde los océanos hacia el continente. Esta combinación de factores da lugar a tormentas invernales que pueden manifestarse como lluvia, aguanieve o nieve. En México, el mayor impacto de heladas y bajas temperaturas ocurre de noviembre a enero (González R. *et al*., 2010).

El peligro por nevada se refiere a la probabilidad de que ocurra una precipitación de nieve en una región y a los daños potenciales que este fenómeno puede ocasionar, ya sean afectaciones a la infraestructura, interrupciones en vías de comunicación, riesgos para la salud y pérdidas económicas.

De acuerdo a datos obtenidos del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), el municipio cuenta con peligro muy bajo de ocurrencia de estos fenómenos, aunque en algunos inviernos pueden registrarse temperaturas muy frías durante la influencia de frentes fríos y masas de aire polar, en casos excepcionales podrían ocurrir heladas y ligeras precipitaciones invernales en las zonas más elevadas del municipio, pero sin llegar a producir nevadas de importancia.

Riesgo por nevada

El riesgo por nevada es la probabilidad de que el peligro se materialice y cause consecuencias negativas. No obstante, debido a la situación geográfica de México pocas regiones padecen de nevadas, siendo más acentuado este fenómeno en regiones altas como montañas o sierras; por lo tanto, en el estado de Hidalgo este tipo de tormentas es poco frecuente (Coordinación Nacional de Protección Civil, 2022).

Este tipo de fenómenos pueden traer consigo una serie de afectaciones importantes como:

- Enfermedades respiratorias.
- Hipotermia.
- Apagones.
- Taponamiento de drenajes.
- Bloqueo de caminos.
- Congelamiento de la red de agua potable.
- Daños a cultivos.
- Muerte de ganado.

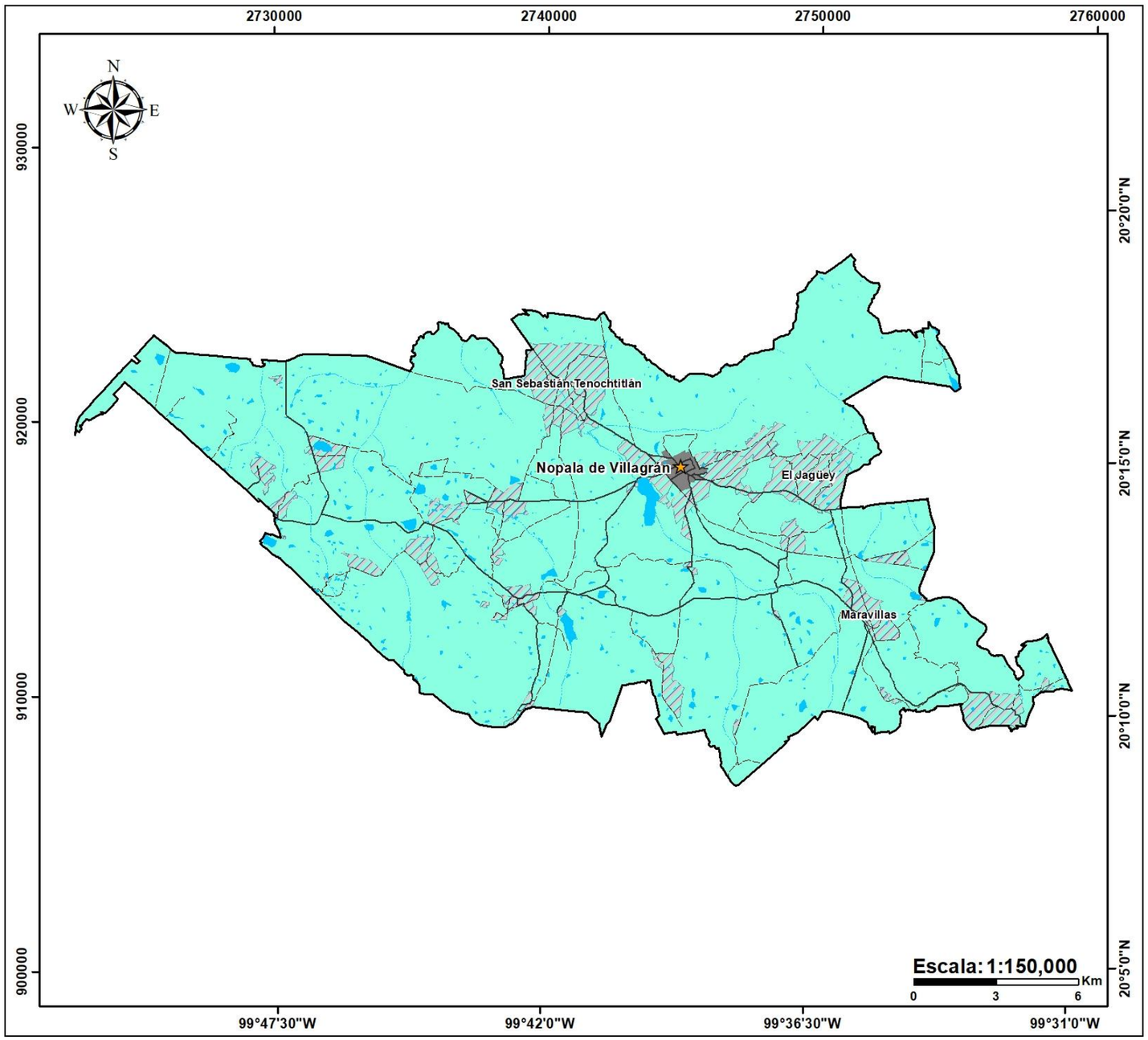
De acuerdo a datos obtenidos del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), el municipio cuenta con riesgo muy bajo de ocurrencia de estos fenómenos.

En el caso de estos fenómenos es importante tomar medidas adecuadas como:

- Vestir varias capas de prendas.
- Cubrirse boca y nariz.
- Comer frutas ricas en vitamina C.
- Tomar líquidos calientes.

Tormenta de nieve en México (El Sol de México, 2025).

Mapa de peligro por nevada



Simbología

Peligro
- Muy alto
- Alto
- Medio
- Bajo
- Muy bajo

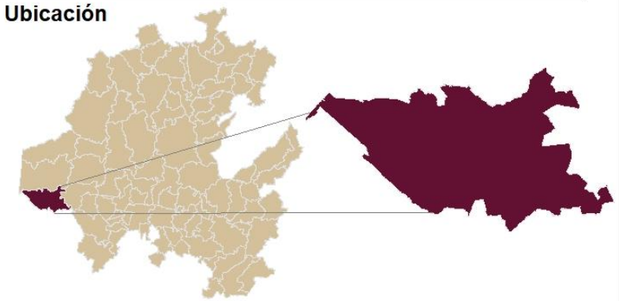
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

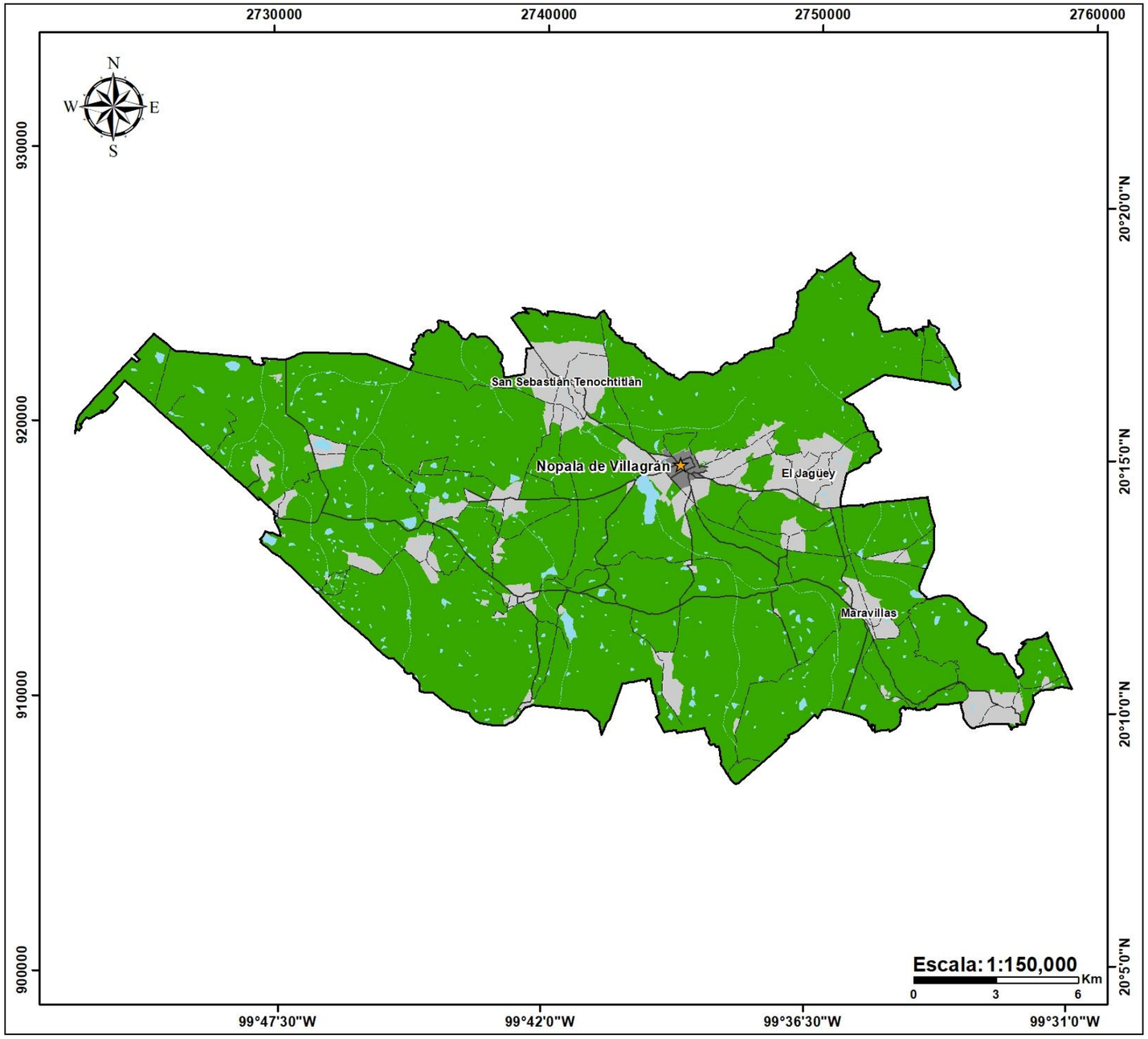
Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

PpN - Peligro por nevada

Mapa de riesgo por nevada



Simbología

Riesgo
- Muy alto
- Alto
- Medio
- Bajo
- Muy bajo

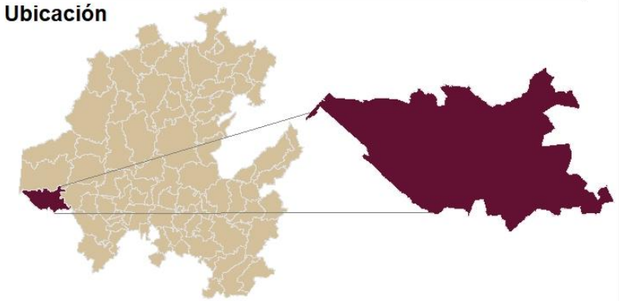
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

RpN - Riesgo por nevada

Análisis de exposición ante heladas

Las heladas constituyen un fenómeno hidrometeorológico caracterizado por el descenso de la temperatura del aire a 0 °C o menos, lo que puede generar congelamiento superficial y daños en tejidos vegetales, infraestructura y salud humana (OMM, 2018). En regiones donde la frecuencia anual es elevada como en el caso del municipio analizado, con 61 a 120 días con helada por año el fenómeno forma parte estructural del régimen térmico local (SMN, 2023).

Desde la perspectiva del análisis de peligros, cuando la recurrencia anual es alta, el enfoque debe orientarse no solo a la probabilidad de ocurrencia, sino a la susceptibilidad ecológica y social de los elementos expuestos (CENAPRED, 2014).

Las bajas temperaturas inducen estrés fisiológico en las plantas debido a la formación de hielo en espacios intercelulares, lo que provoca deshidratación celular y, en casos severos, ruptura de membranas (OMM, 2018). No obstante, la respuesta varía según el tipo de cobertura vegetal y su adaptación ecológica.

Bosque de encino y vegetación secundaria asociada

Las especies de encino (Quercus spp.) presentes en bosques templados muestran adaptaciones fisiológicas al frío, tales como endurecimiento invernal y mecanismos de tolerancia al congelamiento. Estas comunidades forestales, propias de climas templados subhúmedos y semifríos, presentan bajo grado de afectación estructural representado de color verde, aunque pueden experimentar estrés en plántulas y regeneración natural durante eventos de helada intensa (CONAFOR, 2020).

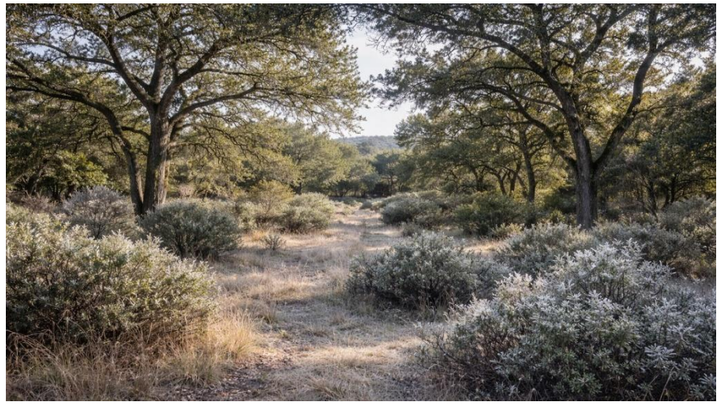


Imagen ilustrativa del bosque de encino y vegetación secundaria (Fuente propia, 2026).

Matorral crasicaule y desértico rosetófilo

Los matorrales presentan adaptaciones a amplitudes térmicas elevadas; sin embargo, especies suculentas pueden sufrir necrosis en tejidos carnosos bajo heladas prolongadas. El grado de afectación se considera medio representado en color amarillo, particularmente en brotes jóvenes o en individuos expuestos en microambientes abiertos.

Imagen ilustrativa de matorral crasicaule y desértico rosetófilo (Fuente propia, 2026).

Pastizales naturales e inducidos

Los pastizales naturales poseen alta capacidad de rebrote debido a la presencia de estructuras subterráneas protegidas (rizomas y raíces profundas). Por ello, el impacto directo suele ser bajo representado en verde, con recuperación estacional posterior.

Imagen ilustrativa de pastizal natural e inducido (Fuente propia, 2026).

Afectaciones en áreas agrícolas

El sector agrícola representa el componente más vulnerable frente a heladas recurrentes. Los cultivos anuales, especialmente en sistemas de temporal, carecen de mecanismos fisiológicos de tolerancia al congelamiento, lo que puede generar pérdidas parciales o totales dependiendo de la fase fenológica (CENAPRED, 2014).

Las heladas tempranas o tardías afectan etapas críticas como germinación, floración y fructificación. En cultivos permanentes o frutales, el daño puede comprometer la

producción del ciclo completo. Por ello, las coberturas clasificadas como:

- Agricultura de temporal anual.
- Agricultura de riego anual.
- Agricultura mixta (anual y permanente).

Presentan grado de afectación alto representado en color rojo, dependiendo del tipo de cultivo y manejo agronómico.

Imagen ilustrativa de áreas agrícolas (Fuente propia, 2026).

Población expuesta y vulnerabilidad social

Desde el enfoque de gestión del riesgo, la afectación por heladas no se limita a la vegetación. La población constituye un elemento clave de exposición, especialmente en:

- Comunidades rurales de alta altitud.
- Viviendas con baja eficiencia térmica.
- Población adulta mayor y menores de edad.
- Trabajadores agrícolas y personas que realizan actividades al aire libre.

Las bajas temperaturas prolongadas incrementan el riesgo de enfermedades respiratorias, hipotermia y complicaciones cardiovasculares por lo cual se representa en color rojo (Secretaría de Salud, 2022). Además, la pérdida de cultivos puede traducirse en impactos económicos directos sobre hogares cuya principal fuente de ingreso depende de la producción agrícola.

Imagen ilustrativa de áreas enfermedades respiratorias y cardiovasculares (Fuente propia, 2026).

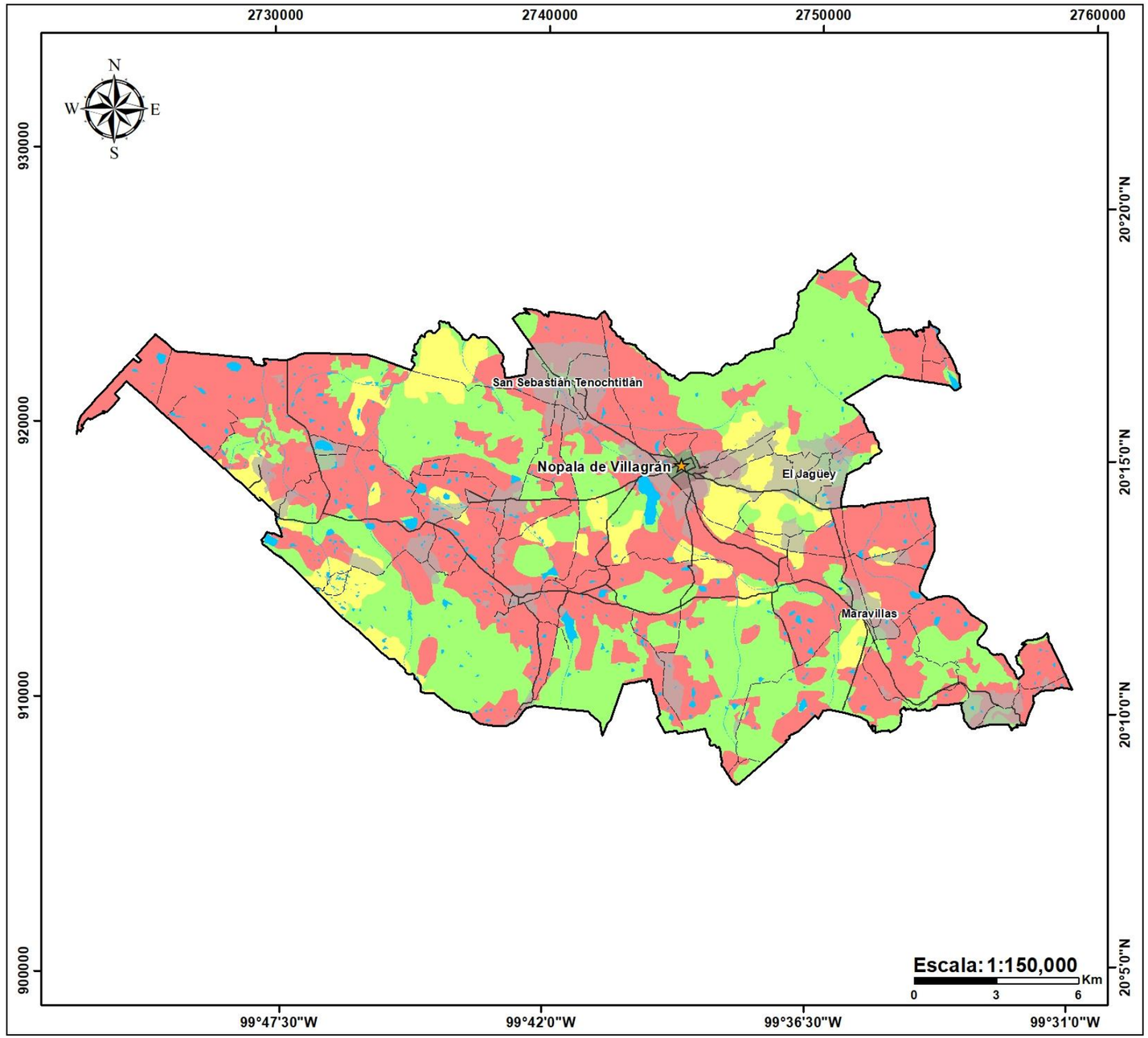
CENAPRED (2014) señala que, en fenómenos de alta recurrencia anual como las heladas, la vulnerabilidad social puede incrementarse cuando existen condiciones de marginación, precariedad habitacional y dependencia económica del sector primario.

En un escenario con aproximadamente 90.5 días promedio de helada al año:

- La vegetación forestal natural presenta adaptación ecológica y afectación baja.
- Los matorrales y pastizales muestran afectación moderada con capacidad de recuperación.
- La agricultura constituye el sector más vulnerable.
- La población rural y grupos sensibles representan el componente social más expuesto.

Por tanto, el análisis del riesgo por heladas debe centrarse en la interacción entre régimen térmico, uso del suelo y condiciones socioeconómicas, priorizando medidas de adaptación agrícola, mejora de vivienda rural y sistemas de alerta temprana.

Mapa de análisis de exposición ante heladas



Simbología

Exposición
- Alto
- Medio
- Bajo

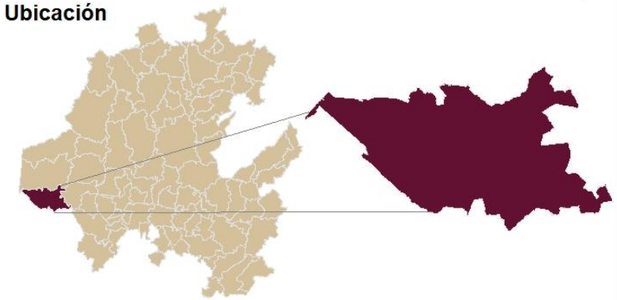
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

Adeah - Análisis de exposición ante heladas

Tormentas eléctricas

Evaluación de la probabilidad por tormentas electricas

El análisis del peligro por tormentas eléctricas se realizó mediante un enfoque cuantitativo basado en la modelación estadística de frecuencias anuales. Las tormentas eléctricas se consideran una variable discreta de conteo, ya que su ocurrencia se registra como número de días por año en que se presenta el fenómeno.

En estudios climatológicos y de análisis de riesgo, cuando los eventos ocurren de manera independiente y mantienen una tasa media aproximadamente constante en el tiempo, su comportamiento puede modelarse mediante la distribución de Poisson (Montgomery & Runger, 2014; Walpole et al., 2012). Este modelo probabilístico es ampliamente utilizado para describir la ocurrencia de fenómenos perturbadores discretos en intervalos temporales definidos.

Asimismo, la aplicación de métodos probabilísticos en la elaboración de Atlas de Riesgos es consistente con los lineamientos técnicos establecidos para la caracterización del peligro (CENAPRED, 2014).

Metodología

El proceso puede modelarse mediante una distribución de Poisson, ampliamente utilizada en climatología para el análisis de eventos poco o moderadamente frecuentes.

La función de probabilidad se define como:

$$P(X = k) = \frac{e^{-\lambda}\lambda^{k}}{k!}$$

Donde:

- X = Número de días con tormenta eléctrica en un año.
- k = Número específico de días.
- λ = Tasa media anual de ocurrencia.
- e = Base del logaritmo natural.

La frecuencia anual de tormentas eléctricas se obtuvo a partir de información climatológica oficial. El municipio presenta un intervalo histórico de 10 a 19 días con tormenta eléctrica por año, de acuerdo con registros climatológicos disponibles (SMN, 2023).

En climatología, cuando la información se expresa en forma de rango, puede emplearse el valor medio del intervalo como estimador representativo de la tasa media anual (OMM, 2018).

Para efectos de modelación probabilística, se adopta como estimador de la tasa media el valor central del intervalo:

$$\lambda = \frac{10 + 19}{2} \rightarrow \boldsymbol{\lambda = 14.4 días/año}$$

Este valor representa el número esperado de días con tormenta eléctrica en un año climatológicamente promedio.

Probabilidad anual de ocurrencia

En el contexto de un Atlas de Riesgos, la probabilidad relevante es la ocurrencia de al menos un evento en el año, la cual se expresa como:

$$P(X \geq 1) = 1$$

Para la distribución de Poisson:

$$P(X = 0) = e^{-\lambda}$$

Sustituyendo el valor estimado:

$$P(X \geq 1) = 1 - e^{-14.5}$$

El término exponencial $e^{-14.5}$ es aproximadamente $5x10^{-7}$ por lo que:

$$P(X \geq 1) \approx \mathbf{0.995}$$

Resultados

El resultado obtenido indica que la probabilidad anual de ocurrencia de tormentas eléctricas es prácticamente del 100%, lo que confirma que se trata de un fenómeno atmosférico recurrente dentro del régimen climatológico local.

Desde la perspectiva meteorológica:

- La frecuencia media de *14.5 días/año* sugiere un entorno con condiciones favorables recurrentes de inestabilidad convectiva.
- La ocurrencia anual no puede considerarse esporádica ni excepcional.
- El fenómeno forma parte del comportamiento estacional típico del municipio.

En términos de análisis de peligro, cuando la tasa media anual supera los cinco eventos por año, la probabilidad de ocurrencia anual tiende matemáticamente a la unidad. Por ello, para una caracterización más fina del peligro, resulta metodológicamente más pertinente evaluar probabilidades de excedencia asociadas a umbrales superiores (por ejemplo, ≥15 días), lo cual permite identificar años con actividad convectiva intensificada.

Peligro por tormenta eléctrica

Las tormentas eléctricas son fenómenos atmosféricos originados en nubes convectivas, caracterizados por la presencia de rayos y truenos, así como por la generación de vientos intensos, lluvias fuertes, granizo e incluso nieve lo que representa un riesgo para la población y la infraestructura. Tienen una duración que va de minutos a horas y afectan áreas localizadas (OMM, 1993). En México, se presentan principalmente durante el verano y se concentran en regiones montañosas como las Sierras Madre y el Sistema Volcánico Transversal, con un promedio de 30 días al año y máximos de hasta 100 en algunas zonas (Vidal, 2007).

Imágen ilustrativa tormenta eléctrica (National Geographic, 2023).

El peligro por tormenta eléctrica se refiere a los efectos adversos asociados a la ocurrencia de descargas eléctricas atmosféricas, incluyendo daños a la infraestructura, interrupciones en el suministro eléctrico, incendios, afectaciones a equipos electrónicos y riesgos directos para la población.

El mapa de peligro por tormenta eléctrica del municipio se elaboró a partir del análisis del promedio anual de descargas eléctricas de nube a tierra durante un periodo de diez años (2006-2016), utilizando datos del repositorio del Atlas Climatológico del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM y realizado por CENAPRED. Los resultados indican que el municipio presenta un nivel de peligro bajo, lo que sugiere que la ocurrencia de tormentas eléctricas es relativamente limitada y que, si bien pueden registrarse descargas ocasionales, estas generalmente no generan daños significativos ni representan un riesgo elevado para la población o la infraestructura. No obstante, es fundamental comprender cómo se forman las tormentas eléctricas y cuáles son sus características, con el fin de minimizar sus efectos sobre la vida humana, los bienes materiales y el entorno natural, especialmente en zonas donde su ocurrencia es frecuente y el riesgo es elevado.

Vulnerabilidad por tormenta eléctrica

Se refiere al grado de exposición y susceptibilidad de las personas, comunidades y sistemas socioambientales frente a sus efectos. Esta no depende únicamente de la ocurrencia del fenómeno, sino también de factores sociales, económicos, ambientales y de infraestructura que influyen en la capacidad de anticipación, respuesta y recuperación (IPCC, 2021). La vulnerabilidad se incrementa en contextos de pobreza y desigualdad, debido a la limitada capacidad de adaptación, el menor acceso a infraestructura adecuada y a información sobre medidas de autoprotección. Además, el cambio climático puede contribuir al aumento en la intensidad y frecuencia de estos eventos, incrementando los riesgos asociados (NOAA, 2023; IPCC, 2021). Con base en el análisis de estas condiciones, en el municipio se identificaron cinco sistemas expuestos a las tormentas eléctricas. Los impactos pueden manifestarse en daños directos a la infraestructura y a los componentes físicos de los sistemas, así como en afectaciones indirectas a la seguridad de la población y a la continuidad de sus actividades, particularmente por la exposición a descargas eléctricas, vientos intensos y precipitaciones asociadas, lo que incrementa el nivel de vulnerabilidad frente a este fenómeno.

Cantidad		Tipo
Red eléctrica	2	Dos líneas de torres
	1	Más de dos líneas de torres
	>5	Una línea de postería sencilla
	3	Una línea de torres
5,025		Viviendas con electricidad

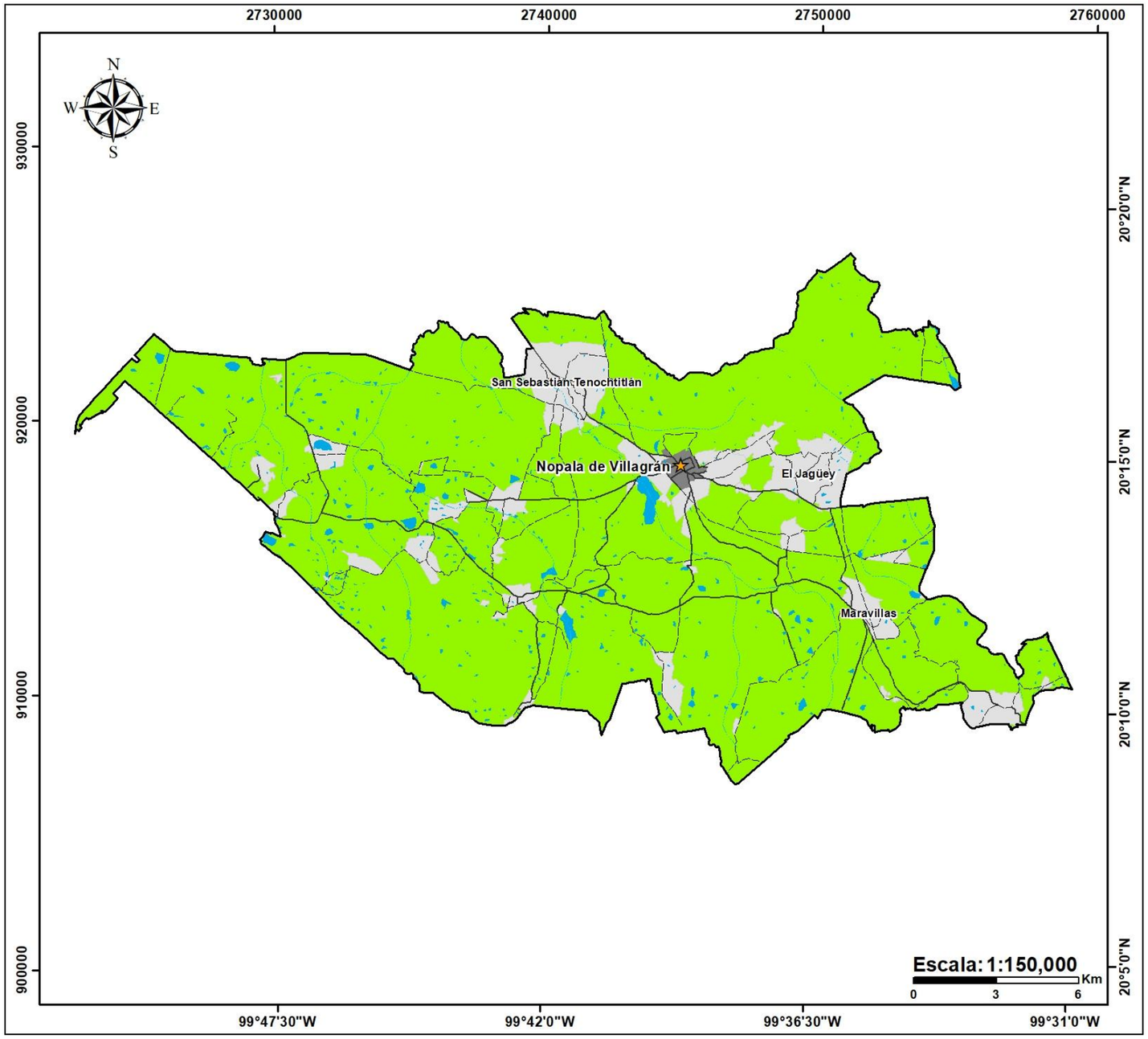
Sistemas expuestos ante tormentas eléctricas (elaboración propia, con datos de INEGI 2020).

Reducir esta vulnerabilidad, exige combinar infraestructura apropiada, planificación preventiva, educación comunitaria y una respuesta institucional eficaz. Un enfoque integral permite disminuir daños, proteger a la población y garantizar la continuidad de los servicios esenciales.

Riesgo por tormenta eléctrica

El riesgo por tormentas eléctricas resulta de la interacción entre la intensidad del fenómeno y el nivel de exposición de la población, la infraestructura y las actividades económicas, siendo más frecuente durante las tardes de verano (CENAPRED, 2020). En el municipio, este riesgo se considera bajo; no obstante, es necesario mantener la vigilancia, actualizar los protocolos de emergencia y difundir información preventiva para asegurar una respuesta oportuna ante posibles eventos.

Mapa de peligro por tormenta eléctrica



Simbología

Peligro
- Muy alto
- Alto
- Medio
- Bajo
- Muy bajo

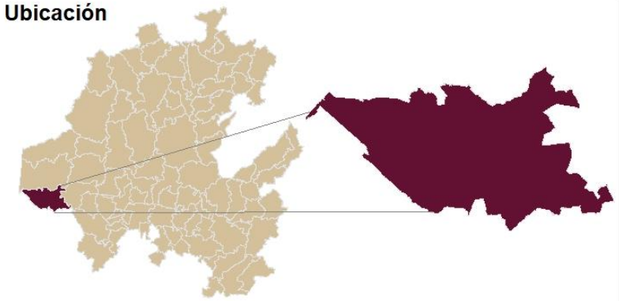
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

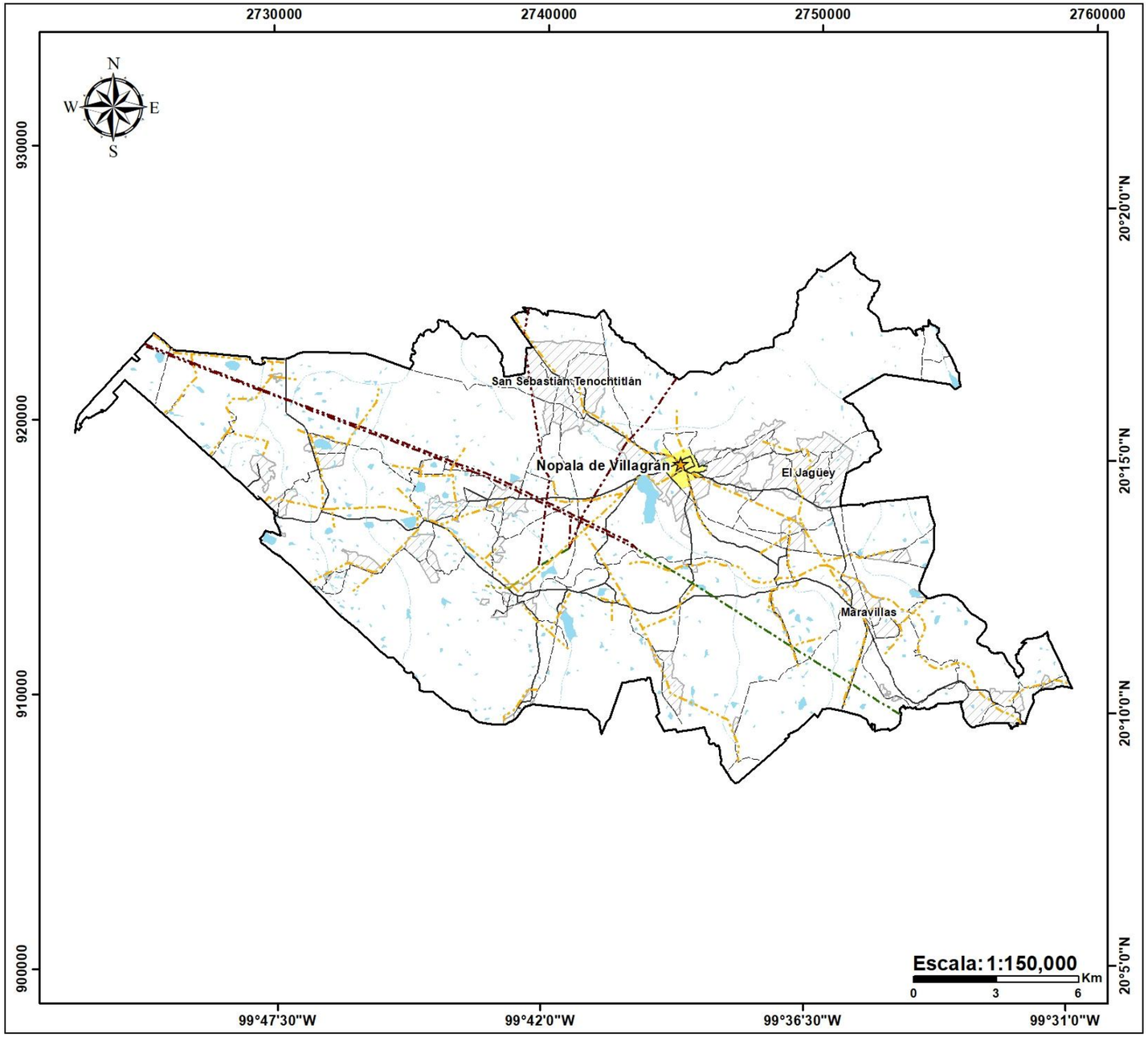
Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

PpTE - Peligro por tormenta eléctrica

Mapa de vulnerabilidad por tormenta eléctrica



Simbología

Vulnerabilidad
- Dos líneas de torres
- Más de dos líneas de torres
- Una línea de postería sencilla
- Una línea de torres

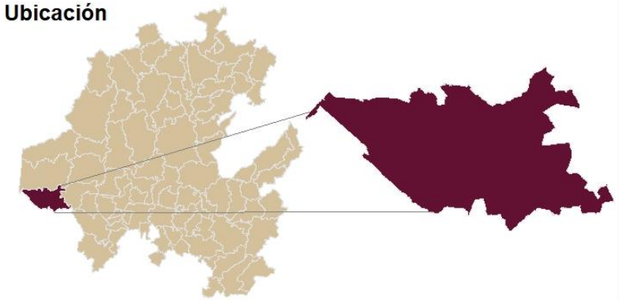
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

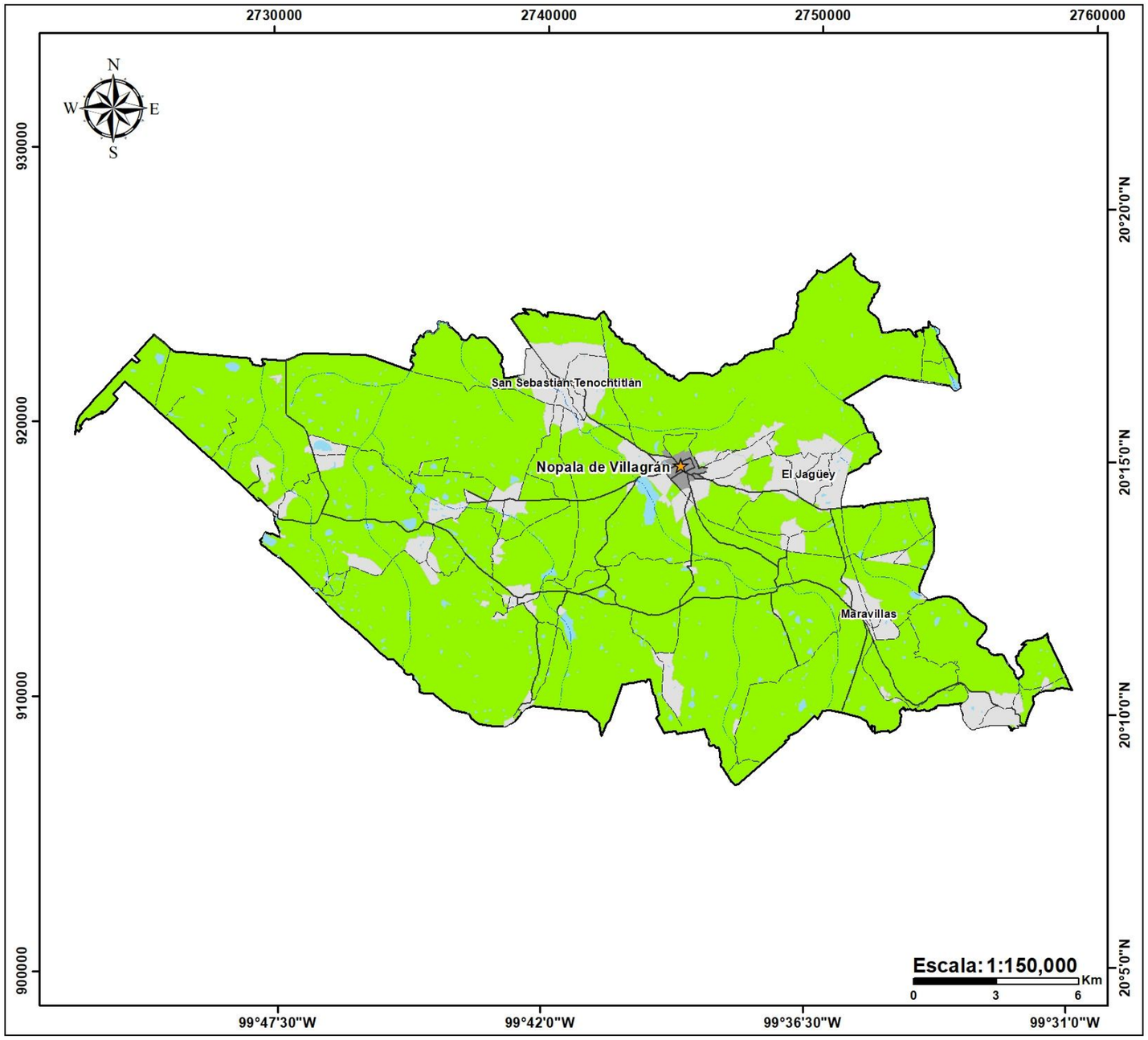
Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

VpTE - Vulnerabilidad por tormenta eléctrica

Mapa de riesgo por tormenta eléctrica



Simbología

Riesgo
- Muy alto
- Alto
- Medio
- Bajo
- Muy bajo

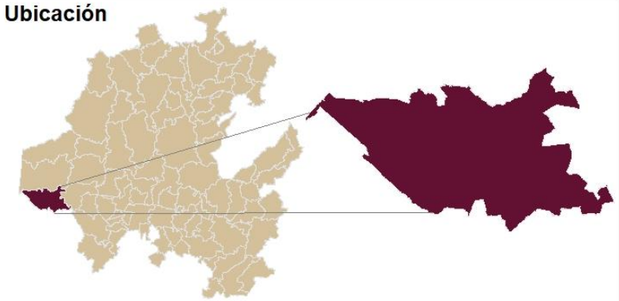
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

RpTE - Riesgo por tormenta eléctrica

Tornados

Peligro por tornados

De acuerdo con el Servicio Meteorológico de los Estados Unidos de América (NWS, 1992), los tornados se forman cuando chocan masas de aire con diferentes características físicas de densidad, temperatura, humedad y velocidad. Un tornado es la perturbación atmosférica más violenta en forma de vórtice, el cual aparece en la base de una nube de tipo cumulonimbus, la presencia de este fenómeno se percibe entre los meses de febrero a octubre, siendo abril, junio y agosto los meses con mayor actividad asociado a la temporada de lluvias. Cuando una tormenta se aproxima, el ambiente se oscurece repentinamente, hay un descenso en la temperatura y se escucha un zumbido similar al de un enjambre de abejas (González, 2010).

El peligro por tornado se refiere a la probabilidad de que ocurra este fenómeno en una región y a los daños potenciales que este puede ocasionar, ya sean afectaciones a la infraestructura, interrupciones en vías de comunicación, riesgos para la salud y pérdidas económicas.

De acuerdo a datos obtenidos del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), el municipio cuenta con un peligro bajo de que ocurran estos fenómenos.

Vulnerabilidad por tornados

La vulnerabilidad por tornado se refiere a qué tan susceptible es una persona, comunidad o infraestructura a sufrir daños cuando ocurre el fenómeno, en otras palabras, si el tornado atraviesa una zona, qué tan afectada puede resultar juntamente con la población que la habita (Coordinación Nacional de Protección Civil, 2022).

En el caso de estos fenómenos es importante tomar medidas adecuadas como:

- No salir de casa.
- No acercarse a puertas y ventanas.
- Permanecer en el piso o en cuclillas.
- Refugiarse en un lugar seguro.
- Colocarse en las esquinas de las casas.

De acuerdo a datos obtenidos del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), el municipio cuenta con un índice de vulnerabilidad medio de que ocurran estos fenómenos.

Riesgo por tornados

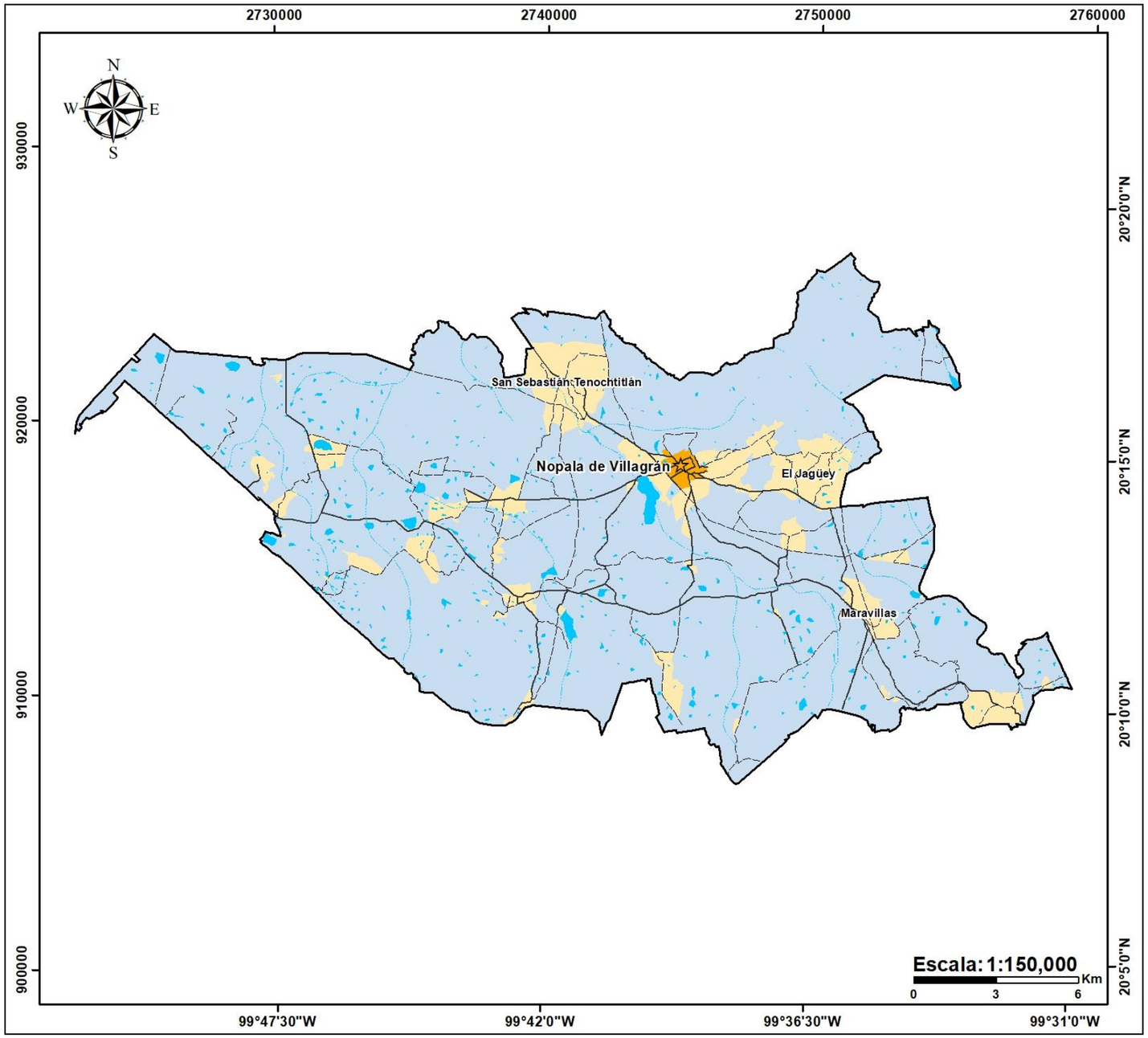
El riesgo por tornado es la probabilidad de que el peligro se materialice y cause consecuencias negativas. Los tornados se presentan en cualquier época y hora del año. En México su probabilidad de ocurrencia se extiende por todo el territorio nacional, sin embargo, los más fuertes han sido en el norte del país (Prieto González, 2010). Este tipo de fenómenos pueden traer consigo una serie de afectaciones importantes como:

- Daños a viviendas.
- Apagones.
- Lesiones.
- Daños a cultivos.
- Muerte de ganado.
- Pérdidas humanas.

De acuerdo a datos obtenidos del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), el municipio cuenta con un riesgo bajo de que ocurran estos fenómenos.

Tornados (National geographic, 2022).

Mapa de peligro por tornado



Simbología

Peligro
- Muy alto
- Alto
- Medio
- Bajo
- Muy bajo
- Nulo

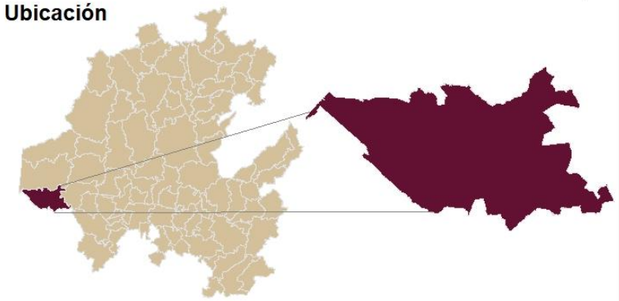
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

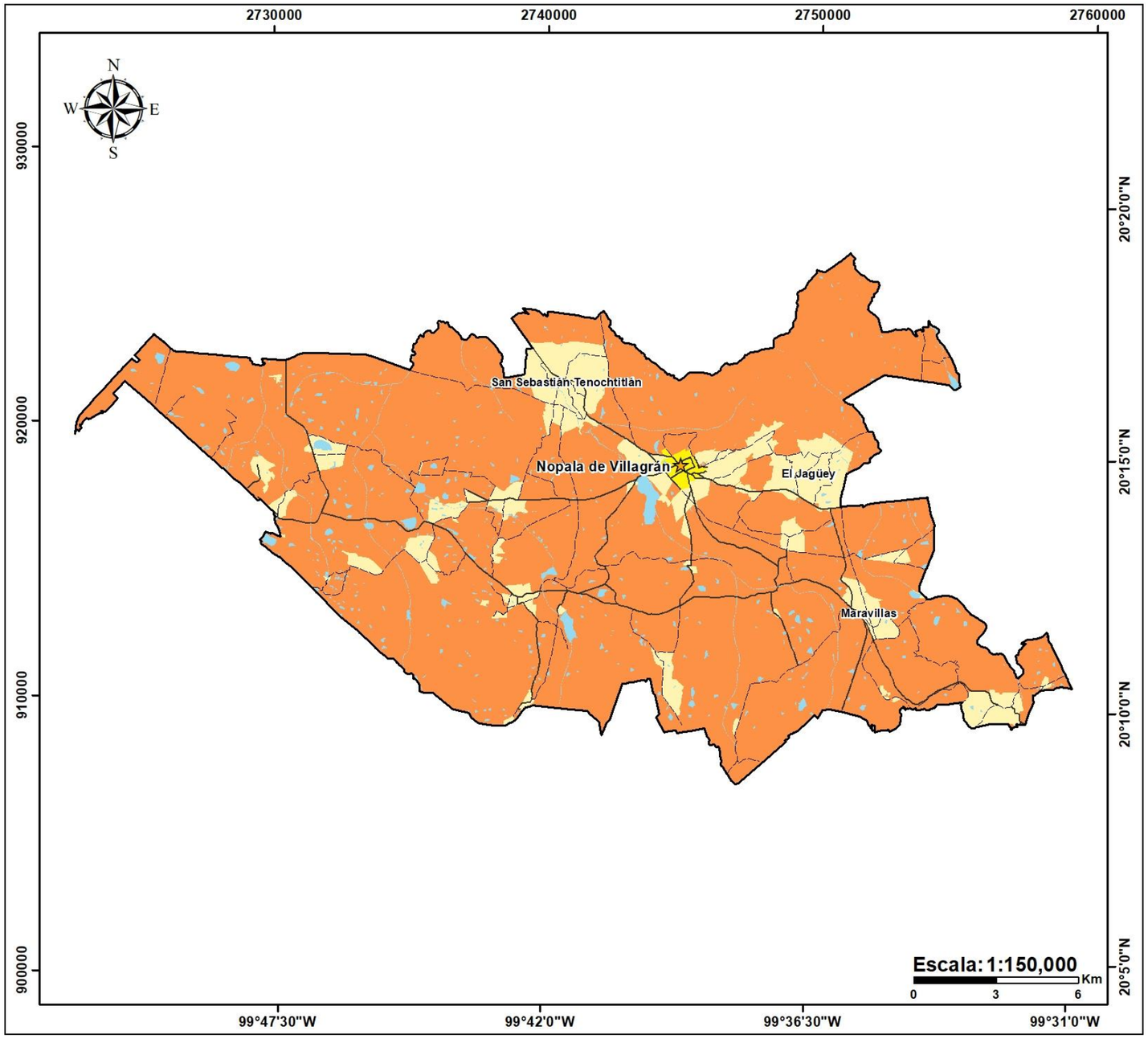
Elipsoide	GRS80
Proyección	ITRF08 LCC
Gradícula	Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal	Mexicano época 2010.0
Zona UTM	14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

PpT - Peligro por tornado

Mapa de vulnerabilidad por tornado



Simbología

Vulnerabilidad
- Muy alto
- Alto
- Medio
- Bajo
- Muy bajo

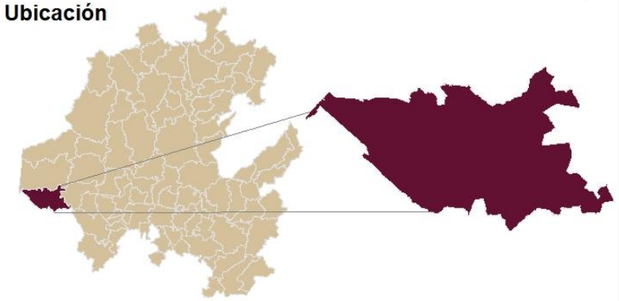
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

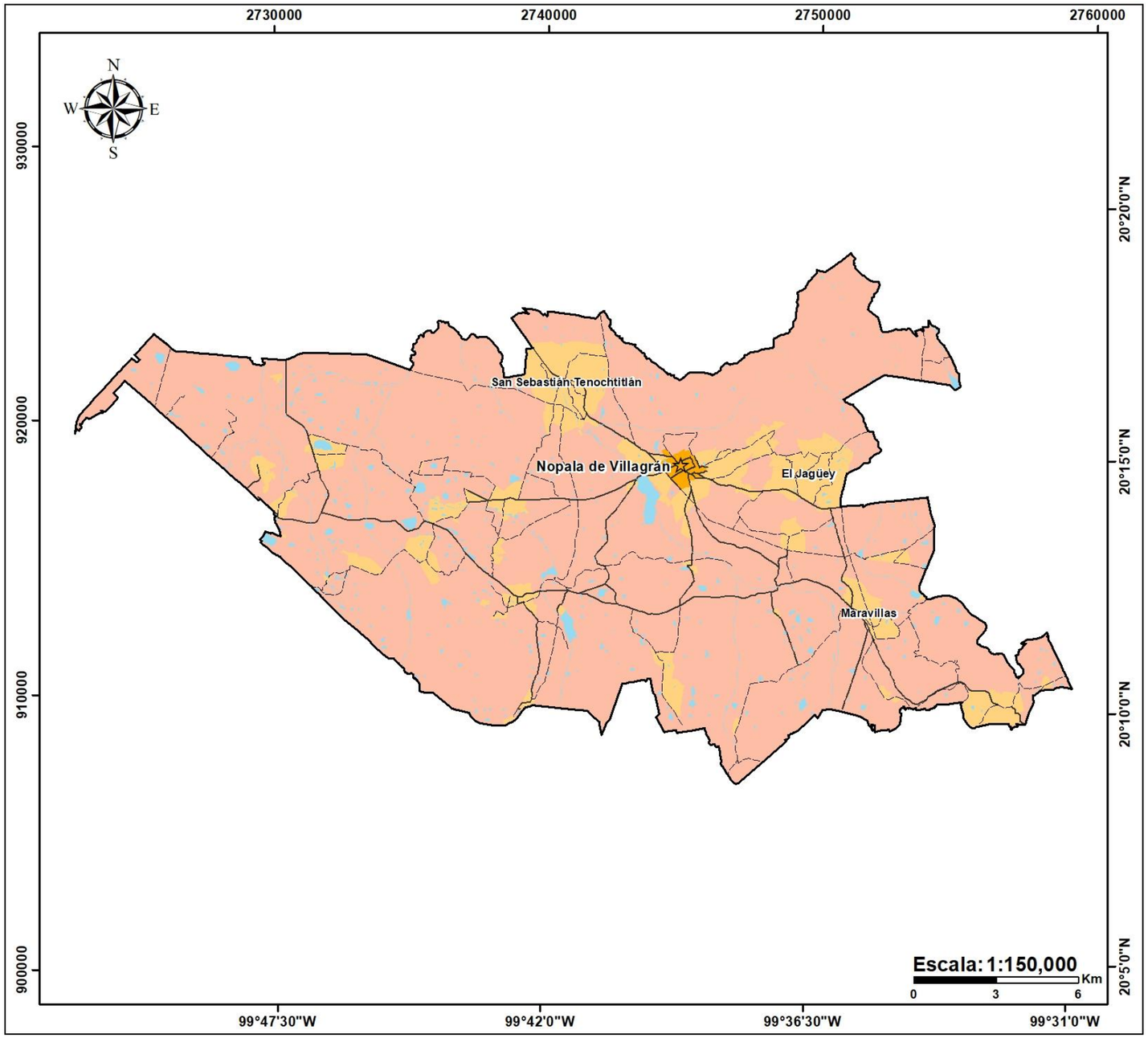
Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

VpT - Vulnerabilidad por tornado

Mapa de riesgo por tornado



Simbología

Riesgo
- Muy alto
- Alto
- Medio
- Bajo
- Muy bajo
- Nulo

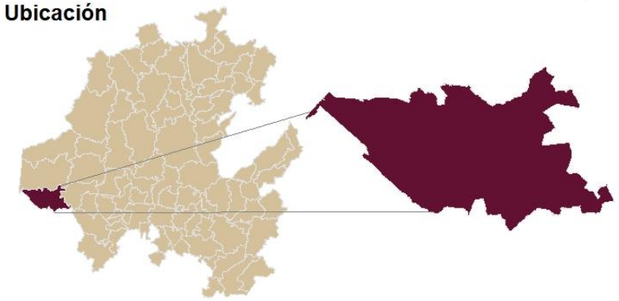
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

RpT - Riesgo por tornados

Tormentas de polvo

Amenaza por tormentas de polvo

De acuerdo con el National Environmental Satellite, Data, and Information Service (NESDIS, s. f.), durante una tormenta de polvo se forma una pared de partículas y escombros que es arrastrada por los fuertes vientos asociados a tormentas eléctricas hacia una zona determinada. Esta puede extenderse por varios kilómetros de longitud y alcanzar varios miles de metros de altura, generando impactos significativos en la visibilidad, la calidad del aire y la vida cotidiana de la población expuesta.

Este fenómeno es más común en regiones secas, donde la combinación de factores geográficos y la escasa cobertura vegetal favorecen su aparición. Por ejemplo, en zonas llanas con poca vegetación, los vientos pueden intensificarse y arrastrar grandes cantidades de polvo hacia la atmósfera. Estas tormentas suelen presentarse con mayor frecuencia durante la temporada seca, cuando la humedad del suelo disminuye y la superficie queda expuesta, facilitando que el viento levante las partículas finas.

Durante su desarrollo, las tormentas de polvo pueden reducir significativamente la visibilidad, lo que representa un riesgo tanto para conductores como para peatones. Asimismo, las partículas suspendidas en el aire pueden afectar la salud, en especial a personas con padecimientos respiratorios, ya que la inhalación de polvo puede irritar las vías respiratorias y agravar enfermedades preexistentes.

Aunque las tormentas de polvo pueden ser eventos breves, con una duración de apenas unos minutos, el material particulado que levantan puede permanecer en suspensión durante días o incluso meses, generando diversos impactos ambientales y sociales. La pared inicial de polvo y escombros puede formarse de manera repentina, sorprendiendo a la población y dificultando la movilidad. La reducción extrema de la visibilidad incrementa el riesgo de accidentes viales y representa un peligro para la aviación, ya que puede afectar la operación de aeronaves y provocar retrasos o cancelaciones de vuelos. Además, el polvo suspendido en el aire puede ocasionar problemas de salud al ser inhalado, particularmente en personas con enfermedades respiratorias como el asma (NESDIS, s. f.).

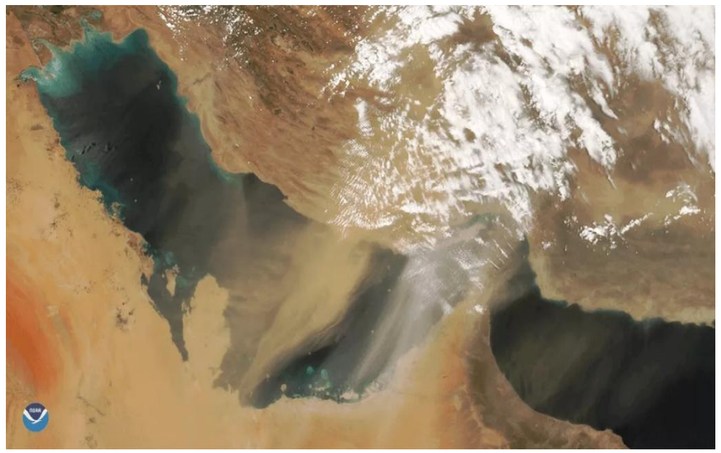


Imagen satelital de una tormenta de polvo (NOAA/NESDIS, 2018)

En la actualidad, no se dispone de información digital que permita la elaboración de un mapa detallado sobre la ocurrencia de tormentas de arena o polvo en el municipio. No obstante, esta ausencia de datos no descarta la posibilidad de que dichos fenómenos puedan presentarse, ya que las condiciones climáticas y geográficas de la región podrían favorecer su desarrollo. Por ello, aun cuando no es posible representar gráficamente su distribución espacial, historial o frecuencia, se recomienda mantener una vigilancia permanente ante la posible ocurrencia de este tipo de eventos meteorológicos.

Asimismo, la implementación de medidas de prevención y mitigación resulta fundamental. La plantación de árboles, la restauración de tierras degradadas y la gestión sostenible del suelo y del agua constituyen estrategias clave para combatir la desertificación. Estas acciones contribuyen a incrementar la cobertura vegetal, mejorar la estabilidad y fertilidad del suelo y favorecer la conservación del agua, lo que reduce los procesos de erosión y disminuye la cantidad de partículas sueltas susceptibles de ser transportadas por el viento (CENAPRED, 2019).

Vulnerabilidad física por vientos

La población en general se encuentra expuesta a diversos fenómenos naturales de gran poder destructivo, entre los que destacan los vientos. Su ocurrencia e intensidad dependen de factores atmosféricos como las diferencias de presión y temperatura, y aunque se presentan de manera constante, adquieren especial relevancia aquellos que alcanzan altas velocidades, generalmente asociados a fenómenos extremos como huracanes y tormentas severas.

La infraestructura construida por el hombre como las viviendas, hospitales, escuelas, edificios públicos, vías de comunicación, entre otros, pueden verse afectadas por la acción del viento. Sin embargo, para el análisis de la vulnerabilidad se centra en el sector vivienda, dado que constituye uno de los ámbitos más significativos en cuestiones infraestructurales y donde se registran cuantiosas pérdidas económicas y sociales cada año.

El daño que puede sufrir una vivienda depende de factores externos propios del entorno físico y constructivo, por lo que la evaluación de la vulnerabilidad de la edificación ante vientos fuertes requiere considerar los efectos de las presiones ejercidas por el viento sobre las estructuras, así como de las características de sus elementos estructurales. En particular, las viviendas de bajo costo presentan una alta vulnerabilidad física debido al uso de materiales de baja calidad, deficiencias constructivas y ausencia de supervisión técnica, lo que incrementa la probabilidad de daño ante vientos extremos.

De acuerdo con el mapa de velocidades regionales de la República Mexicana (CFE, 1993), las isotacas en el estado de Hidalgo en un periodo de retorno de 200 años rondan entre 130 y 150 km/h a una altura de 10 metros sobre el terreno, lo que evidencia la necesidad de evaluar la resistencia de las edificaciones frente a este fenómeno.

La metodología de evaluación se fundamenta en los lineamientos establecidos por el CENAPRED (Ver Cap. XI. Vulnerabilidad física por vientos). Esta metodología considera tanto las presiones ejercidas por el viento sobre las estructuras como las características constructivas de techos, muros, bardas y portones. Del mismo modo las bardas de colindancia, aunque no formen parte de la estructura principal de la vivienda, se incluyen como elementos estructurales relevantes.

Para una valoración precisa se requiere inspección en campo, clasificando cada vivienda según su sistema estructural y materiales empleados. Entre los tipos de mampostería más comunes, se encuentran el tabique de barro recocido, multiperforado, hueco, piezas macizas de cemento-arena, bloque hueco de concreto y piedra natural.

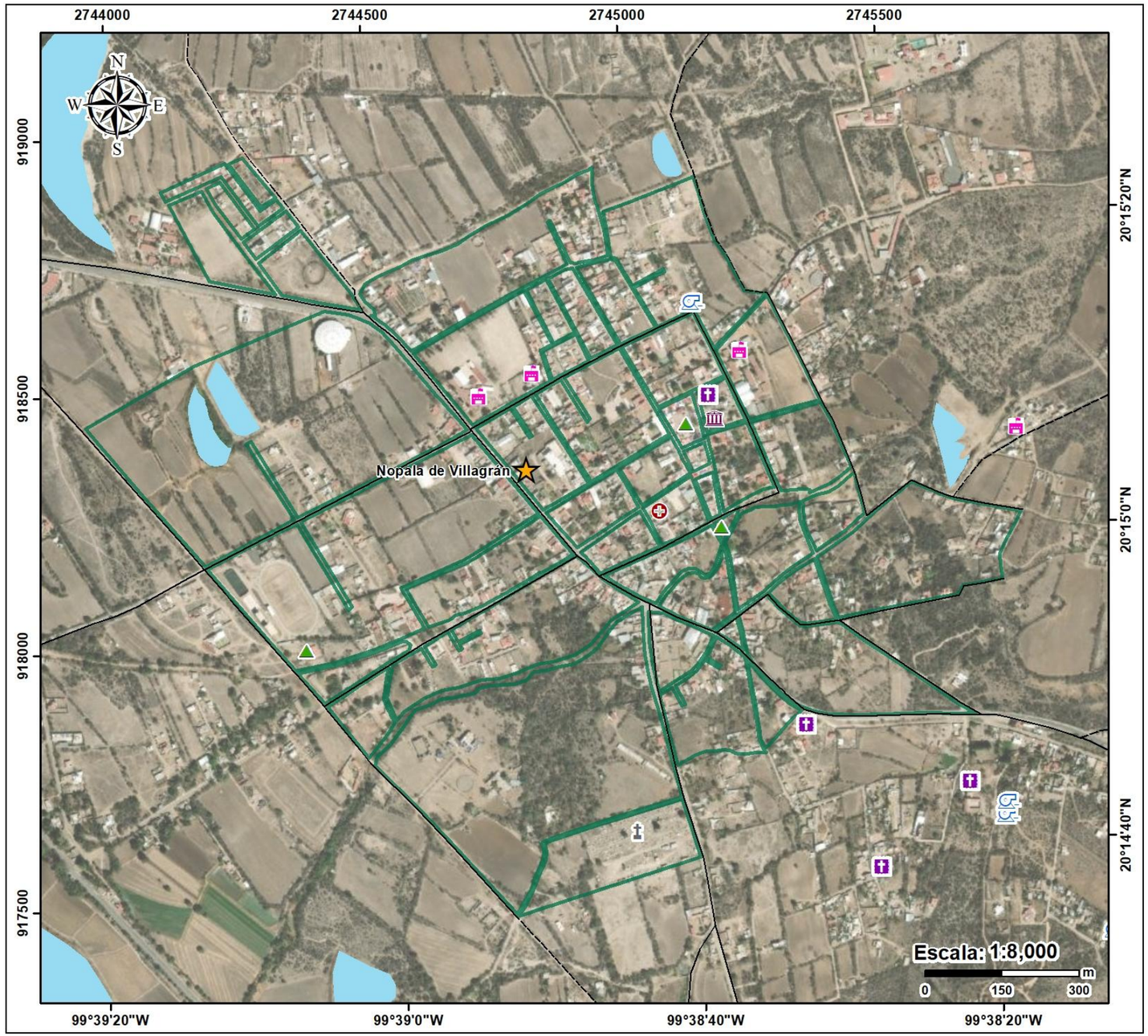
A partir de estos criterios, las viviendas pueden clasificarse en distintos niveles de vulnerabilidad: desde aquellas con mampostería adecuadamente confinada y reforzada, hasta las que presentan deficiencias de confinamiento o carecen de refuerzos estructurales. Esta clasificación permite evaluar cualitativamente la susceptibilidad de daño ante la acción del viento y establecer medidas de prevención.

Finalmente, cabe señalar que las irregularidades topográficas también pueden modificar la intensidad del fenómeno, mientras que en zonas urbanas densamente edificadas la rugosidad generada por las construcciones puede amortiguar las ráfagas, reduciendo la probabilidad de daños.

En el caso del municipio, tras realizar el reconocimiento de las viviendas y efectuar los cálculos correspondientes para determinar su nivel de vulnerabilidad, se obtuvo un valor muy bajo. Sin embargo, este resultado no implica que en el futuro no puedan presentarse cambios en las condiciones climáticas del área que afecten de manera considerable a la población.

Infraestructura del municipio (Elaboración propia, 2025).

Mapa de vulnerabilidad física por vientos, cabecera municipal



Simbología

Vulnerabilidad
- Muy alta
- Alta
- Media
- Baja
- Muy baja

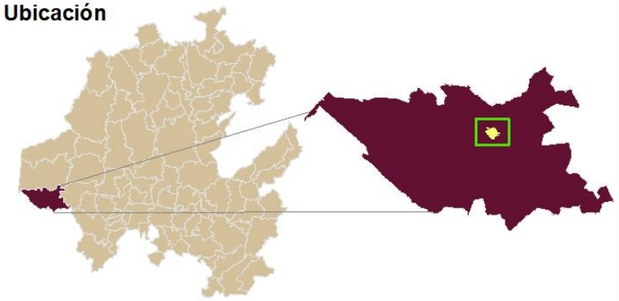
Sitios de interés
- Cementerio
- Centro de Asistencia Médica
- Escuela
- Instalación Gubernamental
- Plaza
- Tanque de Agua
- Templo

Límites políticos
- Cabecera municipal

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas
Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

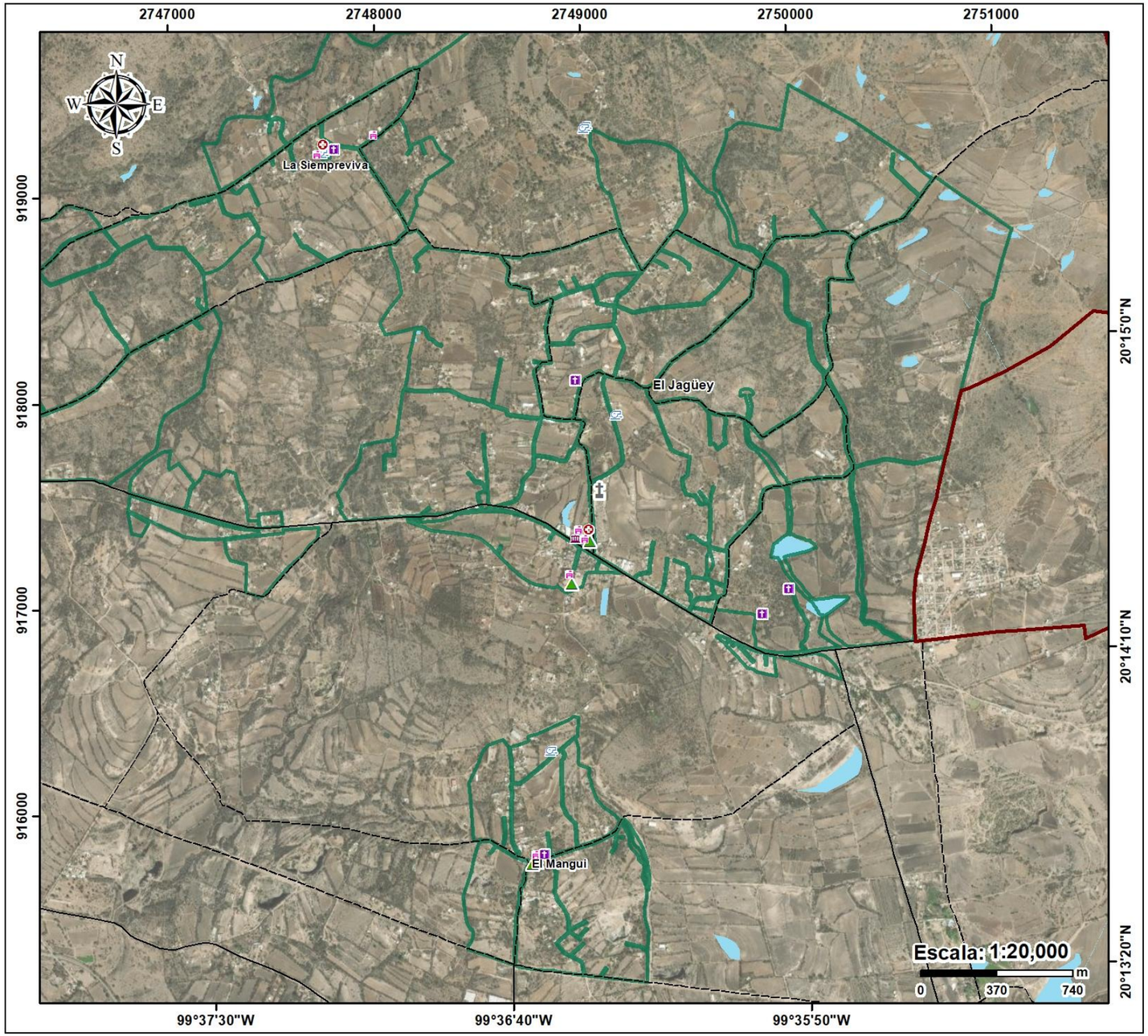
Especificaciones cartográficas
Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

VFpV- Vulnerabilidad física por vientos

Mapa de vulnerabilidad física por vientos, zona este



Simbología

Vulnerabilidad
- Muy alta
- Alta
- Media
- Baja
- Muy baja

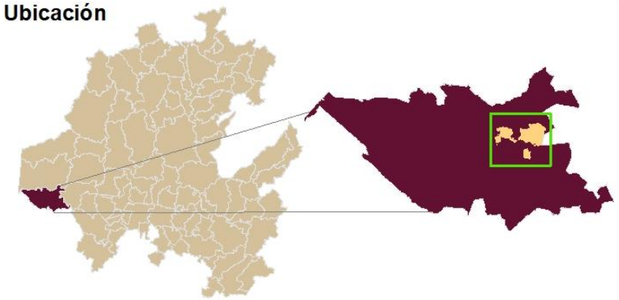
Sitios de interés
- Cementerio
- Centro de Asistencia Médica
- Escuela
- Instalación Gubernamental
- Plaza
- Tanque de Agua
- Templo

Límites políticos
- Límite municipal

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

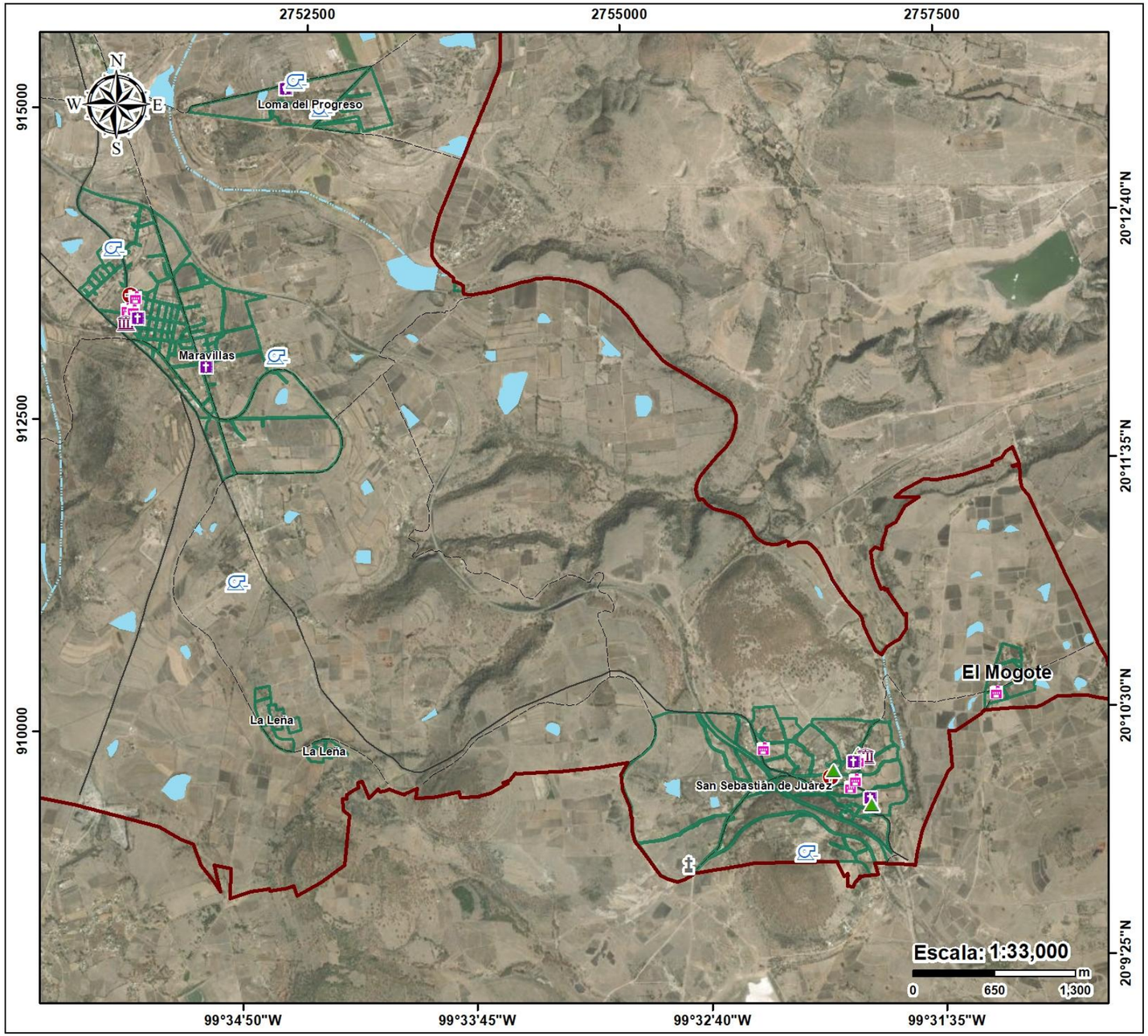
Elipsoide	GRS80
Proyección	ITRF08 LCC
Gradícula	Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal	Mexicano época 2010.0
Zona UTM	14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

VFpV- Vulnerabilidad física por vientos

Mapa de vulnerabilidad física por vientos, zona sureste



Simbología

Vulnerabilidad
- Muy alta
- Alta
- Media
- Baja
- Muy baja

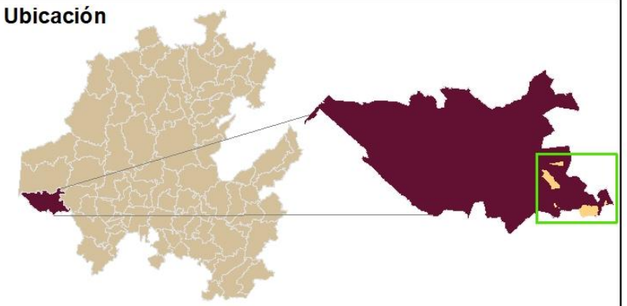
Sitios de interés
- Cementerio
- Centro de Asistencia Médica
- Escuela
- Instalación Gubernamental
- Plaza
- Tanque de Agua
- Templo

Límites políticos
- Límite municipal

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

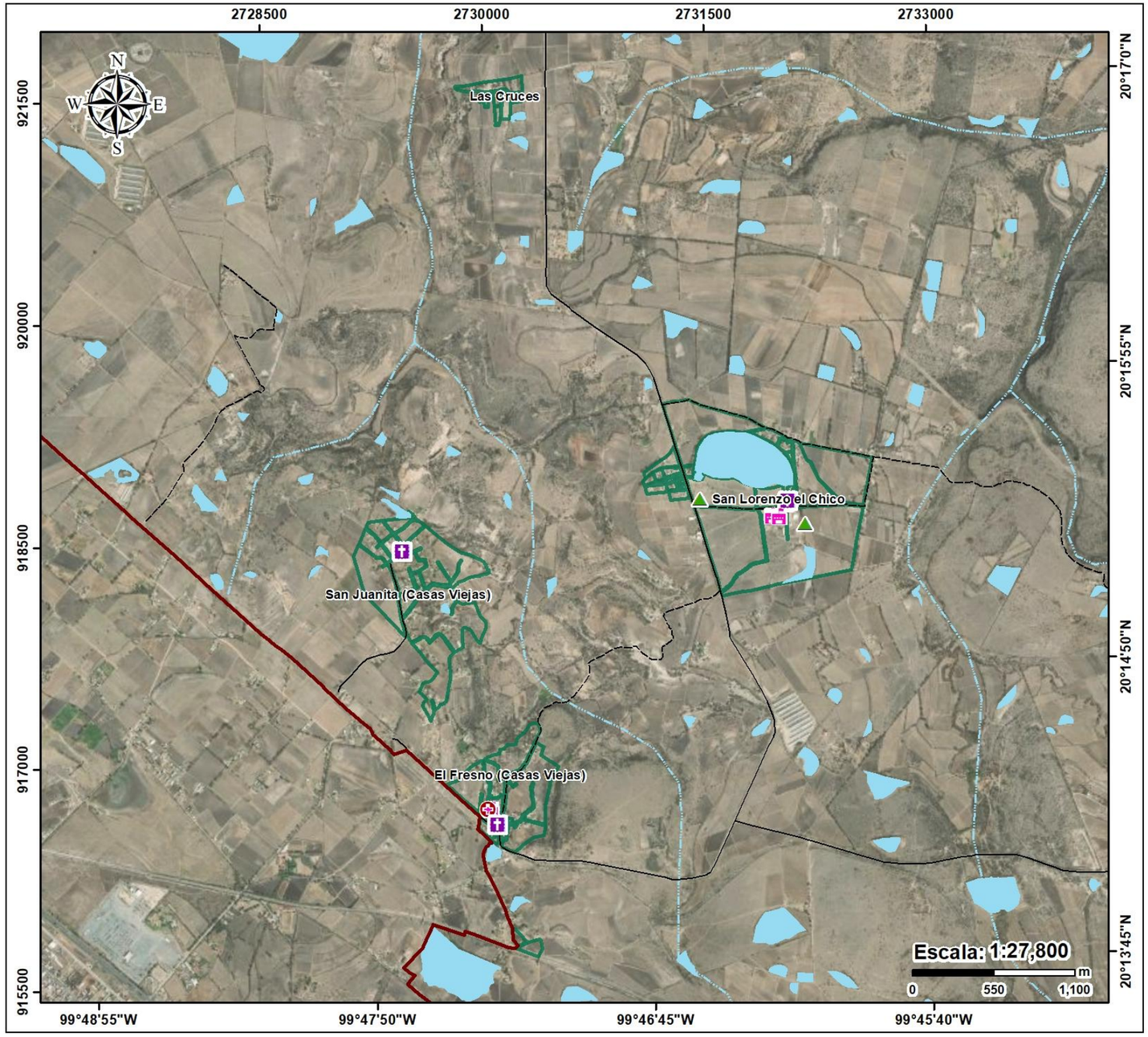
Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

VFpV- Vulnerabilidad física por vientos

Mapa de vulnerabilidad física por vientos, zona oeste



Simbología

Vulnerabilidad
- Muy alta
- Alta
- Media
- Baja
- Muy baja

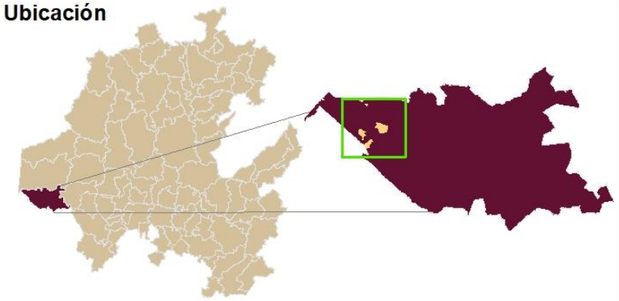
Sitios de interés
- Centro de Asistencia Médica
- Escuela
- Plaza
- Templo

Límites políticos
- Límite municipal

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

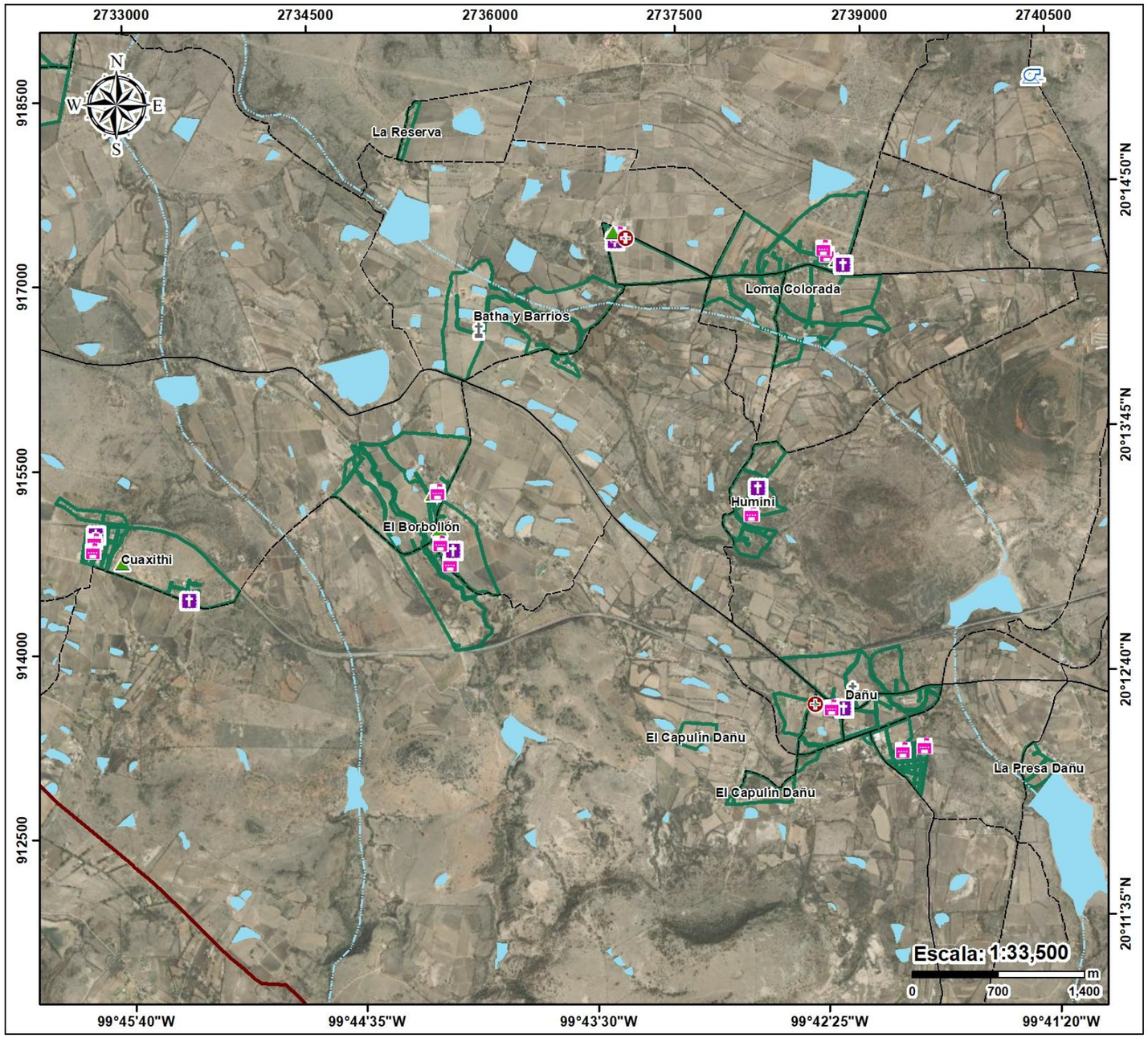
Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

VFpV- Vulnerabilidad física por vientos

Mapa de vulnerabilidad física por vientos, zona suroeste



Simbología

Vulnerabilidad
- Muy alta
- Alta
- Media
- Baja
- Muy baja

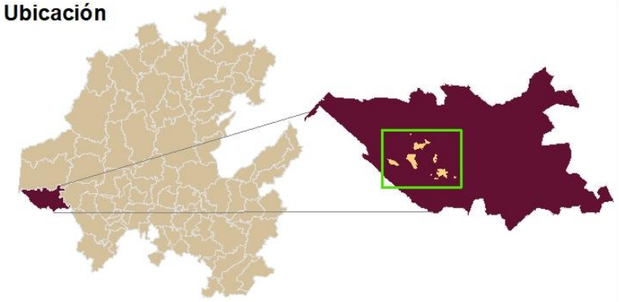
Sitios de interés
- Cementerio
- Centro de Asistencia Médica
- Escuela
- Plaza
- Tanque de Agua
- Templo

Límites políticos
- Límite municipal

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

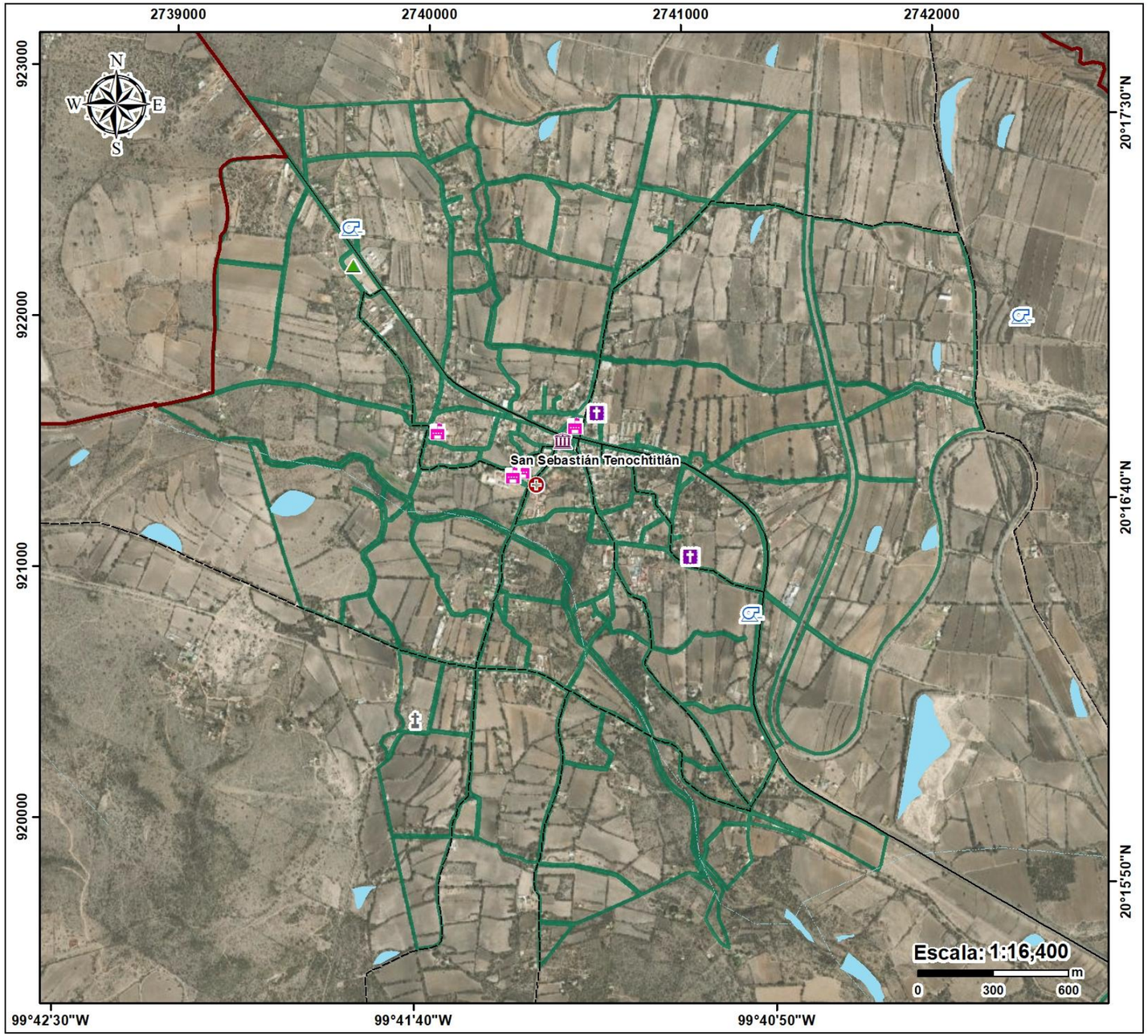
Elipsoide	GRS80
Proyección	ITRF08 LCC
Gradícula	Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal	Mexicano época 2010.0
Zona UTM	14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

VFpV- Vulnerabilidad física por vientos

Mapa de vulnerabilidad física por vientos, San Sebastián Tenochtitlán



Simbología

Vulnerabilidad
- Muy alta
- Alta
- Media
- Baja
- Muy baja

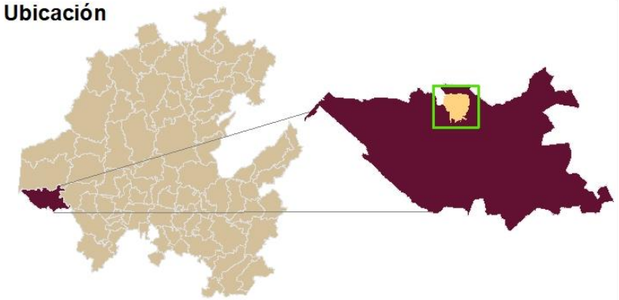
Sitios de interés
- Cementerio
- Centro de Asistencia Médica
- Escuela
- Instalación Gubernamental
- Plaza
- Tanque de Agua
- Templo

Límites políticos
- Límite municipal

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

VFpV- Vulnerabilidad física por vientos

CAPÍTULO VII.
FENÓMENOS QUÍMICO-TECNOLÓGICOS

Fenómenos químico-tecnológicos

Constituyen una categoría de amenazas cuya ocurrencia está directamente vinculada a la actividad humana, especialmente en lo que respecta al almacenamiento, manejo, empleo y transporte de sustancias químicas peligrosas. Estos eventos representan riesgos significativos para la población, el medio ambiente y la infraestructura, debido a su alto potencial destructivo y a la complejidad que implica su control.

Entre los principales escenarios asociados a este tipo de fenómenos se encuentran los incendios, explosiones, fugas tóxicas y derrames de materiales peligrosos. La manifestación de estos eventos puede generar consecuencias devastadoras, tales como afectaciones a la salud pública, contaminación ambiental, pérdidas económicas y daños estructurales de gran magnitud. De acuerdo con la Ley General de Protección Civil de México, un **Fenómeno Químico-Tecnológico** se define como: “Agente perturbador que se genera por la acción violenta de diferentes sustancias derivadas de su interacción molecular o nuclear. Comprende fenómenos destructivos tales como: incendios de todo tipo, explosiones, fugas tóxicas, radiaciones y derrames”, lo que enfatiza su origen antropogénico y la necesidad de establecer mecanismos eficaces de prevención, mitigación y respuesta.

En el municipio, se identifican diversos establecimientos que representan potenciales fuentes de riesgo químico-tecnológico debido al manejo de sustancias y materiales peligrosos; entre los principales se encuentran estaciones de servicio (gasolinerías). La proximidad de estos establecimientos a zonas habitacionales, vías de comunicación o cuerpos de agua incrementa el nivel de exposición y vulnerabilidad de la población ante una eventual emergencia.

La identificación y evaluación de riesgos asociados al manejo de sustancias peligrosas en México se fundamenta en criterios técnicos establecidos por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). En particular, el *Anexo 19 del CENAPRED (2021)* constituye un documento de referencia esencial que establece las normas técnicas para el análisis de peligros químicos-tecnológicos en el territorio nacional. Este anexo proporciona lineamientos metodológicos para reconocer, clasificar y evaluar los riesgos derivados del almacenamiento, transporte, uso y disposición de materiales peligrosos. Su aplicación permite a las autoridades locales y estatales incorporar información precisa y estandarizada, fortaleciendo así la planeación territorial y la gestión integral del riesgo.

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), a través de la Guía publicada en 2019, establece lineamientos técnicos fundamentales para la elaboración de planes de emergencia y contingencia relacionados con el manejo de sustancias peligrosas. Este documento normativo tiene como objetivo fortalecer la capacidad de respuesta ante incidentes que involucren derrames, incendios, explosiones o fugas tóxicas, mediante la implementación de medidas preventivas y correctivas. Entre los aspectos más relevantes que contempla la guía se encuentran los criterios para la delimitación de zonas de seguridad, los cuales permiten establecer perímetros de protección en función del tipo de sustancia, su peligrosidad, cantidad y condiciones de almacenamiento o transporte.

Con base en los lineamientos establecidos para eventos como incendios, explosiones y fugas de sustancias tóxicas, se ha establecido un radio de afectación de 100 metros. Este parámetro permite una visualización preliminar del área de peligro y sirve como referencia para la planeación de medidas de protección civil. En el caso de incendios, se ha documentado que la radiación térmica a distancias menores a 100 metros puede superar los niveles seguros para la exposición humana, provocando quemaduras graves e incluso la ignición de materiales inflamables. Por su parte, las fugas de sustancias tóxicas pueden generar concentraciones de vapores que, dentro de este mismo rango, alcanzan niveles críticos que comprometen la salud de las personas expuestas (CENAPRED, 2021; SEMARNAT, 2019). En situaciones de derrames de combustibles, se ha definido un radio de afectación de 150 metros. Este valor considera la posible dispersión de líquidos y vapores inflamables, así como la probabilidad de alcanzar el Límite Inferior de Explosividad (LEL) o concentraciones que representen riesgos significativos para la salud y el medio ambiente. Dicho parámetro ha sido validado por estudios de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) y del Instituto Americano del Petróleo (API), adaptados al contexto mexicano por SEMARNAT y CENAPRED (SEMARNAT, 2019; CENAPRED, 2021).

En este contexto, es importante definir los niveles de impacto según el tipo de sustancia y la magnitud del incidente. La determinación de distancias de seguridad permite establecer dos zonas clave: zona de riesgo, área en la cual se presentan concentraciones de sustancias químicas, ondas de presión o radiación térmica capaces de producir efectos graves a la salud, daños materiales o impedir acciones de escape. A medida que se reduce la distancia al punto de origen del accidente, aumentan los niveles de daño, zona de amortiguamiento: área donde pueden presentarse efectos menores, pero que aún

requieren precaución. Aunque las concentraciones o intensidades no sean críticas, pueden afectar la salud o dificultar la evacuación segura.

Metodología

Los elementos clave considerados en esta metodología son los siguientes:

- **Tipos de establecimientos que manejan productos inflamables:** se identifican giros comerciales e industriales que almacenan, transportan o comercializan sustancias con potencial de combustión o explosión, tales como gasolinerías, expendios de lubricantes, almacenes de agroquímicos y centros de distribución de combustibles (SEMARNAT, 2019).
- **Tipo de riesgo:** se especifica el escenario de peligro más probable en cada establecimiento, clasificándolo como derrame, incendio, fuga o explosión, según la naturaleza de la sustancia y las condiciones operativas (CENAPRED, 2021).
- **Distancia afectada – Zona de amortiguamiento:** delimitación del área en la que los efectos pueden ser menores, pero aún requieren precaución. Esta zona se define en función de la dispersión de vapores, ondas de presión o radiación térmica, y sirve como referencia para establecer perímetros de seguridad y estrategias de evacuación (EPA, 2016).
- **Radiación térmica (kW/m²):** evaluación del calor emitido por incendios o explosiones, el cual puede provocar quemaduras graves, ignición de materiales cercanos y daños estructurales. Valores superiores a 5 kW/m² se consideran críticos para la exposición humana (API RP 752, 2003).
- **Sobrepresión (kPa):** análisis de la presión generada por una explosión, la cual determina su capacidad para derribar estructuras, romper ventanas o causar lesiones. Presiones superiores a 20 kPa pueden generar daños severos en edificaciones ligeras (CENAPRED, 2021)
- **Concentración de nube tóxica (ppm):** se mide la presencia de gases peligrosos en el aire, como cloro, amoníaco o hidrocarburos, que pueden provocar intoxicación, asfixia o efectos crónicos en la salud. La evaluación se realiza con base en los límites de exposición establecidos por normas ambientales y de salud ocupacional (SEMARNAT, 2019; EPA, 2016).

Resultados

Esta información permite obtener mapas con información que le permitan a las autoridades determinar zonas de restricción, establecer protocolos de seguridad y asegurar que los comercios cumplan con normas de protección civil para evitar desastres, reducir daños y proteger a la población ante eventos peligrosos.

Escenario de riesgo	Radio de afectación	Radiación térmica (kW/m²)	Sobrepresión (kPa)	Concentración de nube tóxica	Justificación	Fuente
Incendios	100 m	5-12	N/A	N/A	La radiación térmica superior a 5 kW/m² puede provocar quemaduras graves en cuestión de segundos. A una distancia de 100 metros, la intensidad del calor disminuye considerablemente.	(CENAPRED, 2021) (SEMARNAT, 2019).
Explosiones	100 m	N/A	35 kPa (5 psi)	N/A	La sobrepresión generada por una explosión puede alcanzar niveles capaces de colapsar estructuras frágiles en proximidad al epicentro. A una distancia de 100 metros, la presión disminuye significativamente, reduciendo los efectos a daños moderados.	(CENAPRED, 2021) (SEMARNAT, 2019). NFPA (2020).
Fugas de sustancias tóxicas	100 m	N/A	N/A	300-500 ppm	Las concentraciones de vapores inflamables pueden superar los 300 ppm, generando riesgo de intoxicación y explosión.	(CENAPRED, 2021) (SEMARNAT, 2019).
Derrames de combustibles	150 m	N/A	N/A	100-300 ppm	La dispersión de líquidos inflamables depende de la pendiente del terreno y la evaporación de vapores, que pueden alcanzar concentraciones tóxicas dentro de este radio.	(CENAPRED, 2021) (SEMARNAT, 2019). API (2028).

Elementos considerados para fenómenos químico tecnológicos.

Método Probit

En caso de contar con la información previamente señalada, se procedería a implementar la siguiente metodología específica para el análisis detallado y la evaluación cuantitativa del riesgo.

Para la estimación cuantitativa de las consecuencias sobre la población derivadas de fenómenos químico-tecnológicos, se incorpora el Método Probit como modelo de vulnerabilidad. La palabra Probit, proviene de la conjunción de probabilidad y unidad, cuyo fin es estimar la probabilidad de que una observación entre en una categoría especifica (Grupo Universitario de Investigación Analítico de Riesgos, 2026).

Este método estadístico permite establecer la relación entre una carga de exposición (tóxica, térmica o mecánica) y la probabilidad de daño en personas, a partir de funciones empíricas derivadas de estudios experimentales y análisis de accidentes mayores.

El método se fundamenta en la siguiente ecuación que se basa en datos experimentales de dosis – respuesta y se expresa de la siguiente forma:

$$Pr = a + b\ (\ln V)$$

Donde:

- Pr = Probabilidad de daño.
- a = constante del tipo de lesión.
- b = contante de carga de explosión.
- v = variable de la carga de explosión.

El valor obtenido de Pr se transforma posteriormente en un porcentaje de población afectada, considerando que la variable Probit sigue una distribución normal con media 5 y desviación estándar 1, lo que implica que un valor Pr = 5 corresponde al 50 % de afectación.

La vulnerabilidad de personas se expresa como el número de individuos que, previsiblemente pueden resultar afectados con un cierto nivel de daño a causa de un accidente.

Referente a las instalaciones se puede cuantificar utilizando magnitudes económicas, aunque se va a reducir el análisis a las estimaciones de daños en estructuras y roturas de cristales.

Vulnerabilidad por inhalación de sustancias tóxicas

Para escenarios de liberación de sustancias tóxicas, la variable de exposición se define como:

$$V = (c^n)(\mathrm{t})$$

Donde:

- c = concentración de la sustancia (ppm).
- t = tiempo de exposición (min).
- n = exponente de cada sustancia.

$$Pr = a + b\ (\ln(c^n)(t))$$

Vulnerabilidad por radiación térmica

En escenarios de incendios, bolas de fuego, la variable de exposición se relaciona con la intensidad de irradiación térmica (I, en W/m²) y el tiempo efectivo de exposición (t, en segundos).

La ecuación para quemaduras mortales:

$$\mathrm{Pr} = -36.38 + 2.56 \ln(t) \left(I^{\frac{4}{3}}\right)$$

Existen expresiones diferenciadas para personas protegidas con ropa y para distintos grados de quemadura. En incendios de corta duración, se considera que la población ubicada dentro de la nube inflamable presenta letalidad elevada, mientras que en zonas periféricas el daño depende de la dosis térmica recibida.

Fenómeno	Consecuencias	Tipo de daño	a	b
Incendio de charco o deposito	Radiación térmica	Muerte por radiación térmica	14.9	2.56
Bolas de fuego				
Dardo de fuego				
Llamaradas o incendios flash				
Explosión	Sobrepresión	Muerte por hemorragia pulmonar	77.1	6.91
		Rotura de tímpanos	15.6	1.93
		Muertes por impacto	46.1	4.82
		Heridas por impacto	39.1	4.45
		Daños en estructuras	23.8	2.92
		Rotura de cristales	18.1	2.79

Fenómenos derivados de incendios y explosiones

Vulnerabilidad por explosiones

Para escenarios de explosión, se evalúan tanto efectos directos (lesiones pulmonares, rotura de tímpano) como efectos indirectos (impacto del cuerpo por desplazamiento).

Muerte por hemorragia pulmonar

$$\Pr = -77.1 + 6.91 \ln(P)$$

Rotura de tímpano

$$\Pr = -15.6 + 1.93 \ln(P)$$

Donde:

- P = sobrepresión máxima (Pa)

Desplazamiento corporal

$$\Pr = -46.1 + 4.82 \ln(J)$$

Donde:

- J = impulso específico (Pas)

Los valores del flujo de radiación máxima tolerable en materiales de construcción son:

Material	Radiación máxima tolerable (kW/m²)
Cemento	60
Hormigón armado	200
Acero	40
Madera	10
Vidrio	30-300
Pared de ladrillo	400

Valores de radiación máxima tolerable para ciertos materiales de construcción.

En cuanto al efecto que se tiene sobre las personas de acuerdo al tiempo de exposición los valores a aplicar son los siguientes:

Personas	Radiación máxima tolerable (kW/m²)
Exposición durante 20 s sin quemaduras	6.5
Bomberos y personas protegidas	4.7
Personas desprotegidas	4.0

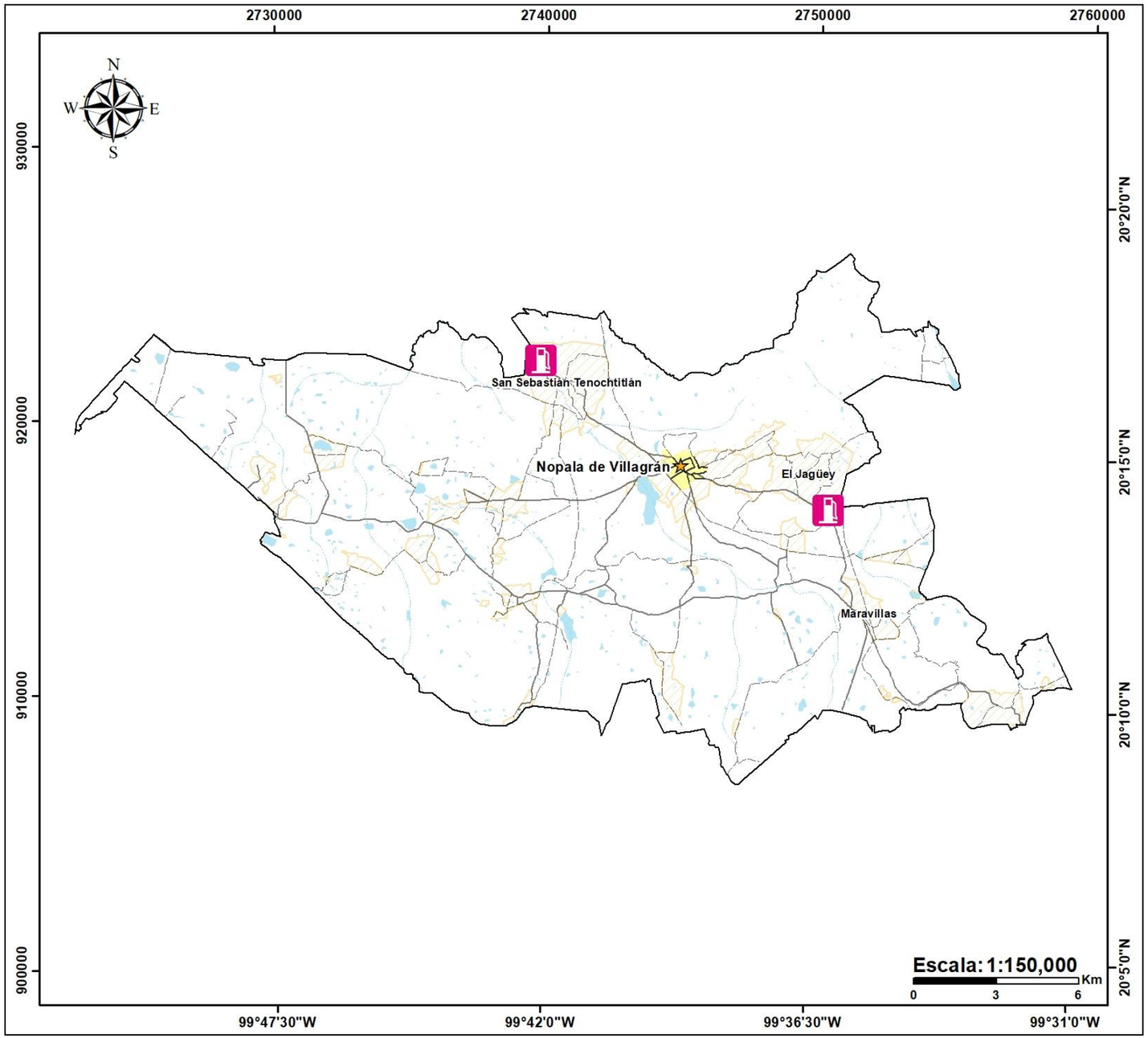
Valores de radiación máxima tolerable en personas.

Los valores de las constantes K o n, son empíricos sobre casos concretos donde se conocen datos reales de accidentes ocurridos. La probabilidad asociada determina la mortalidad de personas expuestas ante una sustancia química. Para las sustancias químicas más utilizadas en la misma industria se tienen los siguientes valores.

Sustancia	a	b	n
Acroleína	-9.931	2.049	1
Acrilonitrilo	-29.42	3.008	1.43
Amoniaco	-30.57	1.385	2.75
Benceno	-109.78	5.3	2
Bromo	-9.04	0.92	2
Cianuro de hidrógeno	-29.42	3.008	1.43
Cloro	-8.29	0.92	2
Afecciones por cloro	-2.4	2.9	1
Cloruro de hidrógeno	-16.85	2.00	1
Dióxido de azufre	-15.67	2.1	-
Dióxido de nitrógeno	-13.97	1.4	2
Fluoruro de hidrógeno	-35.87	3.354	1
Formaldehído	-12.24	1.3	2
Fosgeno	-19.27	3.686	1
Isocianato de metilo	-5.64	1.637	0.653
Monóxido de carbono	-37.98	3.7	1
Sulfuro de hidrógeno	-31.42	3.008	1.43
Tolueno	-6.79	0.408	2.5

Valores de constantes, para ciertas sustancias químicas.

Mapa de fenómenos químico tecnológicos



Simbología

Establecimientos con manejo de sustancias y materiales peligrosos

- Gasolinería

Límites políticos

- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades

- Rural
- Urbana

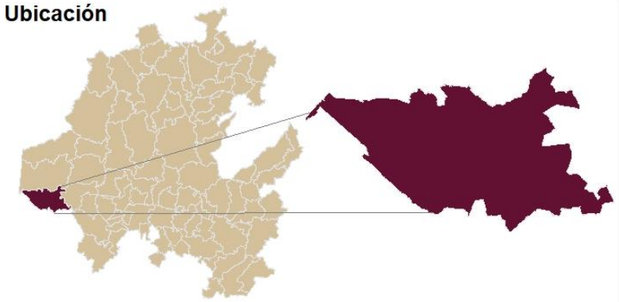
Vías de comunicación

- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos

- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

FQ-T - Fenómenos químico tecnológicos

Susceptibilidad por fenómenos químicos-tecnológicos

Condición de un territorio que lo hace propenso a sufrir afectaciones derivadas del manejo, almacenamiento, transporte o uso de sustancias peligrosas, así como de fallas en instalaciones industriales, comerciales o de servicios. Estos eventos pueden generar fugas, derrames, incendios o explosiones que representan riesgos para la población, la infraestructura y el medio ambiente. La susceptibilidad de un territorio a estos fenómenos depende de su grado de exposición y vulnerabilidad, así como de la capacidad institucional y comunitaria para prevenir y responder a emergencias.

El municipio, se caracteriza por actividades agrícolas, ganaderas y comerciales. Aunque no cuenta con grandes complejos industriales, su ubicación estratégica lo conecta con carreteras que sirven como rutas de transporte de combustibles y sustancias químicas. Este factor incrementa la posibilidad de incidentes relacionados con derrames o explosiones durante el tránsito de materiales peligrosos.

Asimismo, el uso de agroquímicos en la producción agrícola representa un riesgo latente, especialmente cuando no se aplican medidas adecuadas de almacenamiento y manejo. La falta de infraestructura especializada para la atención de emergencias químicas aumenta la vulnerabilidad de la población local.

La susceptibilidad del municipio frente a fenómenos químico-tecnológicos puede analizarse en tres dimensiones principales:

- **Exposición:** tránsito de sustancias peligrosas por carreteras cercanas y uso de agroquímicos en actividades agrícolas.
- **Vulnerabilidad:** limitada infraestructura de respuesta inmediata (bomberos, brigadas de emergencia, hospitales equipados).
- **Capacidad de respuesta:** necesidad de fortalecer planes municipales de protección civil, capacitación comunitaria y protocolos de evacuación.

De acuerdo con la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), una emergencia química es una situación inesperada que resulta de la liberación de sustancias químicas al ambiente, con efectos adversos sobre la salud y los bienes materiales (PROFEPA, 2025).

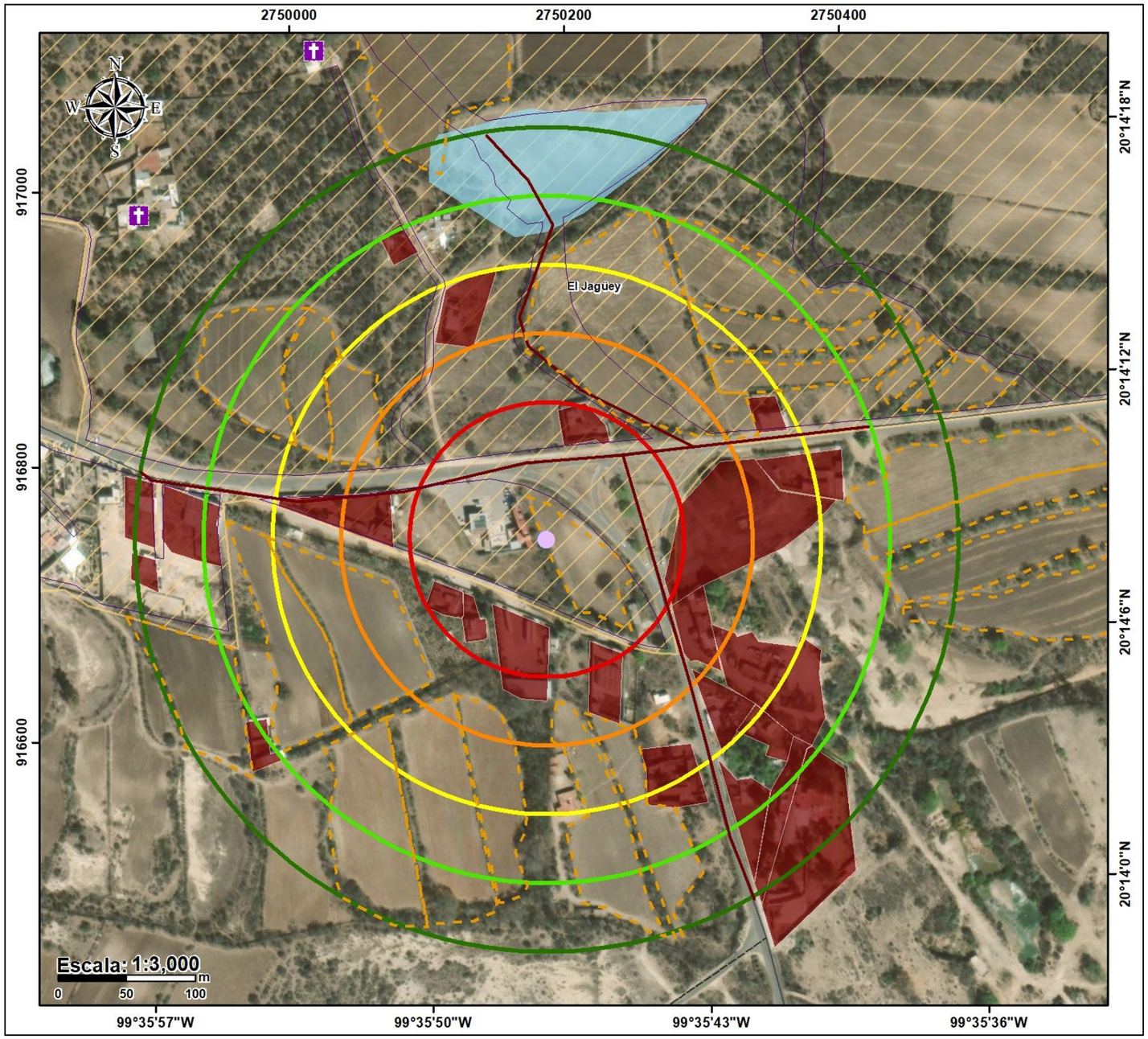
Aunque no presenta un perfil industrial elevado, su susceptibilidad a fenómenos químico-tecnológicos está vinculada principalmente al transporte de sustancias peligrosas y al uso de agroquímicos. La implementación de políticas de prevención, capacitación comunitaria y fortalecimiento de la infraestructura de respuesta son medidas esenciales para reducir riesgos y proteger a la población.

Ubicación	Sistemas expuestos	
	Vulnerabilidad física	Vulnerabilidad social (población)
El Jagüey	22 lotes 3 vialidades 24 parcelas	71.28
San Sebastián Tenochtitlán	33 lotes 4 vialidades 22 parcelas	106.92

Sistemas expuestos ante susceptibilidad por fenómenos químicos-tecnológicos

La tabla Sistemas expuestos ante suceptibilidad por fenómenos químicos – tecnológicos, muestra los resultados del análisis de vulnerabilidad física, derivado de la identificación de los sistemas localizados dentro de las zonas susceptibles al fenómeno. Además, incluye una estimación aproximada de la vulnerabilidad social, calculada a partir del número de lotes con uso habitacional ubicados en dichas áreas y del promedio de 3.29 habitantes por vivienda, conforme a datos del INEGI (2021).

Mapa de susceptibilidad por fenómenos químico-tecnológicos, El Jagüey



Simbología

Susceptibilidad
- Muy alta
- Alta
- Media
- Baja
- Muy baja

Zonas de afectación
- Vialidad
- Vivienda
- Parcelas

Establecimientos con manejo de sustancias y materiales peligrosos
- Gasolinería

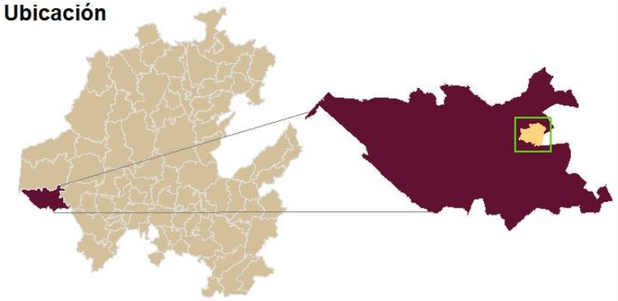
Sitios de interés
- Templo

Otras delimitaciones
- Manzanas

Localidades
- Rural

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

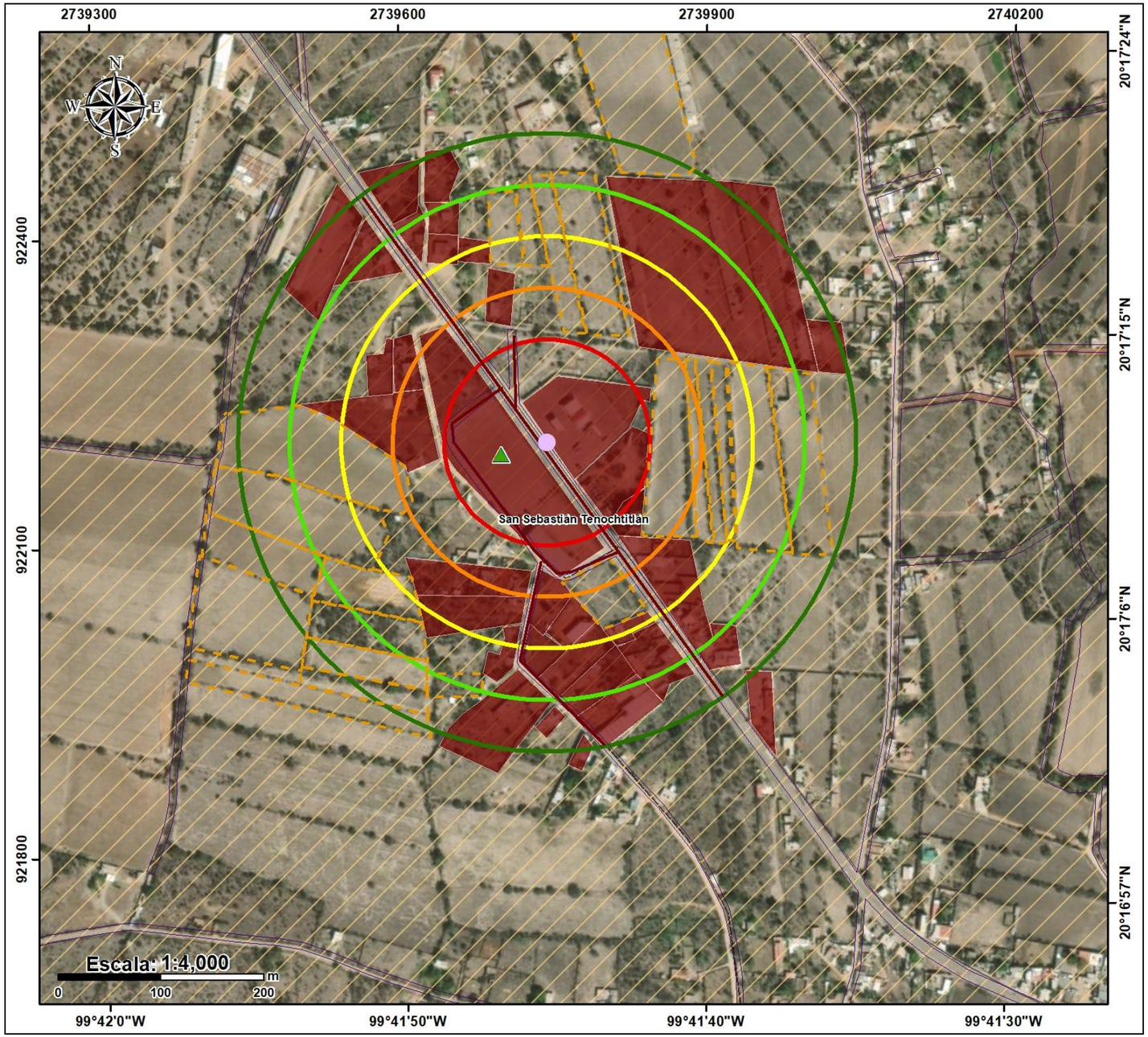
Elipsoide	GRS80
Proyección	ITRF08 LCC
Gradícula	Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal	Mexicano época 2010.0
Zona UTM	14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

SpFQ-T - Susceptibilidad por fenómenos químico-tecnológicos

Mapa de susceptibilidad por fenómenos químico-tecnológicos, San Sebastián Tenochtitlán



Simbología

Susceptibilidad
- Muy alta
- Alta
- Media
- Baja
- Muy baja

Zonas de afectación
- Vialidad
- Vivienda
- Parcelas

Establecimientos con manejo de sustancias y materiales peligrosos
- Gasolinería

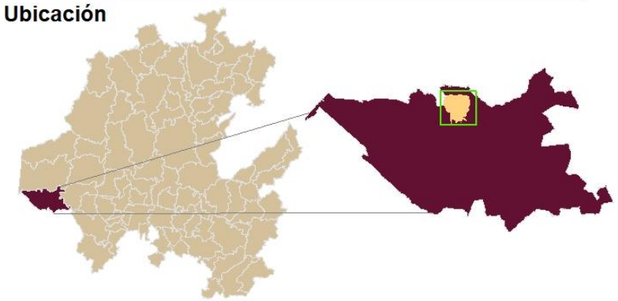
Sitios de interés
- Plaza

Otras delimitaciones
- Manzanas

Localidades
- Rural

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide	GRS80
Proyección	ITRF08 LCC
Gradícula	Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal	Mexicano época 2010.0
Zona UTM	14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

SpFQ-T - Susceptibilidad por fenómenos químico-tecnológicos

Derrames

Peligro por derrames

Los derrames se refieren a la liberación accidental de sustancias peligrosas (como combustibles, agroquímicos, lubricantes o materiales tóxicos), hacia el suelo, el agua o el aire. Este tipo de incidentes puede originarse por fallas en el almacenamiento, manejo inadecuado, fugas en contenedores o accidentes operativos, y tiene el potencial de afectar la salud humana, dañar ecosistemas y generar incendios o explosiones, dependiendo del material involucrado.

El peligro por derrames está relacionado con la presencia de establecimientos que manejan este tipo de sustancias, entre ellos agroquímicos, centrales eléctricas, gaseras, estaciones de servicio, expendios de lubricantes y plantas farmacéuticas. De acuerdo con CENAPRED (2021), estos puntos representan áreas donde existe la probabilidad de que ocurra un incidente capaz de causar afectaciones ambientales o poner en riesgo a la población. La liberación de agroquímicos puede contaminar suelos y cuerpos de agua; los combustibles de gaseras y gasolineras pueden generar vapores inflamables e incendios; y los derrames de lubricantes pueden provocar contaminación persistente del subsuelo. Por estas razones, la distribución y operación de estos establecimientos deben considerarse dentro de la evaluación del peligro por derrames en el territorio.

Los establecimientos en el municipio, manejan sustancias y materiales peligrosos, como gasolinerías representan puntos críticos de peligro dentro del entorno urbano y rural. Estas actividades, aunque esenciales para el desarrollo económico y agrícola, implican la posibilidad de derrames accidentales que pueden generar impactos negativos en la salud pública, los ecosistemas y la seguridad de las comunidades cercanas.

De acuerdo con la Serie Fascículos de Riesgos Químicos del Centro Nacional de Prevención de Desastres, los derrames de sustancias peligrosas deben ser considerados como eventos de alto impacto, ya que pueden desencadenar incendios, explosiones o intoxicaciones masivas si no se controlan adecuadamente. Por ello, la identificación de estos establecimientos y la evaluación de sus riesgos asociados son fundamentales para la elaboración de mapas de peligro y la implementación de medidas preventivas.

Derrame de diésel en la vía (Informativo amazónico, 2021).

Metodología

Para la elaboración del mapa de peligro por derrames en establecimientos con manejo de sustancias inflamables, se realizó un proceso de localización de actividades económicas mediante el uso del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE), herramienta desarrollada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Esta base de datos permitió identificar los giros industriales y de servicios en los que se almacenan y comercializan sustancias consideradas altamente riesgosas, tales como gasolina, diésel, aceites y lubricantes.

La selección de estos establecimientos se realizó conforme a los criterios técnicos establecidos en el *Anexo 19 del CENAPRED* (2014), el cual proporciona lineamientos para la modelación de escenarios de accidentes tecnológicos. Dicho documento clasifica las sustancias inflamables como agentes con alto potencial de riesgo, especialmente en contextos urbanos donde su manejo se realiza en espacios reducidos y cercanos a zonas habitacionales.

Con base en estos criterios, se definió un radio de afectación general de 150 metros para los sitios de venta y almacenamiento de combustibles y lubricantes. Este parámetro permite visualizar el área inmediata que podría verse comprometida en caso de un derrame, considerando la posible dispersión de líquidos, generación de vapores inflamables y riesgo de ignición.

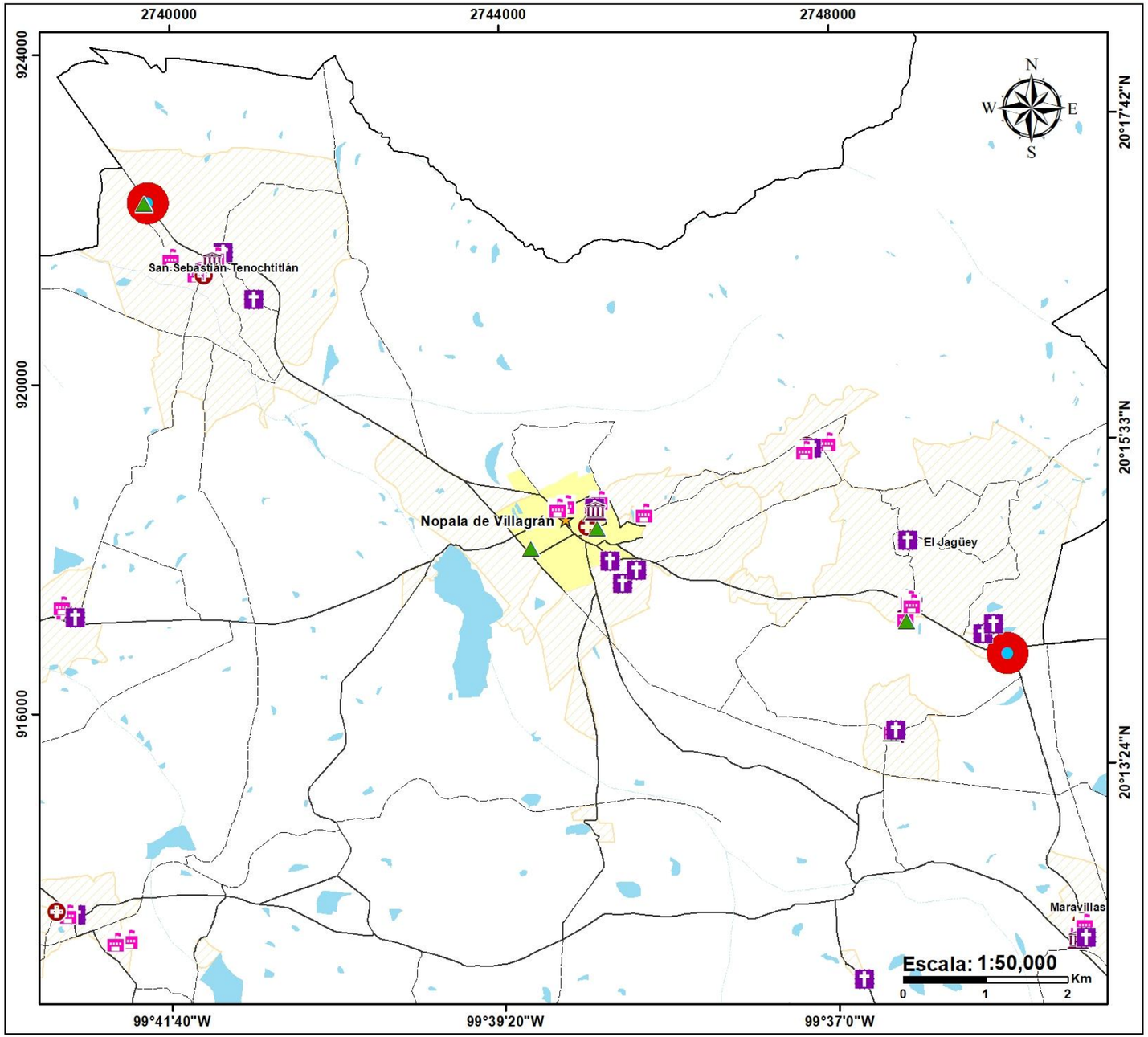
Resultados

Para conocer los lugares potencialmente peligrosos a desarrollar derrames en el municipio se localizó una zona donde existe solamente una unidad de peligro.

Derrames	
Radios de afectación	2
Establecimientos	Gasolinería
Sitios susceptibles	1 plaza
Nivel de peligro	Muy alto

Zonas y unidades en peligro por derrames en el municipio.

Mapa de peligro por derrames



Simbología

Afectación por derrames
- Radio de 150 m

Establecimientos con manejo de sustancias y materiales peligrosos
- Gasolinería

Sitios de interés
- Centro de asistencia médica
- Escuela
- Instalación gubernamental
- Plaza
- Templo

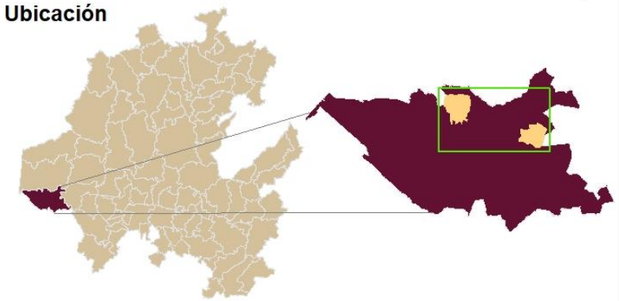
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide	GRS80
Proyección	ITRF08 LCC
Gradícula	Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal	Mexicano época 2010.0
Zona UTM	14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

PpD - Peligro por derrames

Fugas tóxicas

Peligro por fugas tóxicas

Las fugas tóxicas representan uno de los riesgos tecnológicos más peligrosos para la salud humana y el medio ambiente. Se definen como la liberación o pérdida de contención de cualquier sustancia líquida, sólida o gaseosa desde el recipiente que la contiene, lo que puede provocar daños severos a los tejidos vivos. Estos daños se manifiestan como lesiones, enfermedades graves o incluso la muerte, dependiendo del tipo de sustancia y del nivel de exposición. La toxicidad puede ingresar al organismo por ingestión, inhalación o absorción cutánea (CENAPRED, 2007).

Metodología

Para la elaboración del mapa de peligro por fugas tóxicas en establecimientos con manejo de sustancias inflamables, se realizó un proceso de localización de actividades económicas mediante el uso del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE), herramienta desarrollada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Esta base de datos permitió identificar los giros industriales y de servicios en los que se almacenan y comercializan sustancias consideradas altamente riesgosas, tales como gasolina, diésel, aceites y lubricantes.

La selección de estos establecimientos se realizó conforme a los criterios técnicos establecidos en el *Anexo 19 del CENAPRED* (2014), el cual proporciona lineamientos para la modelación de escenarios de accidentes tecnológicos. Dicho documento clasifica las sustancias inflamables como agentes con alto potencial de riesgo, especialmente en contextos urbanos donde su manejo se realiza en espacios reducidos y cercanos a zonas habitacionales.

Con base en estos criterios, se definió un radio de afectación general de 150 metros para los sitios de venta y almacenamiento de combustibles y lubricantes. Este parámetro permite visualizar el área inmediata que podría verse comprometida en caso de una fuga, considerando la posible dispersión de líquidos, generación de vapores inflamables y riesgo de ignición.

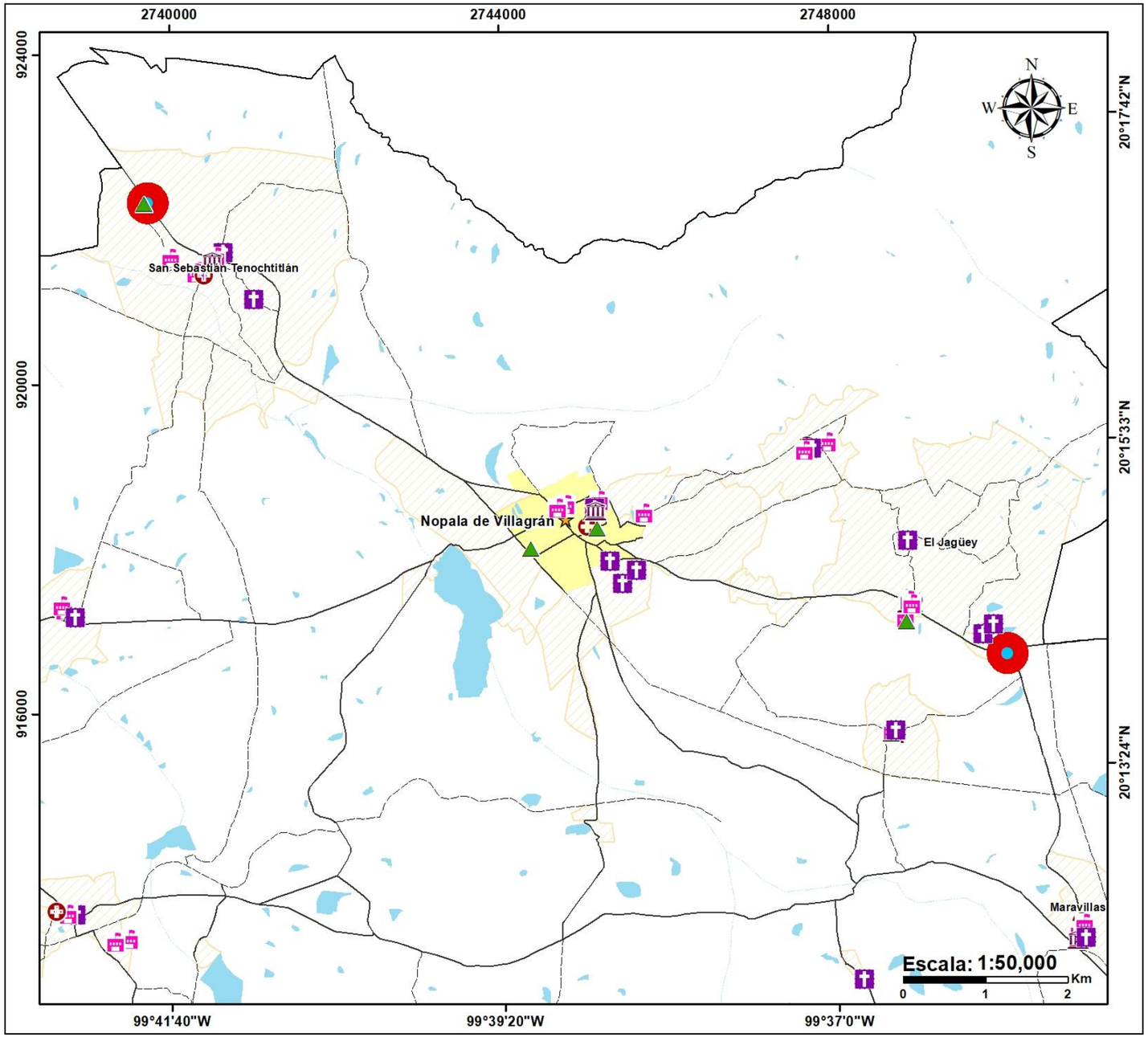
Resultados

Para conocer los lugares potencialmente peligrosos a desarrollar fugas tóxicas en el municipio se localizó una zona donde existe solamente una unidad de peligro.

Fugas tóxicas	
Radios de afectación	2
Establecimientos	Gasolinería
Sitios susceptibles	1 plaza
Nivel de peligro	Muy alto

Zonas y unidades en peligro por fugas tóxicas en el municipio.

Mapa de peligro por fugas tóxicas



Simbología

Afectación por fugas tóxicas
- Radio de 150 m

Establecimientos con manejo de sustancias y materiales peligrosos
- Gasolinería

Sitios de interés
- Centro de asistencia médica
- Escuela
- Instalación gubernamental
- Plaza
- Templo

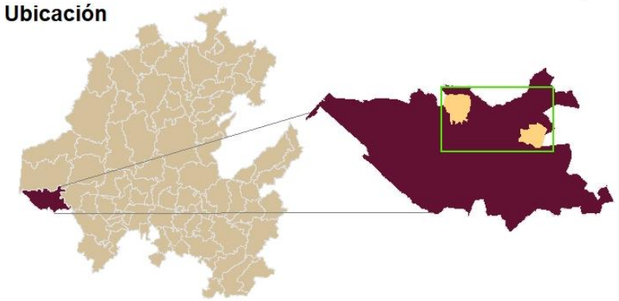
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

PpFt - Peligro por fugas tóxicas

Explosiones

Peligro por explosiones

Las explosiones constituyen fenómenos de alto impacto que pueden generar daños severos a la infraestructura, al medio ambiente y a la población. Se definen como escapes súbitos y repentinos de gases al interior de un espacio cerrado, acompañados frecuentemente por altas temperaturas, violentas sacudidas y estruendosos ruidos (CENAPRED, 2021). Estos eventos pueden ser provocados por fallas en instalaciones industriales, almacenamiento inadecuado de sustancias peligrosas, o accidentes en el transporte de materiales inflamables.

De acuerdo con el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED, 2007), las explosiones se clasifican principalmente en dos tipos, según las condiciones físicas y químicas que las originan:

- **Explosión de vapor no confinado:** este tipo de explosión ocurre cuando una nube de gas inflamable se encuentra en un espacio abierto o amplio. Al entrar en contacto con una fuente de ignición, se produce una deflagración explosiva cuya onda de presión puede alcanzar una sobrepresión máxima del orden de un bar en la zona de ignición. Estas explosiones son consideradas las más peligrosas en el ámbito industrial debido a su capacidad destructiva y al amplio radio de afectación que generan.

- **Explosión por expansión de líquido en ebullición (BLEVE):** las explosiones BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion) son eventos mecánicos que ocurren cuando un líquido en ebullición se transforma súbitamente en vapor dentro de un recipiente a presión. Este fenómeno se caracteriza por la liberación repentina de una masa de líquido o gas licuado sobrecalentado hacia la atmósfera, lo que genera una onda expansiva de gran magnitud. Estas explosiones son especialmente peligrosas en instalaciones que almacenan gases licuados como propano, butano o amoníaco.

Metodología

Para la elaboración del mapa de peligro por explosiones en establecimientos con manejo de sustancias inflamables, se realizó un proceso de localización de actividades económicas mediante el uso del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE), herramienta desarrollada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Esta base de datos permitió identificar los giros industriales y de servicios en los que se almacenan y comercializan sustancias consideradas altamente riesgosas, tales como gasolina, diésel, aceites y lubricantes.

La selección de estos establecimientos se realizó conforme a los criterios técnicos establecidos en el *Anexo 19 del CENAPRED* (2014), el cual proporciona lineamientos para la modelación de escenarios de accidentes tecnológicos. Dicho documento clasifica las sustancias inflamables como agentes con alto potencial de riesgo, especialmente en contextos urbanos donde su manejo se realiza en espacios reducidos y cercanos a zonas habitacionales.

Con base en estos criterios, se definió un radio de afectación general de 100 metros para los sitios de venta y almacenamiento de combustibles. Este parámetro permite visualizar el área inmediata que podría verse comprometida en caso de una explosión, considerando la posible dispersión de líquidos, generación de vapores inflamables y riesgo de ignición.

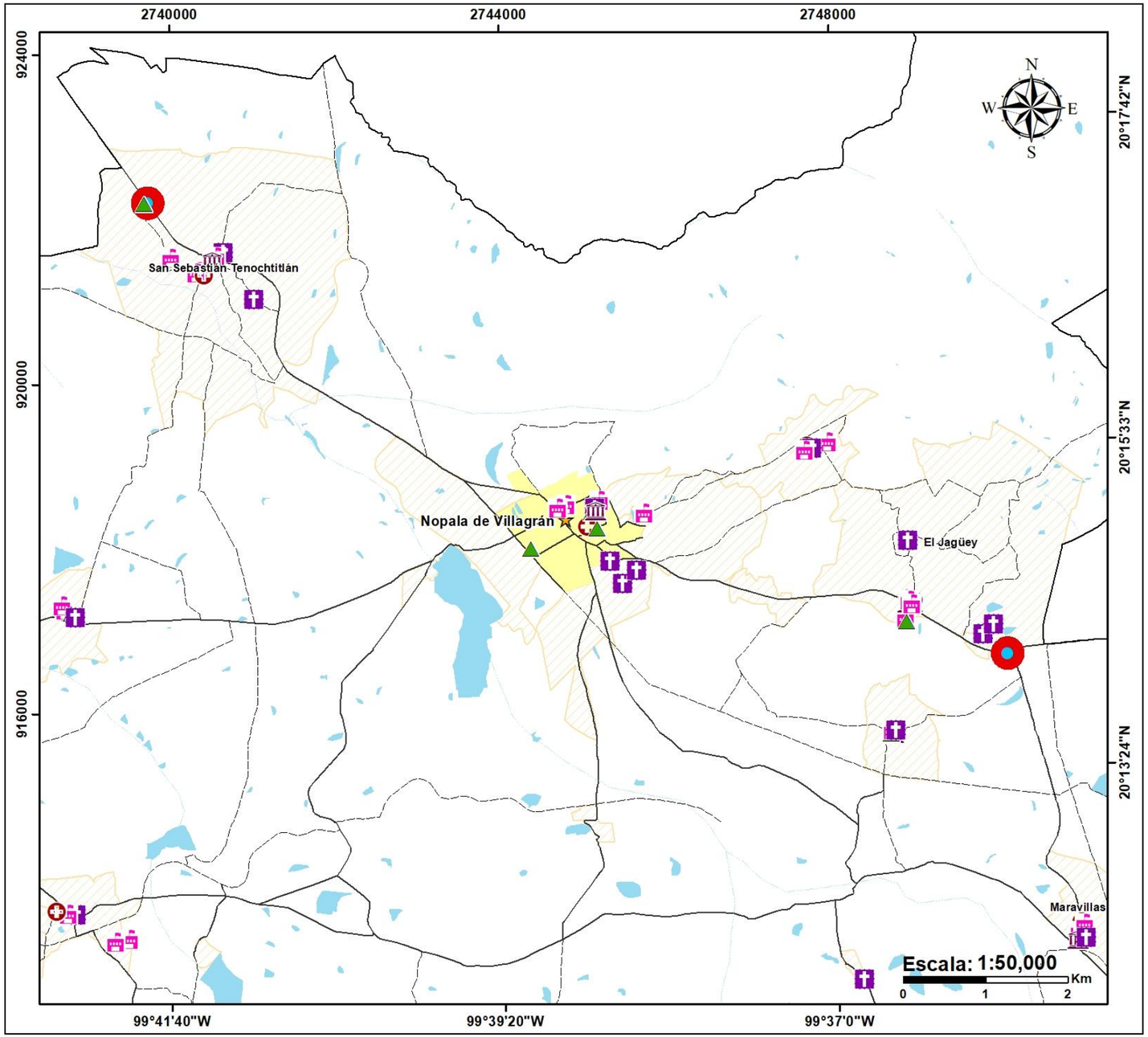
Resultados

Para conocer los lugares potencialmente peligrosos a desarrollar explosiones en el municipio se localizó una zona donde existe solamente una unidad de peligro.

Explosiones	
Radios de afectación	2
Establecimientos	Gasolinería
Sitios susceptibles	1 plaza
Nivel de peligro	Muy alto

Zonas y unidades en peligro por explosiones en el municipio.

Mapa de peligro por explosiones



Simbología

Afectación por explosiones
- Radio de 100 m

Establecimientos con manejo de sustancias y materiales peligrosos
- Gasolinería

Sitios de interés
- Centro de asistencia médica
- Escuela
- Instalación gubernamental
- Plaza
- Templo

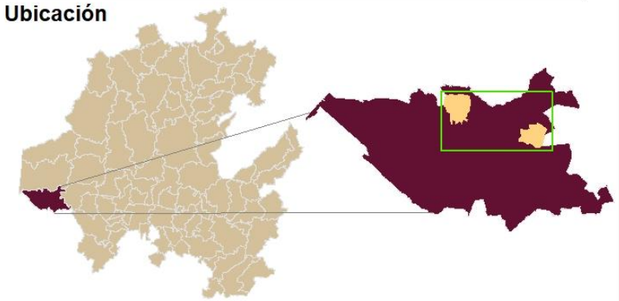
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

PpE - Peligro por explosiones

Incendios

Peligro por incendios

Los incendios representan uno de los fenómenos más frecuentes que afectan los ecosistemas forestales y agropecuarios del municipio. Estos eventos pueden originarse por diversas causas, como descargas eléctricas, aunque la mayoría se relaciona con actividades humanas, especialmente las prácticas agropecuarias. Entre ellas destacan la quema de rastrojos, la limpieza de terrenos y el uso inadecuado del fuego para el manejo de pastizales, los cuales incrementan la probabilidad de incendios no controlados. Además de las pérdidas de vegetación y suelo, estos eventos provocan la degradación del paisaje, la disminución de la biodiversidad y emisiones de gases contaminantes que afectan la calidad del aire y la salud de la población (CONAFOR, 2021).

Incendio registrado en el municipio. Fuente: Protección civil municipal, 2025.

El peligro por incendios constituye una amenaza constante que puede afectar tanto a zonas urbanas como rurales, con el potencial de causar graves daños a la vida humana, la propiedad y el medio ambiente. De acuerdo con el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), los incendios son fuegos no controlados de grandes proporciones que ocasionan lesiones, pérdida de vidas humanas, daños materiales y deterioro ambiental.

Los incendios no solo representan una amenaza directa a la vida humana, sino que también generan impactos ambientales como la pérdida de cobertura vegetal, erosión del suelo, contaminación del aire por partículas y gases tóxicos, y afectación a la fauna local. En términos económicos, los daños a viviendas, cultivos, instalaciones públicas y privadas pueden ser significativos, dificultando la recuperación de las comunidades afectadas.

Metodología

Para la elaboración del mapa de peligro por incendios en establecimientos con manejo de sustancias inflamables, se realizó un proceso de localización de actividades económicas mediante el uso del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE), herramienta desarrollada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Esta base de datos permitió identificar los giros industriales y de servicios en los que se almacenan y comercializan sustancias consideradas altamente riesgosas, tales como gasolina, diésel, aceites y lubricantes.

La selección de estos establecimientos se realizó conforme a los criterios técnicos establecidos en el *Anexo 19 del CENAPRED* (2014), el cual proporciona lineamientos para la modelación de escenarios de accidentes tecnológicos. Dicho documento clasifica las sustancias inflamables como agentes con alto potencial de riesgo, especialmente en contextos urbanos donde su manejo se realiza en espacios reducidos y cercanos a zonas habitacionales.

Con base en estos criterios, se definió un radio de afectación general de 100 metros para los sitios de venta y almacenamiento de combustibles y lubricantes. Este parámetro permite visualizar el área inmediata que podría verse comprometida en caso de un incendio, considerando la posible dispersión de líquidos, generación de vapores inflamables y riesgo de ignición.

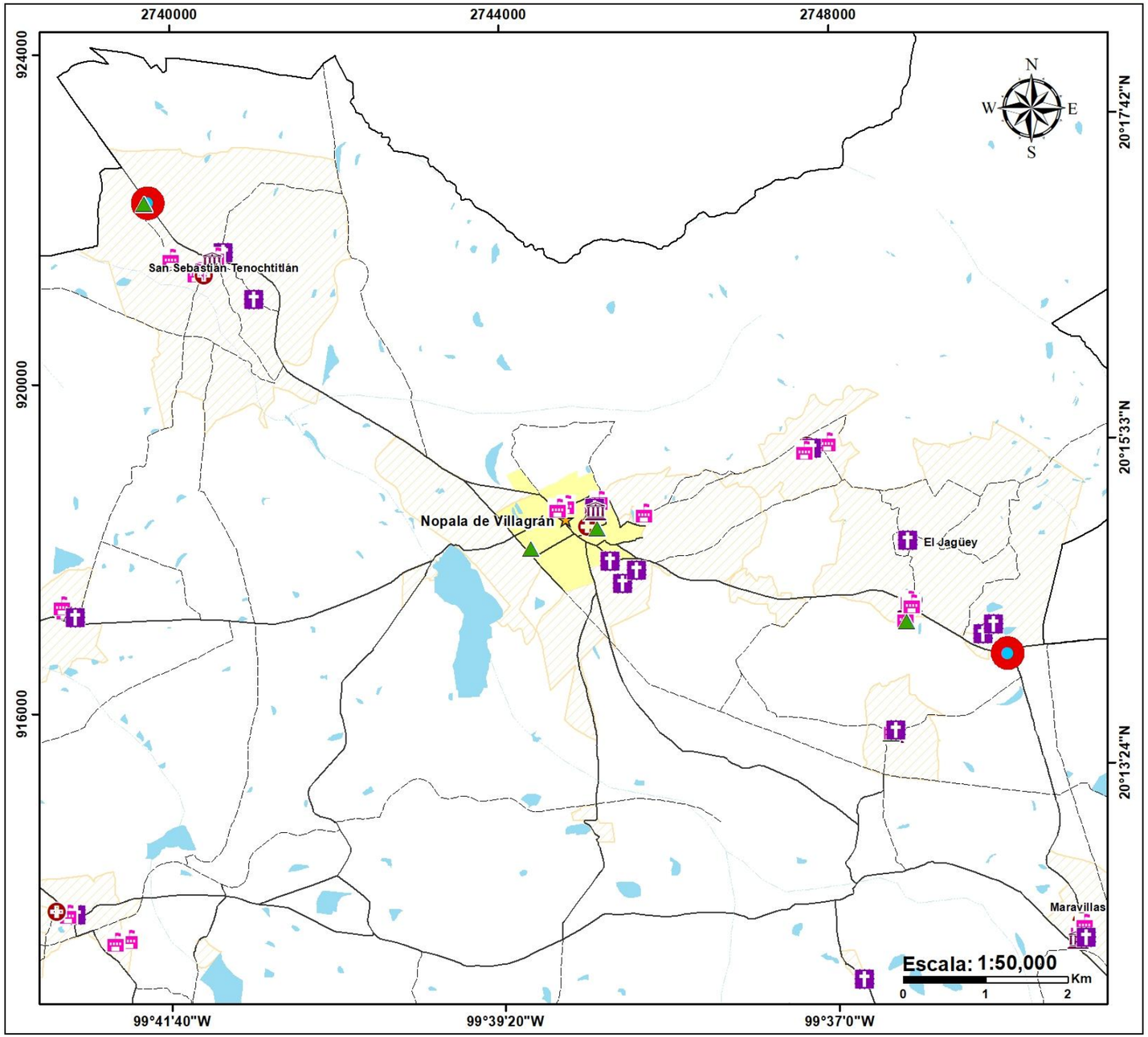
Resultados

Para conocer los lugares potencialmente peligrosos a desarrollar incendios en el municipio se localizó una zona donde existe solamente una unidad de peligro.

Incendios	
Radios de afectación	2
Establecimientos	Gasolinería
Sitios susceptibles	1 plaza
Nivel de peligro	Muy alto

Zonas y unidades en peligro por incendios en el municipio.

Mapa de peligro por incendios



Simbología

Afectación por incendios
- Radio de 100 m

Establecimientos con manejo de sustancias y materiales peligrosos
- Gasolinería

Sitios de interés
- Centro de asistencia médica
- Escuela
- Instalación gubernamental
- Plaza
- Templo

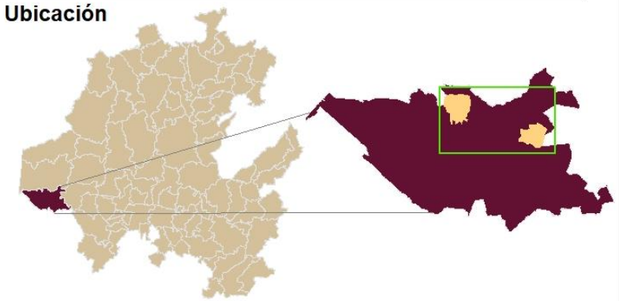
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

Ppl - Peligro por incendios

Incendios forestales

Desde la perspectiva de la gestión forestal, un incendio forestal se define como un fuego no deseado que se desarrolla sin control sobre áreas cubiertas por vegetación natural, y cuya propagación afecta el equilibrio ecológico, la biodiversidad y los servicios ambientales del ecosistema (CONAFOR, 2015).

La ocurrencia de un incendio forestal depende de la interacción de los componentes del triángulo del fuego: combustible, oxígeno y calor.

De acuerdo con la FAO (2006), estos elementos deben coincidir en tiempo y espacio para que se inicie la combustión, por lo que su análisis es fundamental para la prevención y el combate.

Esquema del triángulo del fuego (CONAFOR, 2022).

En los ecosistemas forestales de México, el combustible corresponde a la biomasa vegetal viva o muerta incluyendo hojarasca, pastos secos, ramas y matorrales cuya cantidad, continuidad y humedad determinan la intensidad y velocidad de propagación del fuego (SEMARNAT & CONAFOR, 2018). El oxígeno es provisto por la atmósfera, mientras que la fuente de calor puede originarse por diversas causas. Por ejemplo, las descargas eléctricas atmosféricas, representan un porcentaje menor pero significativo en zonas serranas y de alta montaña (FAO, 2006).

Sin embargo, en México más del 90 % de los incendios forestales están relacionados con actividades humanas, especialmente quemas agropecuarias mal manejadas, fogatas encendidas sin precaución y quemas de residuos (CONAFOR, 2023).

La propagación del fuego depende de tres variables clave conocidas como la tríada del comportamiento del fuego: el combustible, la topografía y las condiciones meteorológicas. La pendiente, la velocidad del viento y la humedad relativa influyen de manera directa en la rapidez y dirección del avance del incendio (SEMARNAT & CONAFOR, 2018).

En conjunto, comprender los factores de origen y propagación permite establecer estrategias de manejo del fuego alineadas con criterios técnico–científicos, optimizando la prevención, detección y supresión de incendios forestales en el territorio nacional.

De acuerdo con la información proporcionada por la Plataforma del Sistema de Predicción de Peligro de Incendio (SPPIF), el municipio presenta predominantemente zonas de uso agrícola, las cuales se clasifican en la categoría de respuesta dependiente. Este tipo de respuesta al fuego indica que la vegetación agrícola requiere de una fuente externa de ignición para que se genere un incendio, por lo que su ocurrencia está estrechamente vinculada con actividades humanas.

Asimismo, el municipio cuenta con áreas de matorral y pastizal inducido con clase de respuesta al fuego se considera sensible, influida y dependiente**.** Esta categoría refleja que la vegetación presenta una propensión elevada a la ignición y a la propagación del fuego bajo condiciones favorables, debido a su estructura, continuidad de combustibles y susceptibilidad a períodos de sequía.

Riesgo potencial para un incendio forestal (CONAFOR, 2023).

En conjunto, estas características permiten identificar los sectores del municipio donde el comportamiento del fuego puede ser más dinámico o influido por las actividades humanas, lo que resulta fundamental para establecer estrategias de prevención, manejo y atención oportuna de incendios forestales.

Áreas prioritarias de incendios

De acuerdo con la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) las áreas prioritarias de incendios forestales son un espacio territorial identificado como estratégico debido a su alta probabilidad de ocurrencia de incendios, su susceptibilidad a la propagación del fuego o el nivel de impacto potencial que un incendio podría generar sobre la población, los ecosistemas o la infraestructura.

La priorización de estas áreas se basa en criterios como:

- **Historial de incendios y condiciones de riesgo:** abarcan sequías recurrentes, acumulación de material combustible y factores climáticos que favorecen la ignición y la propagación.
- **Carga y continuidad de combustibles vegetales:** incrementan la intensidad y velocidad del fuego.
- **Proximidad a asentamientos humanos:** infraestructura crítica o zonas productivas donde un incendio podría ocasionar daños significativos.
- **Valor ecológico o ambiental:** presencia de ecosistemas frágiles, áreas naturales protegidas o zonas de recarga hídrica.
- **Vulnerabilidad del territorio:** se consideran características topográficas, accesibilidad y capacidad de respuesta.

En conjunto, estas áreas permiten orientar de manera más eficiente las acciones de prevención, vigilancia, manejo del fuego y atención de emergencias, optimizando los recursos disponibles y reduciendo el impacto de los incendios forestales en el entorno natural y social (CONAFOR, 2025).

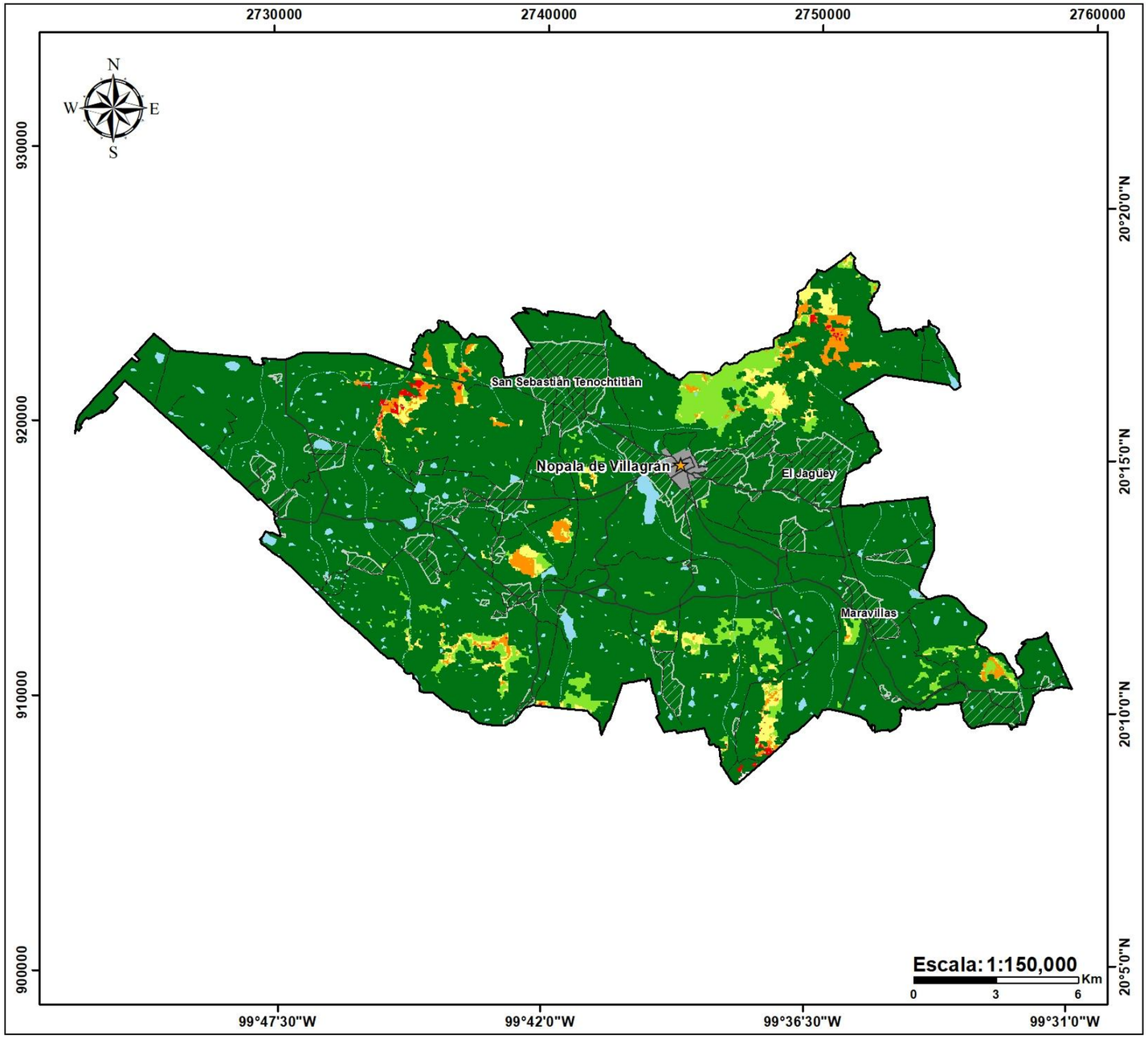
De acuerdo con el *"Mapa de áreas prioritarias para incendios forestales"*, la mayor parte del municipio se clasifica dentro de la categoría de muy bajo, lo cual se asocia principalmente al predominio de usos de suelo agrícolas, conforme a la serie VII de INEGI**.**

En la porción noreste del municipio se reconoce un pequeño sector dominado por matorral y pastizal inducido que, debido a la elevada continuidad del combustible y a su mayor susceptibilidad a la propagación del fuego, se clasifica como una zona de prioridad alta para atención inmediata.

Imagen ilustrativa de incendio de pastizal en área agrícola (CONAFOR, 2024).

Esta área se representa en el mapa mediante la simbología en color naranja. En contraste, se identifican otros polígonos con la misma cobertura de matorral y pastizal, representados en verde claro y amarillo, cuyos niveles de prioridad se ubican entre medio y bajo. Esta clasificación responde a diferencias en la densidad y distribución del combustible, así como en las condiciones ambientales locales, factores que disminuyen su potencial de ignición y propagación en comparación con la zona de prioridad alta.

Mapa de áreas prioritarias de incendios forestales



Simbología

Áreas prioritarias de incendios forestales
- Muy alto
- Alto
- Medio
- Bajo
- Muy bajo

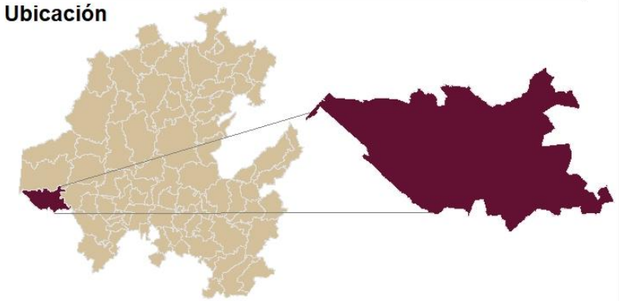
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

APIF - Áreas prioritarias de incendios forestales

Peligro por intensidad calórica máxima esperada

El peligro por intensidad calórica máxima esperada se refiere a la cantidad de energía térmica que puede liberar un incendio forestal durante su desarrollo, en función de la carga, continuidad y tipo de combustible presente, así como de las condiciones topográficas y meteorológicas predominantes (CONAFOR, 2015; FAO, 2006). Esta variable constituye un indicador fundamental para evaluar la severidad potencial del fuego y su capacidad de generar impactos significativos sobre la vegetación, el suelo, la biodiversidad y la infraestructura (SEMARNAT & CONAFOR, 2018).

De acuerdo con los criterios establecidos por la Comisión Nacional Forestal, la intensidad calórica de un incendio está estrechamente relacionada con la acumulación de biomasa vegetal seca, la estructura del combustible y su grado de humedad (CONAFOR, 2022).

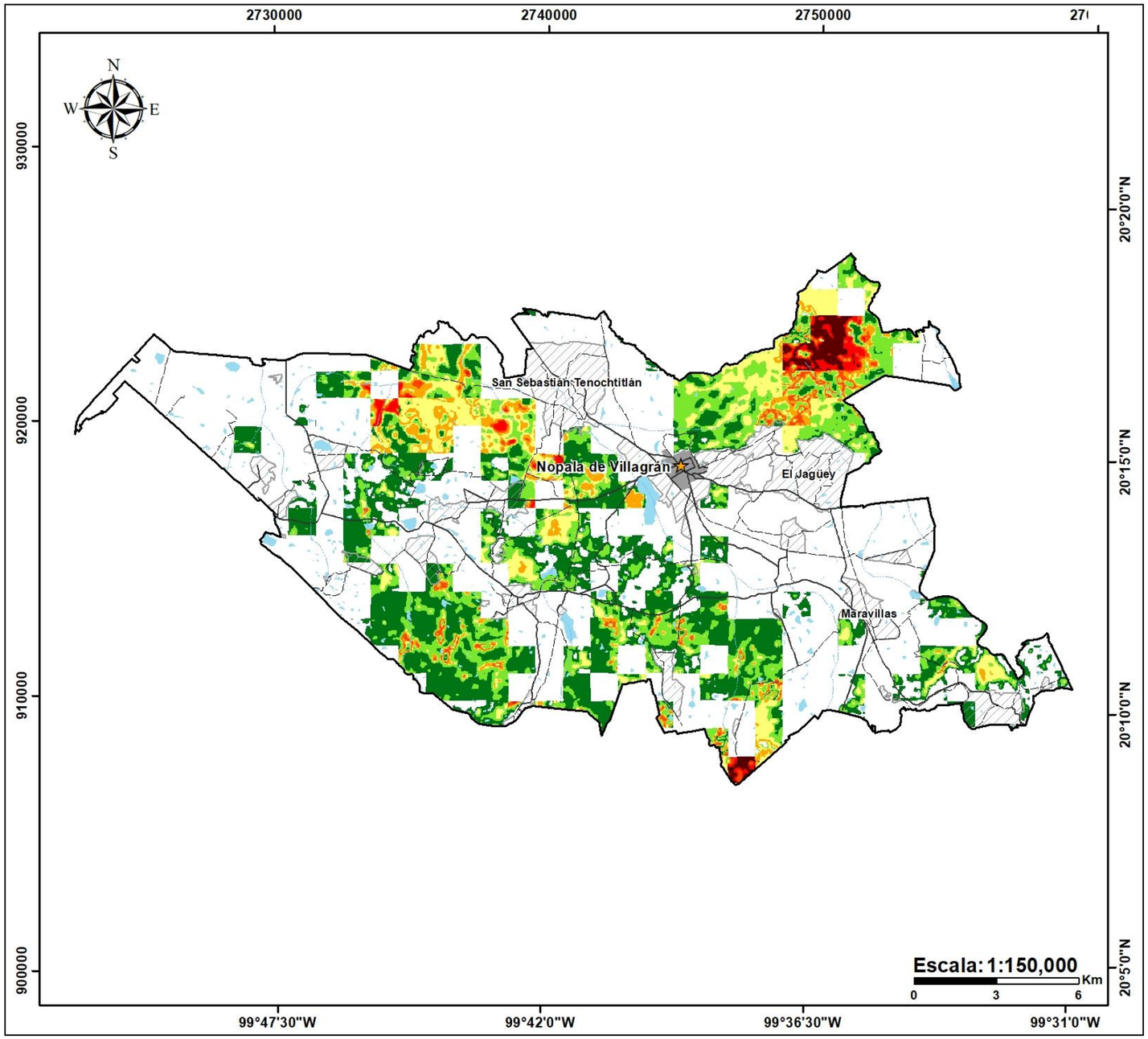
En el municipio en la zona noroeste se presentan áreas con predominio de usos agrícolas y pastizales, la intensidad calórica máxima esperada suele ser baja a media, debido a la menor carga y discontinuidad del combustible; sin embargo, bajo condiciones de sequía prolongada y presencia de viento, estos incendios pueden presentar una rápida propagación superficial por lo que de acuerdo con el mapa se registran en un índice de alto a extremo (CONAFOR, 2023).

En contraste, las zonas con cobertura forestal, particularmente aquellas conformadas por bosque de encino, presentan una intensidad calórica máxima esperada de muy baja - alta, asociada a una mayor carga de combustibles finos y gruesos, así como a la continuidad vertical y horizontal de la vegetación, lo que favorece el desarrollo de incendios de mayor severidad y una mayor liberación de energía térmica (SEMARNAT & CONAFOR, 2018; CONAFOR, 2025).

Asimismo, las áreas de matorral se consideran con una intensidad calórica potencialmente elevada, ya que su estructura vegetal densa y su alta susceptibilidad a periodos de sequía incrementan la probabilidad de incendios intensos, especialmente cuando coinciden condiciones meteorológicas adversas como altas temperaturas, baja humedad relativa y vientos moderados a fuertes (FAO, 2006; CONAFOR, 2023).

En conjunto, el análisis del peligro por intensidad calórica máxima esperada permite identificar las zonas del municipio donde un incendio forestal podría alcanzar mayores niveles de severidad, lo que resulta esencial para la planeación de acciones de prevención, manejo de combustibles, priorización de recursos y definición de estrategias de combate (CONAFOR, 2025).

Mapa de peligro por intensidad calórica máxima esperada



Simbología

Intensidad calórica máxima esperada

- Extremo
- Muy alto
- Alto
- Alto - medio
- Medio
- Bajo
- Muy bajo
- N/A

Límites políticos

- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades

- Rural
- Urbana

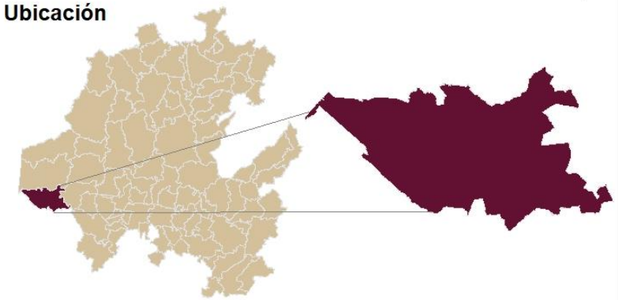
Vías de comunicación

- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos

- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide.....GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

Ppicme - Peligro por intensidad calórica máxima esperada

Riesgo por ocurrencia de incendio

El riesgo de incendios forestales se define como la probabilidad de que ocurra un incendio en un área determinada, como resultado de la interacción entre factores biofísicos y antrópicos que influyen en los procesos de ignición y propagación inicial del fuego (FAO, 2006; CONAFOR, 2015). Este concepto integra variables relacionadas con la carga, continuidad y estado de humedad del combustible vegetal, así como con las características topográficas del terreno y las condiciones meteorológicas predominantes, tales como temperatura, precipitación, humedad relativa y velocidad del viento (SEMARNAT & CONAFOR, 2018).

Asimismo, el riesgo de incendios forestales se encuentra estrechamente asociado a la presencia de actividades humanas que incrementan la probabilidad de ignición, particularmente aquellas vinculadas al uso del fuego en prácticas agropecuarias, manejo de pastizales y residuos agrícolas, las cuales, cuando no se realizan bajo criterios técnicos adecuados, representan una de las principales causas de inicio de incendios forestales (FAO, 2006; CONAFOR, 2022). En este sentido, el riesgo expresa la susceptibilidad del territorio al inicio del fuego, independientemente de la magnitud o severidad que éste pueda alcanzar (CONAFOR, 2015).

La evaluación del riesgo de incendios forestales constituye un componente fundamental en los estudios técnicos de gestión ambiental y ordenamiento territorial, ya que permite identificar áreas prioritarias para la implementación de acciones de prevención, manejo del fuego y reducción de combustibles, así como para la planeación de estrategias de vigilancia, detección temprana y respuesta oportuna (SEMARNAT & CONAFOR, 2018; CONAFOR, 2025).

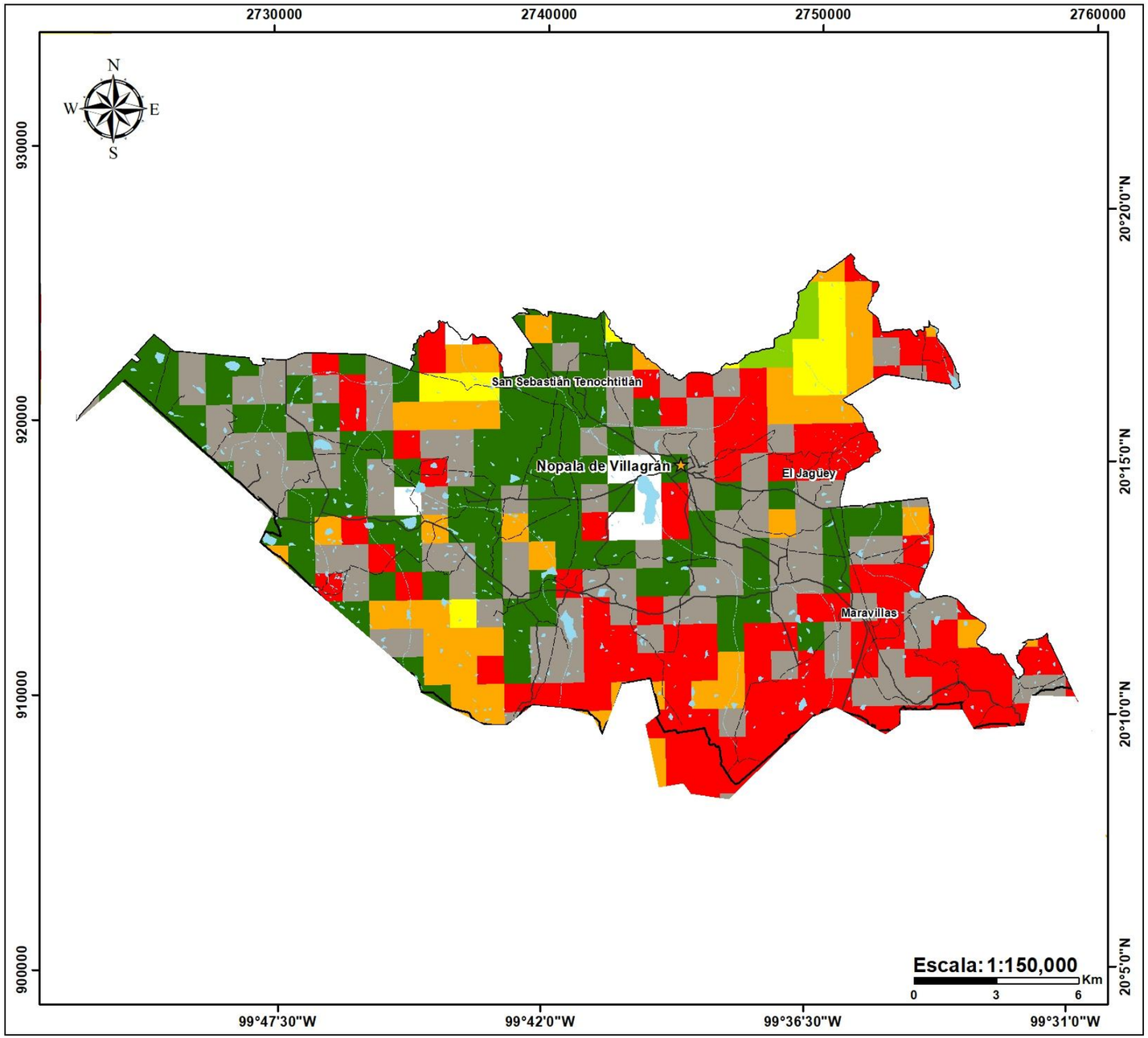
La presencia de extensas áreas agrícolas dentro del municipio incrementa la susceptibilidad al inicio de incendios, los cuales, bajo condiciones ambientales adversas, pueden propagarse hacia predios colindantes y áreas con cobertura de matorral o vegetación forestal, generando afectaciones ambientales de mayor magnitud.

Con base en la información disponible de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), se elaboraron dos mapas temáticos para la evaluación del riesgo de ocurrencia de incendios: el primero correspondiente al riesgo por localidad y accesibilidad a través de la red carretera. Los resultados indican que algunas áreas del municipio presentan un riesgo muy alto de incendio especialmente en zonas cercanas a las localidades rurales como Maravillas y el Jagüey, esto puede explicarse por la quema descontrolada de pastizales ya que dentro de estas áreas se encuentran zonas parceladas dedicadas a la agricultura de riego y humedad anual, permanente y semipermanente.

El segundo mapa, de acuerdo con la información obtenida de la plataforma del Sistema de Predicción de Peligro por Incendio Forestal, se identificó que el riesgo de ocurrencia de incendios asociado a biomasa forestal con una altura de vegetación aproximada de 30 metros se concentra principalmente en la zona noreste del municipio, donde predominan coberturas de uso forestal. En estas áreas, el riesgo se clasifica en categorías de alto a extremo, mientras que en la mayor parte del municipio predominan categorías de riesgo que van de muy bajo a moderado.

En conjunto, el análisis del riesgo de incendios forestales permite identificar las áreas con mayor probabilidad de ocurrencia del fuego, constituyendo un insumo fundamental para la planeación de acciones de prevención, capacitación comunitaria, manejo del fuego y priorización de estrategias de vigilancia y control, orientadas a la reducción de impactos ambientales y socioeconómicos.

Mapa de riesgo de ocurrencia de incendio



Simbología

Por localidad y acceso por carretera

- Muy alto
- Alto
- Medio
- Bajo
- Muy bajo

Zona de afectación

- Localidades

Límites políticos

- Cabecera municipal
- Límite municipal

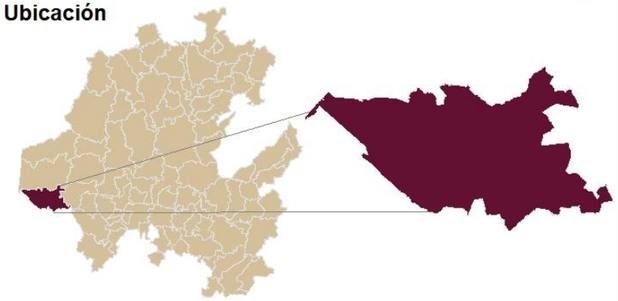
Vías de comunicación

- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos

- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

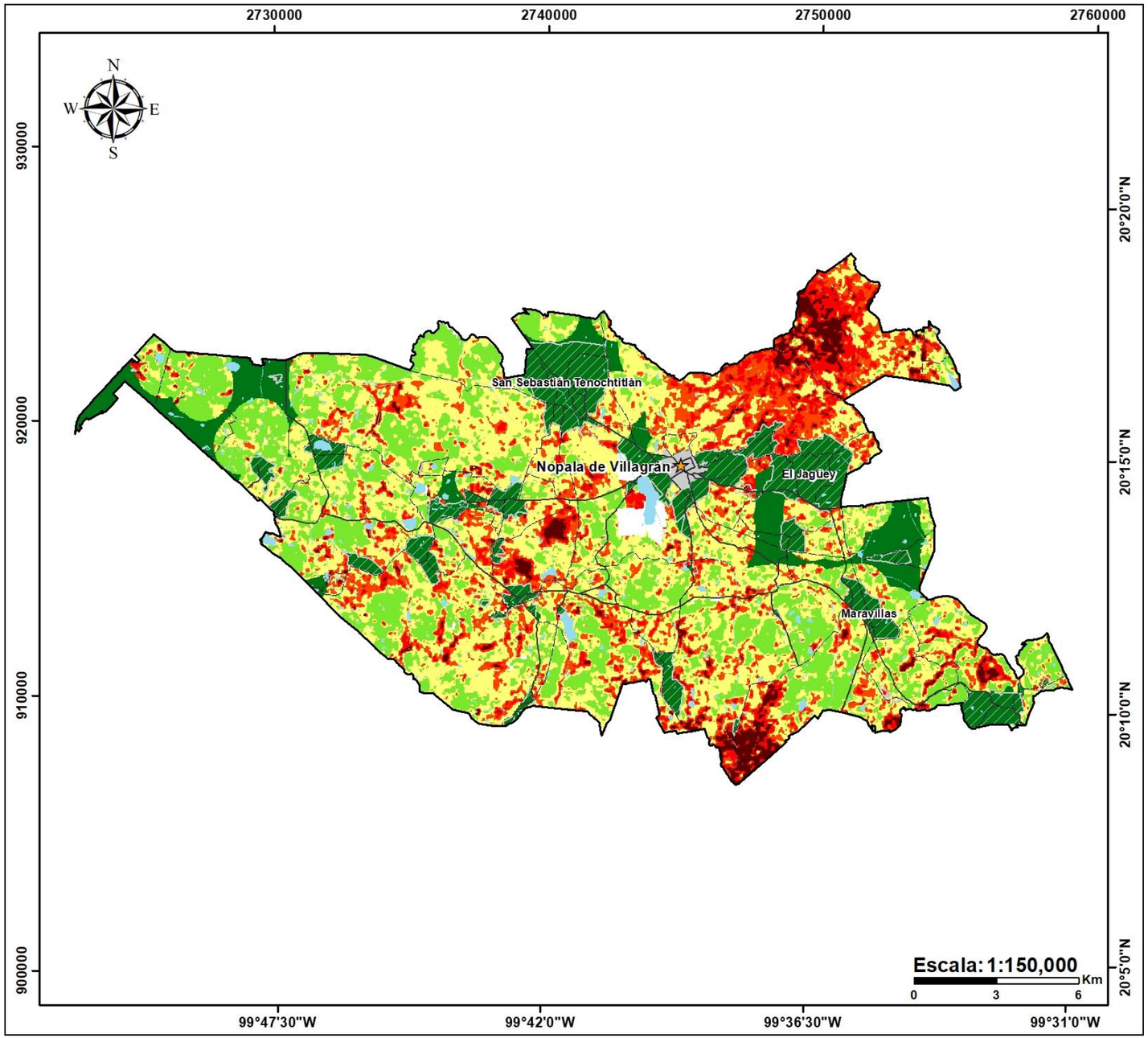
Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

RdOdI - Riesgo de ocurrencia de incendio

Mapa de riesgo por ocurrencia de biomasa forestal (30m)



Simbología

Incendio por ocurrencia de biomasa forestal (30m)
- Extremo
- Muy alto
- Alto
- Medio
- Bajo
- Muy bajo

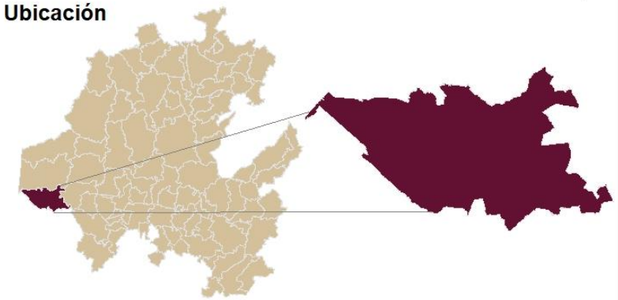
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

RdOpIpBF - Riesgo de ocurrencia por incendio por biomasa forestal (30m)

Amenaza por incendios

De acuerdo con el Centro Nacional de Prevención de Desastres y la Comisión Nacional Forestal (2014), los incendios son fuegos que se propagan con rapidez y pueden ocasionar daños a la vegetación, infraestructura, fauna y al ambiente en general. Estos eventos pueden originarse por causas humanas, entre las que destacan la quema de pastizales y residuos agrícolas, así como la limpieza de terrenos mediante la técnica roza tumba y quema, el uso de fogatas y la quema de basura en zonas rurales, limpieza de parcelas o forestales, así como la negligencia en actividades productivas o recreativas, como fumar o utilizar maquinaria que genera chispas. Por otro lado, algunas causas incluyen sequías prolongadas, temperaturas elevadas, vientos fuertes y baja humedad relativa, condiciones que favorecen la ignición y propagación del fuego.

Tipos de incendios:

- **Fuego de superficie:** afecta pasto, hojarasca, arbustos y material vegetal sobre el suelo.
- **Fuego subterráneo:** avanza lentamente a través de raíces y materia orgánica del suelo.
- **Fuego de copas:** alcanza la parte alta de los árboles, es altamente peligroso y difícil de controlar.

El impacto de los incendios incluye principalmente afectaciones ambientales, como daños a bosques, selvas y vegetación nativa, así como riesgos significativos para la biodiversidad. Aunque en ciertos contextos específicos el fuego puede desempeñar un papel ecológico natural en la renovación de algunos ecosistemas, cuando ocurre de manera no controlada genera efectos mayormente negativos, como la degradación del suelo, la pérdida de cobertura vegetal, la erosión y procesos de deforestación, además de alterar los servicios ambientales y el equilibrio ecológico. En cuanto a la población, pueden provocar problemas de salud por la inhalación de humo, pérdidas de bienes materiales y, en situaciones graves, representar una amenaza directa para la vida humana.

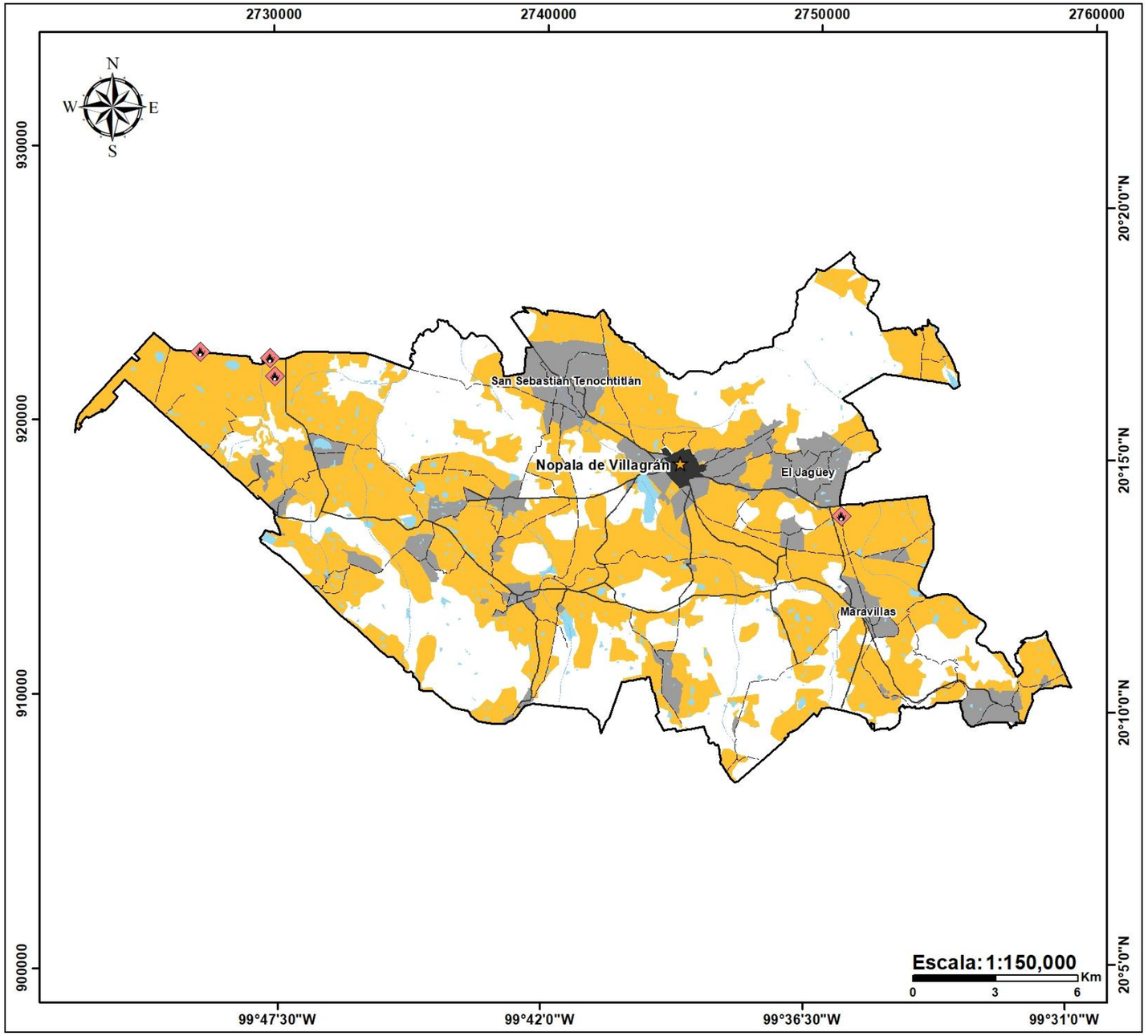
Fotografía del punto de incendio señalado por Protección Civil, donde la presencia predominante de pastizales y áreas agrícolas incrementa la probabilidad de ocurrencia de incendios. Fuente: Elaboración propia.

El mapa de amenaza por incendios muestra la distribución espacial de los incendios registrados por dentro del municipio. Los puntos de fuego se concentran principalmente en la porción oeste del municipio, donde se localiza el mayor número de parcelas afectadas, mientras que un punto adicional aparece en la zona sur, cerca de áreas agrícolas. La mayoría de los eventos se presentan en zonas con uso de suelo agrícola, lo que sugiere que estas quemas están asociadas con prácticas agropecuarias y la presencia de pastizales secos. Las localidades rurales, ampliamente distribuidas en el territorio, se encuentran más próximas a los sitios donde ocurren las quemas, mientras que las zonas urbanas presentan menor cercanía a estos eventos. Los incendios ocurren en áreas con accesos por caminos y carreteras secundarios, lo que indica que el tránsito y las actividades humanas cercanas pueden influir en su aparición. La información cartográfica se elaboró con base en la visita técnica al municipio, durante la cual Protección Civil Municipal registró cuatro puntos de incendio en pastizales reportados por la población durante el año 2025. Aunque dichos eventos no aparecen registrados ante la plataforma del Sistema de Predicción de Peligro de Incendios Forestales de México (s. f.) de la Comisión Nacional Forestal CONAFOR, no dejan de ser oficiales ante el municipio.

En general, el municipio presenta varios puntos de quemas no controladas, con mayor incidencia en el sector oeste, lo que evidencia la necesidad de reforzar las acciones de prevención en zonas agrícolas y en caminos rurales donde se registra mayor actividad de quema. Entre algunas medidas de prevención, se sugiere: promover el uso responsable del fuego, reducir la acumulación de material vegetal seco, fortalecer la detección temprana de incendios, la implementación y mantenimiento de brechas cortafuego para garantizar su eficacia y fomentar la participación comunitaria para prevenir prácticas que puedan generar incendios.

Los incendios representan una amenaza significativa para el ambiente y la seguridad de las personas. La mayoría de los incendios se originan por actividades humanas negligentes o mal planeadas. Por ello, la prevención, la educación, el manejo responsable del fuego y la vigilancia comunitaria son esenciales para evitar que los incendios pongan en riesgo vidas humanas o su patrimonio.

Mapa de amenaza por incendio



Simbología

Amenaza por incendio
- Incendio registrado
- Zona de cultivo

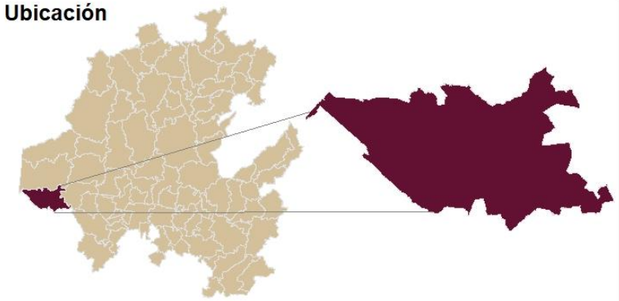
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

Apl - Amenaza por incendio

Ductos de combustible

Peligro por ductos de combustible

El transporte de líquidos y gases combustibles, como el petróleo, la gasolina, el diésel o el gas natural, a través de redes de tuberías subterráneas o superficiales, constituye una de las técnicas más utilizadas a nivel mundial debido a su eficiencia operativa. Este método permite movilizar grandes volúmenes de combustible a largas distancias con costos relativamente bajos, lo que lo convierte en una solución estratégica para satisfacer la creciente demanda energética en diversas regiones (Olivera-Villaseñor & Rodríguez-Castellanos, 2005).

En el contexto mexicano, Petróleos Mexicanos (PEMEX) ha sido históricamente la entidad encargada de operar la red nacional de ductos para el transporte de hidrocarburos. No obstante, a partir de la reforma energética y la apertura del sector, empresas privadas también han comenzado a participar en la construcción y operación de estas infraestructuras. Estas actividades están reguladas por organismos como la Comisión Reguladora de Energía (CRE) y la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA), que velan por el cumplimiento de estándares técnicos, ambientales y de seguridad (Transportation, 2024).

A pesar de ser considerado uno de los métodos más seguros y eficientes, el transporte por ductos no está exento de riesgos. Las redes de tuberías, aunque diseñadas bajo estrictos criterios de ingeniería y sujetas a programas de mantenimiento preventivo, pueden presentar fallas por diversas causas. Entre los factores más comunes que comprometen su integridad se encuentran la corrosión interna y externa, defectos de fabricación o instalación, y daños provocados por terceros, como impactos de maquinaria pesada, actos de vandalismo o actividades ilícitas (Vaquero, 2023).

Uno de los principales peligros asociados a estas fallas es la fuga de hidrocarburos. Estos eventos pueden generar derrames significativos que afectan gravemente al medio ambiente, especialmente a cuerpos de agua y suelos. La contaminación resultante no solo altera la biodiversidad local, sino que también representa un riesgo directo para la salud humana, al comprometer la calidad del agua potable y los alimentos. Además, la contaminación del suelo puede tener efectos persistentes, dificultando la recuperación ecológica de las zonas afectadas.

Ductos de gas natural

En el municipio, se identifica un ducto de gas natural que cruza el territorio y atraviesa directamente la comunidad de Loma Colorada, ubicada en la zona central. La proximidad de esta infraestructura a los asentamientos humanos incrementa la vulnerabilidad de la población ante posibles incidentes, como fugas, incendios o explosiones.

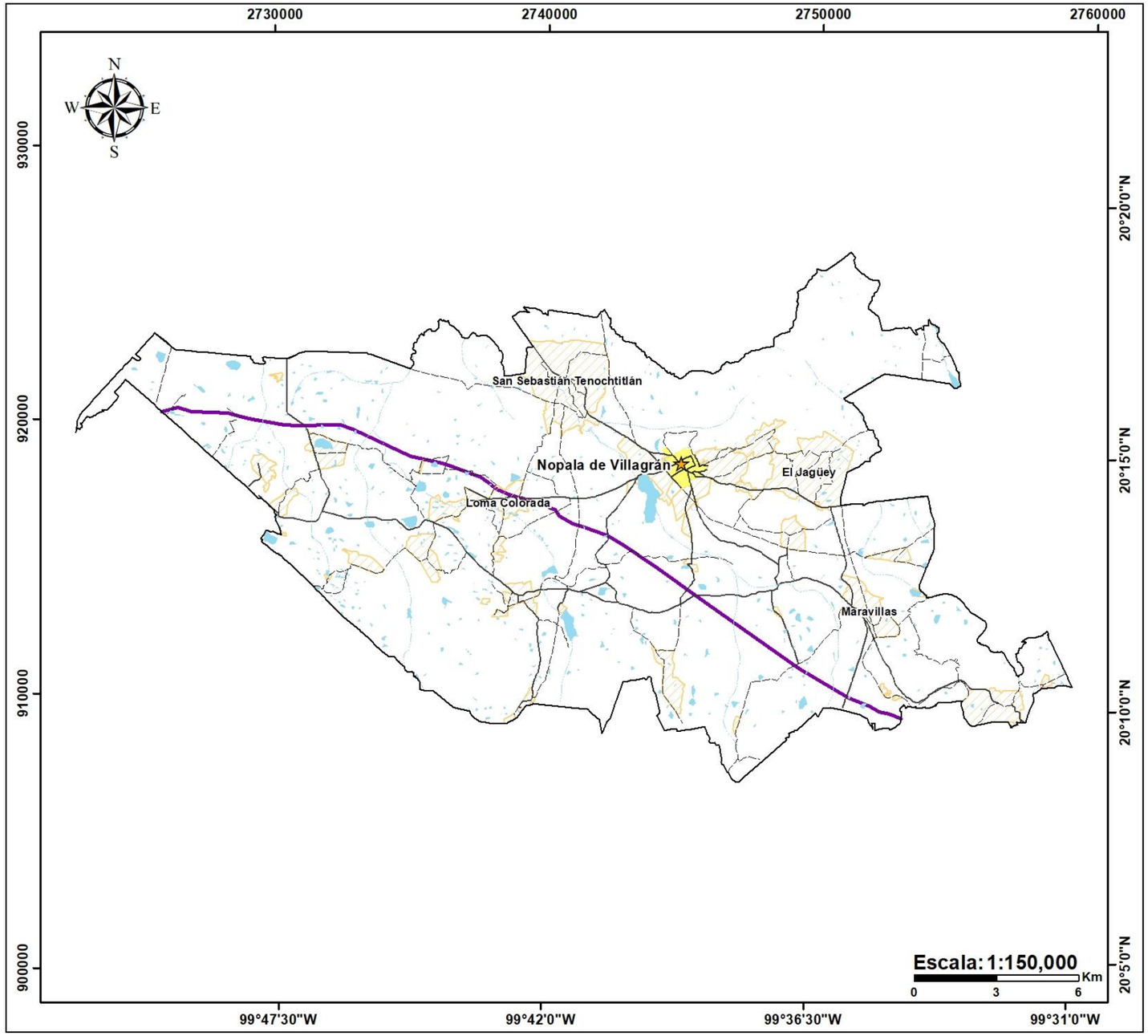
Las fugas de gas natural pueden generar consecuencias graves tanto a nivel ambiental como social. En caso de una fuga, existe el riesgo de acumulación de vapores inflamables, los cuales pueden detonar en presencia de una fuente de ignición, provocando incendios o explosiones de gran magnitud. En el mapa de riesgo del municipio se representa una “marea de fuego” de 100 metros, que indica el área en la que las llamas podrían alcanzar una intensidad suficiente como para poner en peligro a personas, estructuras o instalaciones cercanas. Asimismo, se establece un radio de acción de 800 metros, dentro del cual podrían presentarse efectos peligrosos derivados de la fuga, incluso si no se produce una ignición inmediata.

La siguiente tabla muestra los ductos de gas natural que cruzan el municipio:

Ductos de gas natural	
Tramo	TULA-VILLA DE REYES
Diámetro	30-36”
Longitud	713 km
Permiso	G/19988/TRA2017

Ducto de gas natural localizados en el municipio

Mapa de ductos de gas natural



Simbología

Ducto
- Gas natural

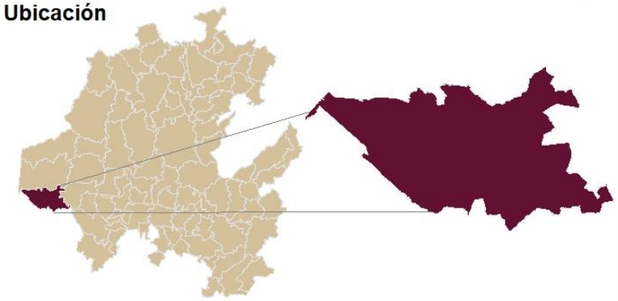
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

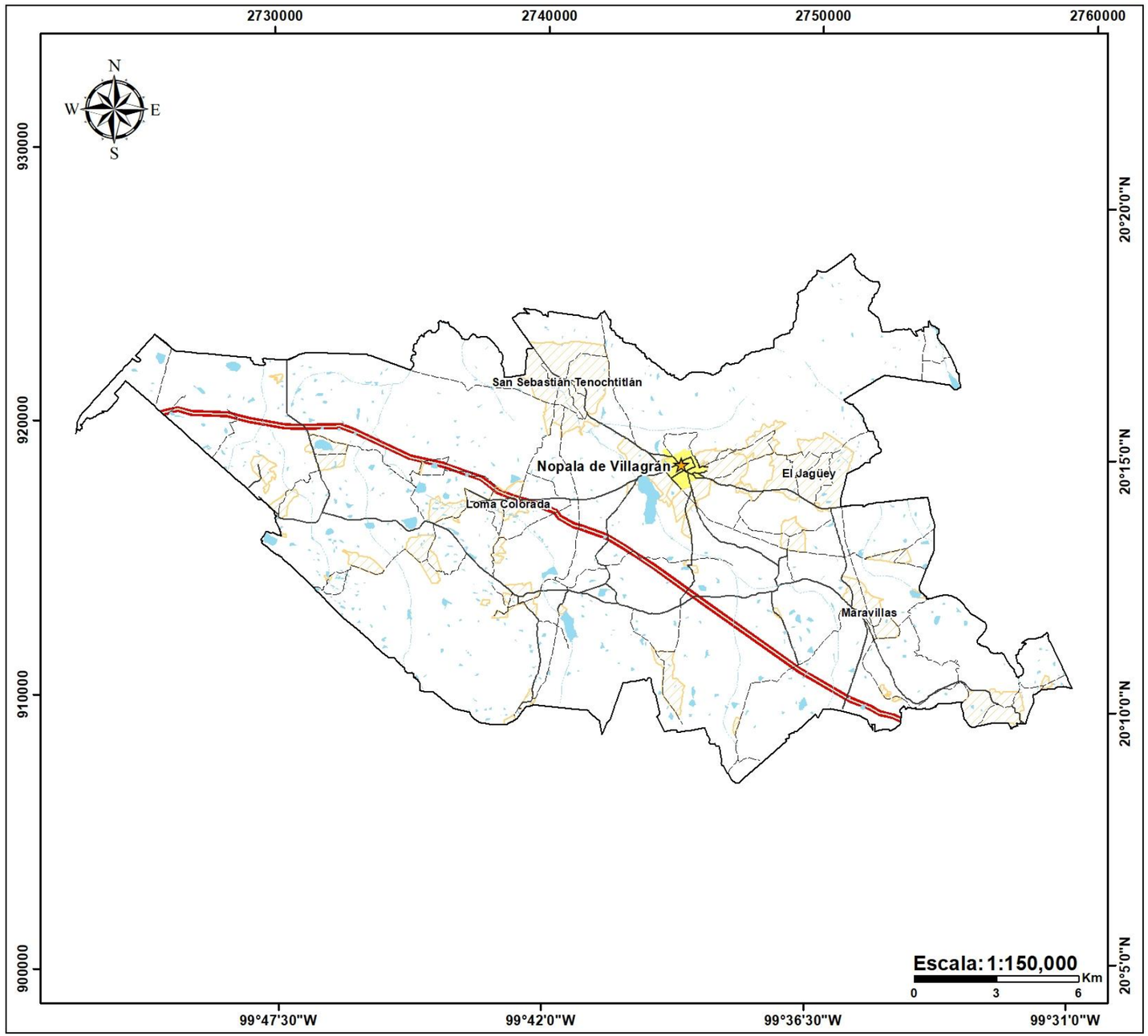
Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

DGN - Ductos de gas ntural

Mapa de marea de fuego por ductos de gas natural



Simbología

Marea de fuego por ductos de gas natural
- 100 m
- Ductos de gas natural

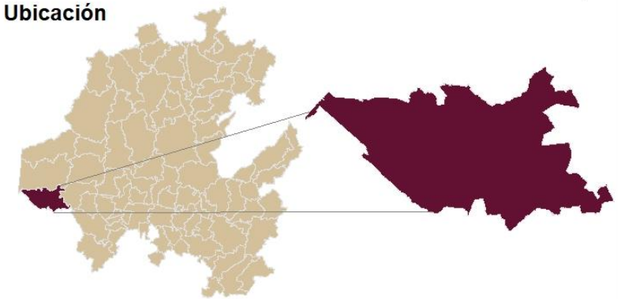
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

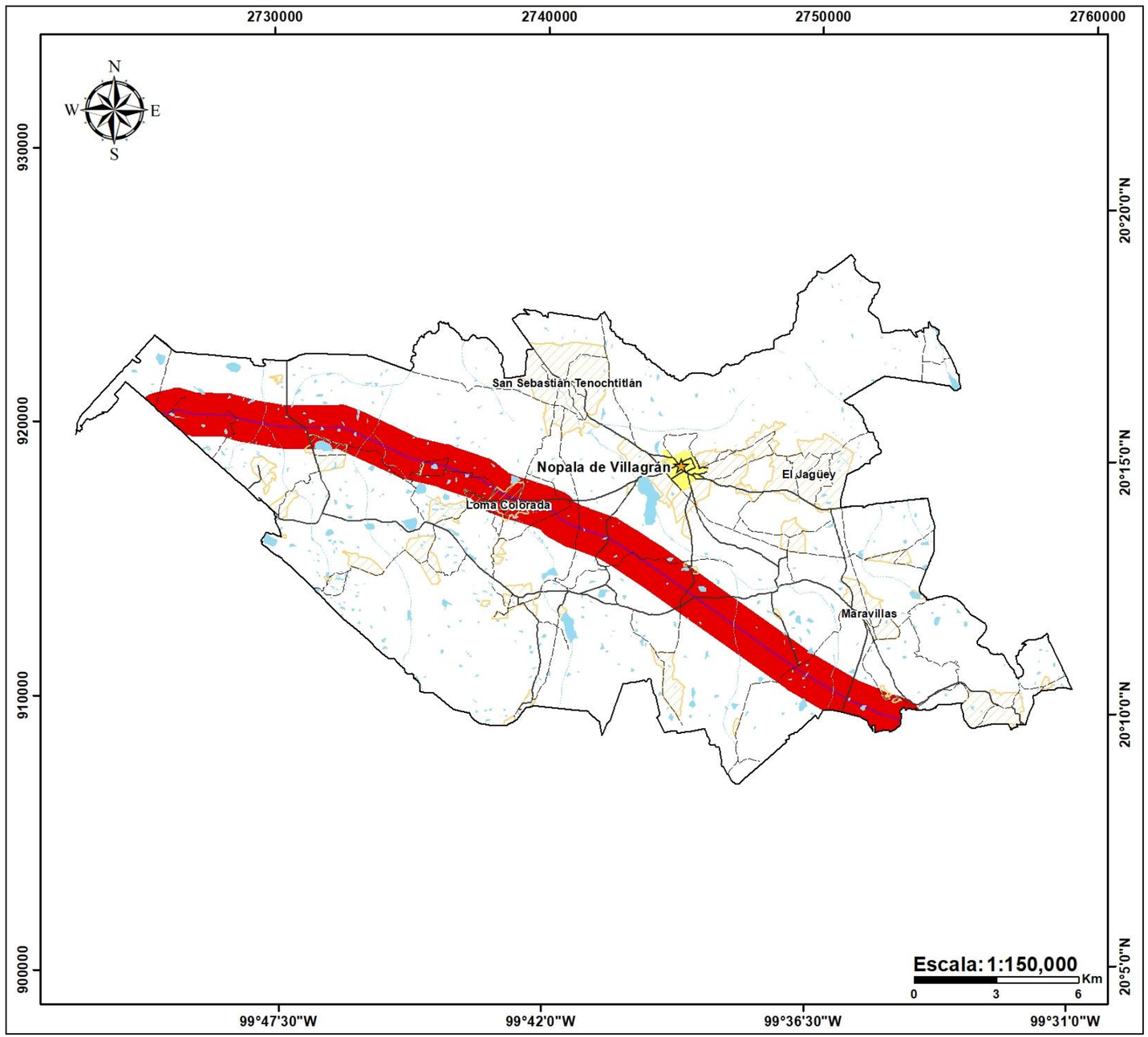
Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

MdFDGN - Marea de fuego por ductos de gas natural

Mapa de radio de acción por ductos de gas natural



Simbología

Radio de acción por ductos de gas natural
- 800 m
- Ductos de gas natural

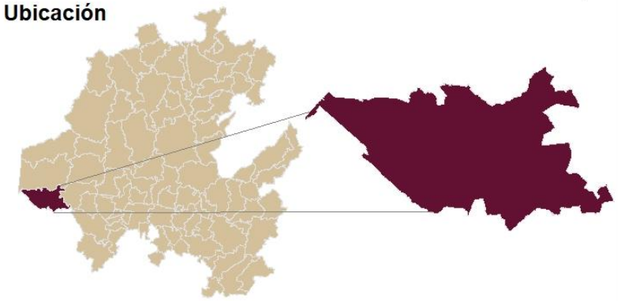
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

RdaDGN - Radio de acción por ductos de gas natural

Ductos de hidrocarburo

En México, el transporte de hidrocarburos mediante ductos es una práctica ampliamente extendida, impulsada por la necesidad de movilizar grandes volúmenes de petróleo y gas desde los centros de producción hacia las zonas de consumo. Esta red de infraestructura, que supera los 17,000 kilómetros de longitud, cumple una función estratégica en la economía nacional. Sin embargo, su operación conlleva riesgos latentes para las comunidades que se encuentran en su trayecto, especialmente aquellas ubicadas en zonas rurales o con escasa infraestructura de protección civil. Entre los principales peligros asociados a los ductos se encuentran las fugas, explosiones, tomas clandestinas y derrames. Estos eventos no solo ponen en peligro la vida humana, sino que también generan impactos ambientales y económicos de gran magnitud. La contaminación del suelo y los cuerpos de agua es una de las consecuencias más graves. Cuando ocurre un derrame, los hidrocarburos penetran en el subsuelo, afectando los mantos freáticos y dañando la biodiversidad local. Según el Centro de Investigación y Asistencia Técnica del Estado de Querétaro (CIATEQ), el crecimiento demográfico ha invadido los derechos de vía de los ductos, lo que incrementa el riesgo de accidentes en zonas habitadas.

En el caso del municipio, ejemplifica esta situación. Aunque no ha sido epicentro de incidentes graves, su ubicación en una región atravesada por ductos de Petróleos Mexicanos (Pemex) lo convierte en un área vulnerable.

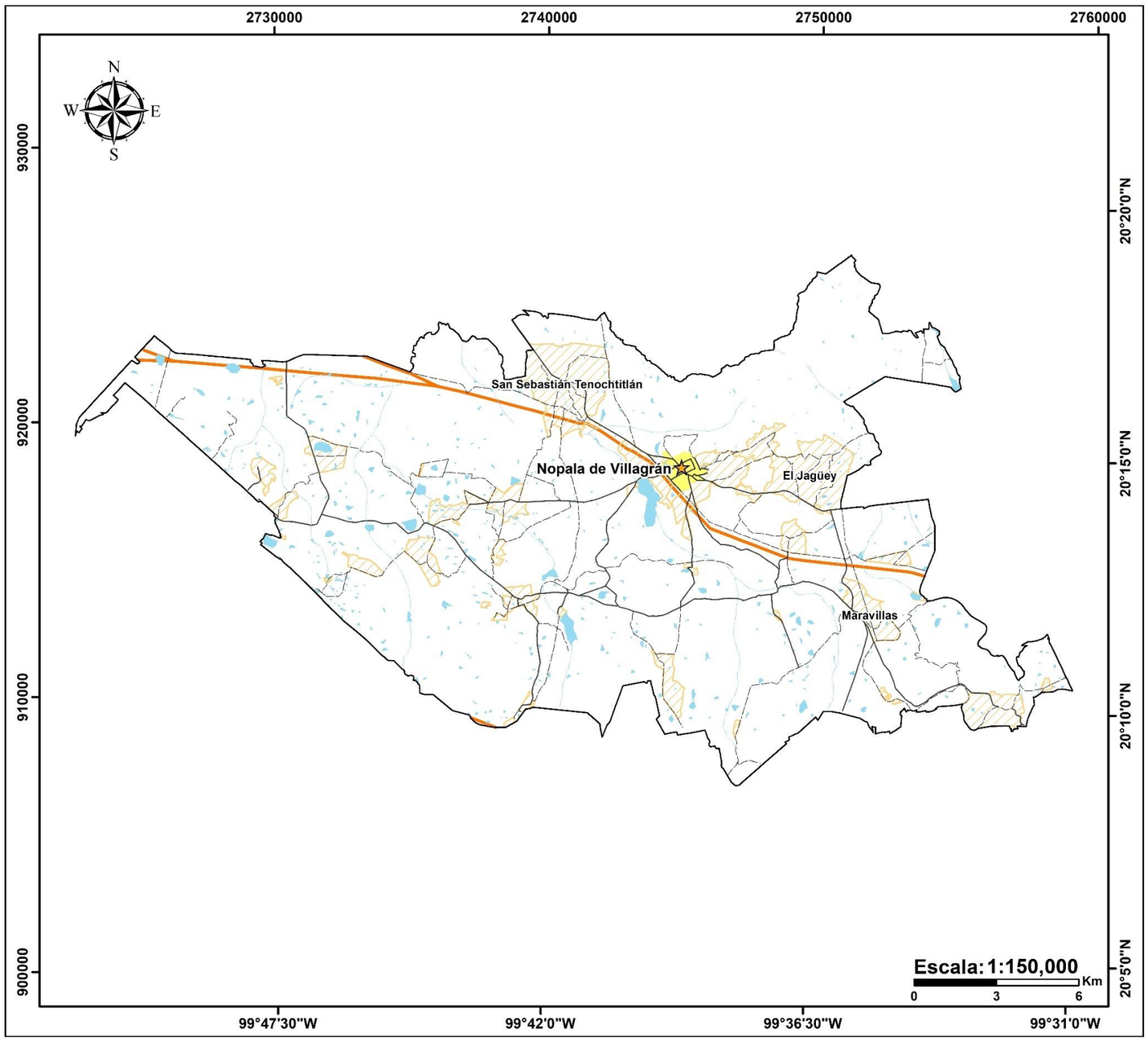
En el mapa de riesgo del municipio se representa una “marea de fuego” de 100 metros, que indica el área en la que las llamas podrían alcanzar una intensidad suficiente como para poner en peligro a personas, estructuras o instalaciones cercanas. Asimismo, se establece un radio de acción de 800 metros, dentro del cual podrían presentarse efectos peligrosos derivados de la fuga, incluso si no se produce una ignición inmediata.

La siguiente tabla muestra los ductos de hidrocarburo que cruzan el municipio:

Ductos de hidrocarburo	
Condición	En operación
Relación-suelo	Subterráneo
Tipo	PEMEX
Carta	F14C77, F14C78

Ductos de hidrocarburo localizados en el municipio

Mapa de ductos de hidrocarburos



Simbología

Ducto
- Hidrocarburo

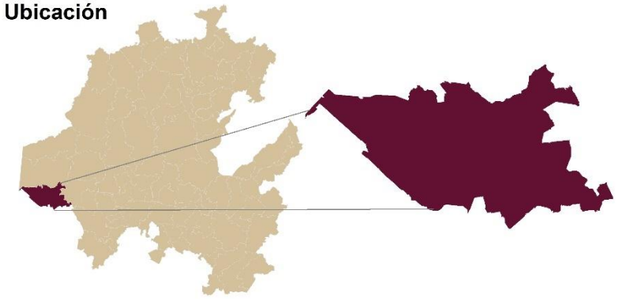
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

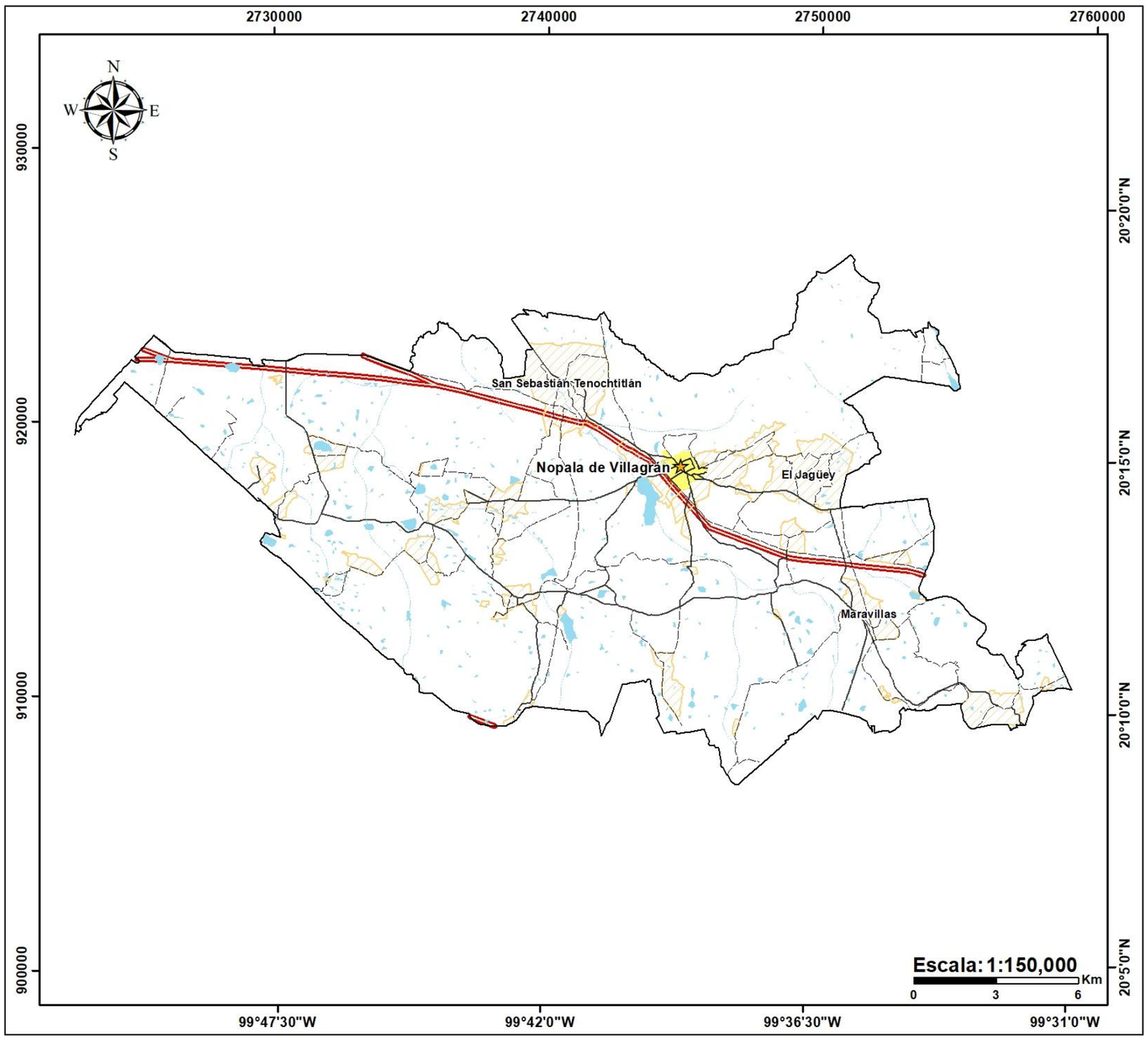
Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

DdH - Ductos de hidrocarburos

Mapa de marea de fuego por ductos de hidrocarburos



Simbología

Marea de fuego por ductos de hidrocarburo
- 100 m
- Ductos de hidrocarburo

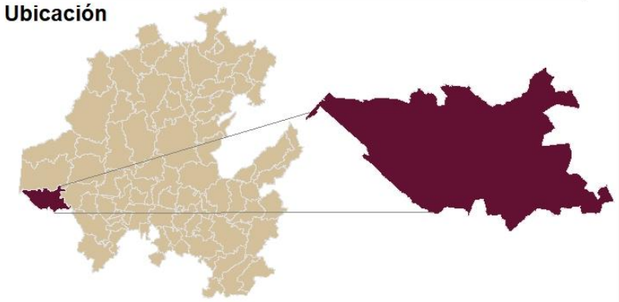
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

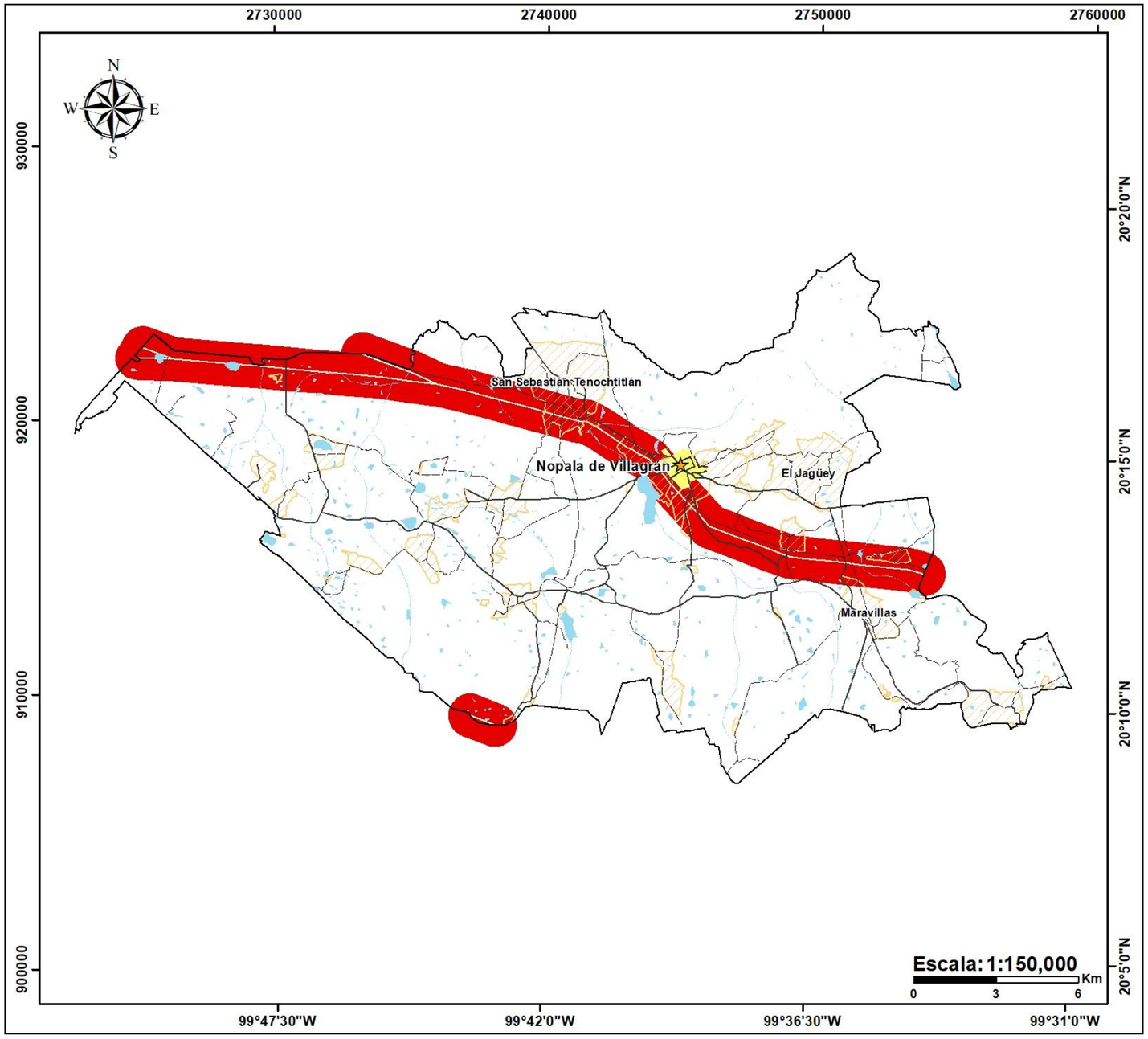
Elipsoide	GRS80
Proyección	ITRF08 LCC
Gradícula	Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal	Mexicano época 2010.0
Zona UTM	14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

MdFDdH - Marea de fuego por ductos de hidrocarburos

Mapa de radio de acción por ductos de hidrocarburos



Simbología

Radio de acción por ductos de hidrocarburo
- 800 m
- Ductos de hidrocarburo

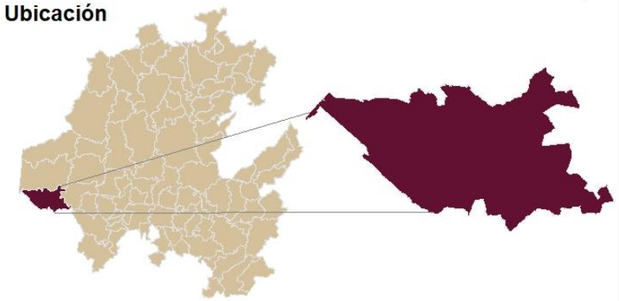
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

RdaDdH - Radio de acción por ductos de hidrocarburos

Autotransporte de sustancias peligrosas

El autotransporte de sustancias peligrosas constituye una actividad crítica dentro de la cadena logística nacional, debido al tipo de materiales que moviliza. Este tipo de transporte implica el traslado de productos que, por su naturaleza, pueden representar un riesgo significativo para la salud humana, la seguridad pública y el medio ambiente. Entre estas sustancias se encuentran los productos químicos, materiales inflamables, explosivos, tóxicos, radiactivos y corrosivos, cuya manipulación y traslado requieren estrictas medidas de seguridad y regulación especializada (Secretaría de Comunicaciones y Transportes, 2023).

Entre los peligros más destacados se encuentran los accidentes de tráfico, que pueden derivar en derrames, explosiones o incendios, poniendo en peligro tanto a los habitantes como al medio ambiente circundante (García et al., 2020). Estos incidentes no solo comprometen la seguridad vial, sino que también pueden desencadenar emergencias de gran magnitud.

Otro riesgo significativo es la contaminación ambiental. Los derrames de sustancias químicas durante el transporte pueden afectar gravemente el suelo, los cuerpos de agua y la atmósfera, generando impactos negativos en la flora, la fauna y la salud humana (Martínez, 2019). La persistencia de estos contaminantes en el entorno puede provocar daños ecológicos duraderos y costosos procesos de remediación.

Asimismo, existe un riesgo directo para la salud pública. La exposición a materiales tóxicos, ya sea por contacto directo o por inhalación de vapores peligrosos, puede causar enfermedades agudas como intoxicaciones, así como afecciones crónicas que comprometen la calidad de vida de las personas expuestas (Organización Mundial de la Salud, 2021). Estos efectos son especialmente preocupantes en zonas densamente pobladas o con infraestructura médica limitada.

Para garantizar la seguridad, estas sustancias se clasifican en distintas categorías según el tipo de riesgo que representan, como inflamabilidad, toxicidad, reactividad o radiactividad. Esta clasificación permite adoptar medidas específicas de protección y facilita la gestión adecuada durante el transporte (Secretaría de Comunicaciones y Transportes, 2023).

Además, el transporte de estos materiales debe cumplir con rigurosos requisitos de señalización. Los vehículos deben portar etiquetas y paneles de identificación visibles que informen sobre la naturaleza del contenido, lo cual es esencial para alertar a los conductores, autoridades y servicios de emergencia en caso de un incidente (Cámara Nacional del Autotransporte de Carga, 2022). Esta señalización estandarizada contribuye a una respuesta más rápida y eficaz ante situaciones de riesgo.

Asimismo, los vehículos destinados al transporte de sustancias peligrosas deben estar equipados con dispositivos de seguridad adecuados. Esto incluye extintores, equipos de protección personal para los operadores, y materiales absorbentes o neutralizantes para atender derrames o fugas durante el trayecto (Organización Panamericana de la Salud, 2021). Estas medidas son fundamentales para reducir el impacto de posibles accidentes y proteger tanto a las personas como al medio ambiente.

El personal encargado del transporte de estas mercancías debe recibir formación especializada para identificar los peligros, seguir protocolos de seguridad y actuar adecuadamente en caso de emergencia. Esta capacitación es esencial, ya que el manejo adecuado de las sustancias peligrosas puede marcar la diferencia entre un incidente menor y un desastre. Asimismo, las rutas para el transporte de estas mercancías suelen ser planificadas cuidadosamente, teniendo en cuenta factores como el tipo de material que se transporta y las condiciones de las carreteras, para minimizar el riesgo de accidentes.

El cumplimiento de todas estas medidas es crucial para prevenir accidentes que puedan poner en peligro a las personas, a los bienes materiales y al entorno natural. El transporte de sustancias peligrosas, aunque vital para el funcionamiento de muchas actividades económicas, exige un compromiso constante con la seguridad y la responsabilidad, tanto de los transportistas como de las autoridades que supervisan estas operaciones.

Metodología

Para la elaboración del mapa de autotransporte de sustancias peligrosas se ubicaron las vías por donde transitan o pueden transitar vehículos que transportan sustancias o materiales peligrosos (INEGI-IMT, 2015).

Posteriormente se identificaron las sustancias y materiales peligrosos transportados y las posibles rutas de evacuación. La selección de estos establecimientos se realizó conforme a los criterios técnicos establecidos en el *Anexo 19 del CENAPRED* (2014), el cual proporciona lineamientos para la modelación de escenarios de accidentes tecnológicos. Dicho documento clasifica las sustancias inflamables como agentes con alto potencial de riesgo, especialmente en contextos urbanos donde su manejo se realiza en espacios reducidos y cercanos a zonas habitacionales.

Resultados

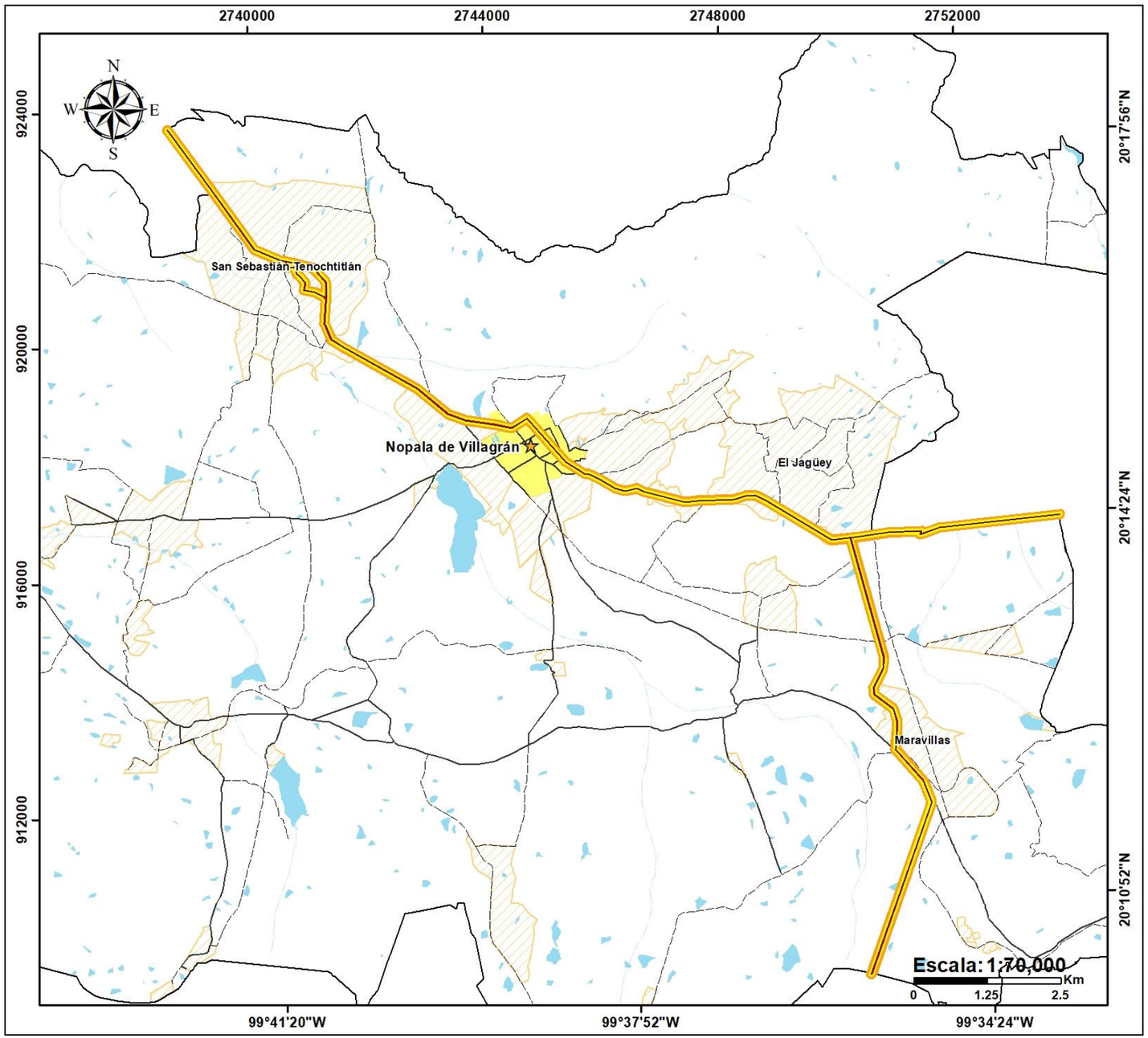
El mapa muestra la distribución y rutas de autotransporte de sustancias peligrosas en el municipio. El mapa detalla las rutas críticas por donde se transportan sustancias peligrosas, lo que permite identificar áreas de riesgo potencial para la población y el medio ambiente, especialmente en zonas cercanas a localidades densamente pobladas.

Se observa que la mayor concentración de rutas se encuentra en los alrededores de la cabecera municipal, donde convergen los caminos principales.

Sustancia	Clasificación según la NOM	Uso principal	Riesgos asociados	Distancia de aislamiento inicial (Metros)	Acción protectora	
					Día (Kilómetros)	Noche (Kilómetros)
Gasolina (UN 1203)	Líquidos inflamables (Clase 3)	Combustible para vehículos y maquinaria	Inflamable; riesgo de incendio o explosión.	50	0.3	0.5
Diésel (UN 1202)	Líquidos inflamables (Clase 3)	Combustible para maquinaria	Inflamable; riesgo de contaminación ambiental en caso de derrame.	15	0.3	0.5
Gas Licuado de Petróleo (UN 1075)	Gases inflamables (Clase 2.1)	Fuente de energía	Inflamable; riesgo de explosión en condiciones de fuga y acumulación.	89	0.2	0.5
Cloro (UN 1017)	Gases tóxicos (Clase 2.3)	Tratamiento de agua y agente blanqueador	Tóxico por inhalación; puede formar compuestos corrosivos con agua.	60	0.3	1.5
Acrilonitrilo (UN 1093)	Líquido inflamable (Clase 3)	Fabricación de polímeros y fibras sintéticas	Inflamable; riesgo de incendio o explosión.	30	0.2	0.6
Alcohol metílico (UN 1230)	Líquido inflamable (Clase 3)	Industria química y energética	Inflamable; riesgo de explosión en condiciones de fuga y acumulación.	30	0.2	0.3
Amoniaco (UN 1005)	Gases tóxicos (Clase 2.3)	Fertilizantes, explosivos y productos de limpieza.	Tóxico por inhalación; puede formar compuestos corrosivos con agua.	30	0.1	0.2

Autotransporte de sustancias peligrosas en el municipio de Nopala de Villagrán.

Mapa de aislamiento inicial por hidrocarburos



Simbología

Distancia de aislamiento
- Diésel 15 m
- Gasolina 50 m
- Gas LP 89 m

Autotransporte de sustancias peligrosas
- Huichapan–Nopala

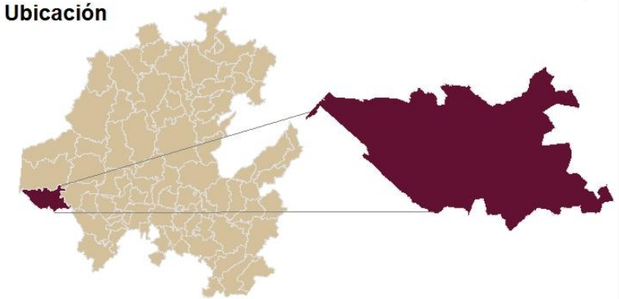
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

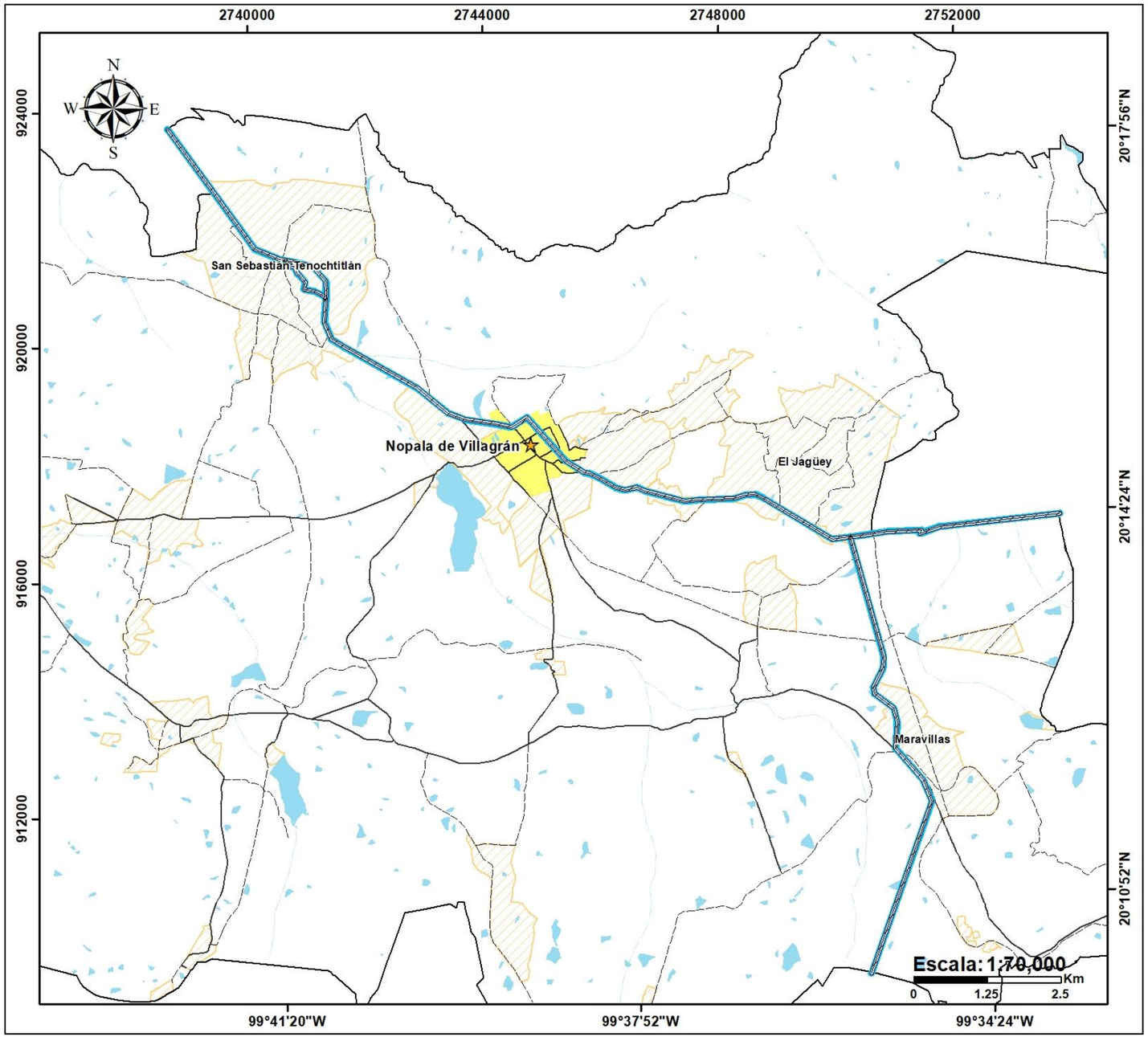
Elipsoide	GRS80
Proyección	ITRF08 LCC
Gradícula	Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal	Mexicano época 2010.0
Zona UTM	14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

AipH - Aislamiento inicial por hidrocarburos

Mapa de aislamiento inicial por sustancias peligrosas



Simbología

Distancia de aislamiento
- Acrilonitrilo 30 m
- Alcohol metílico 30 m
- Amoníaco 30 m
- Cloro 60 m

Autotransporte de sustancias peligrosas
- Huichapan–Nopala

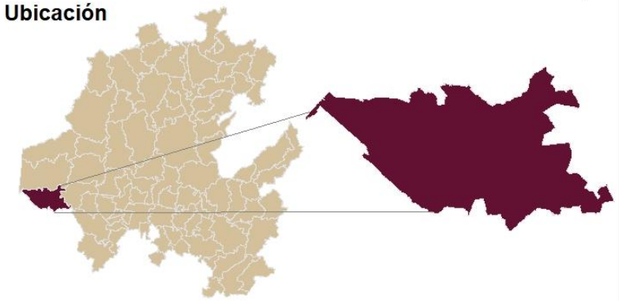
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

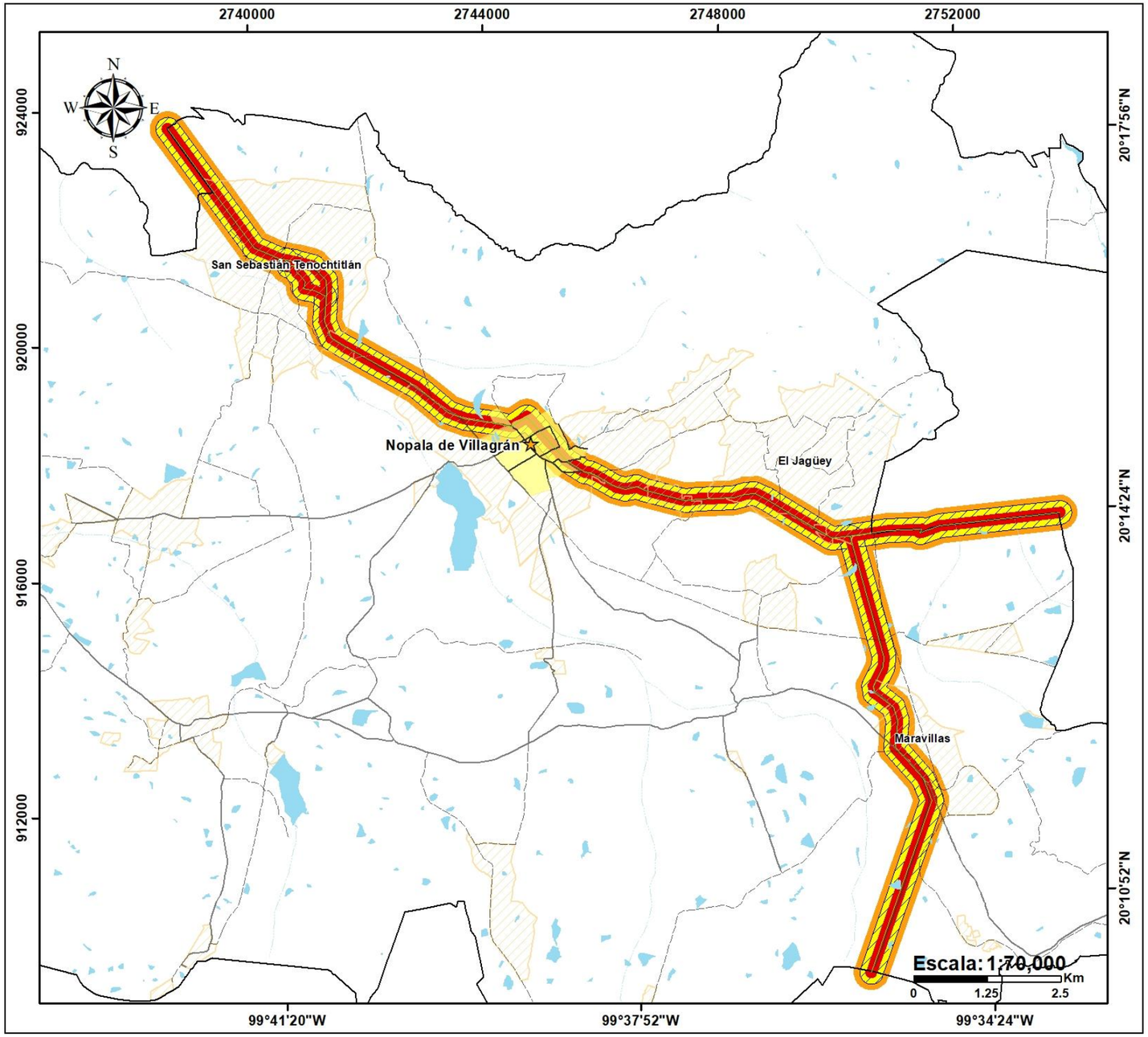
Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

AipSP - Aislamiento inicial por sustancias peligrosas

Mapa de acción protectora por sustancias peligrosas



Simbología

Distancia de acción protectora

- Amoníaco 0.1 km
- Acrilonitrilo 0.2 km
- Alcohol metílico 0.2 km
- Cloro 0.3 km

Autotransporte de sustancias peligrosas

- Huichapan–Nopala

Límites políticos

- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades

- Rural
- Urbana

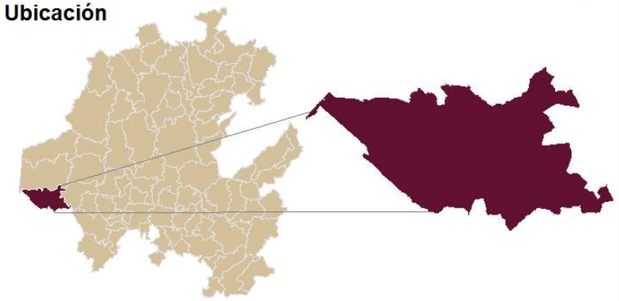
Vías de comunicación

- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos

- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

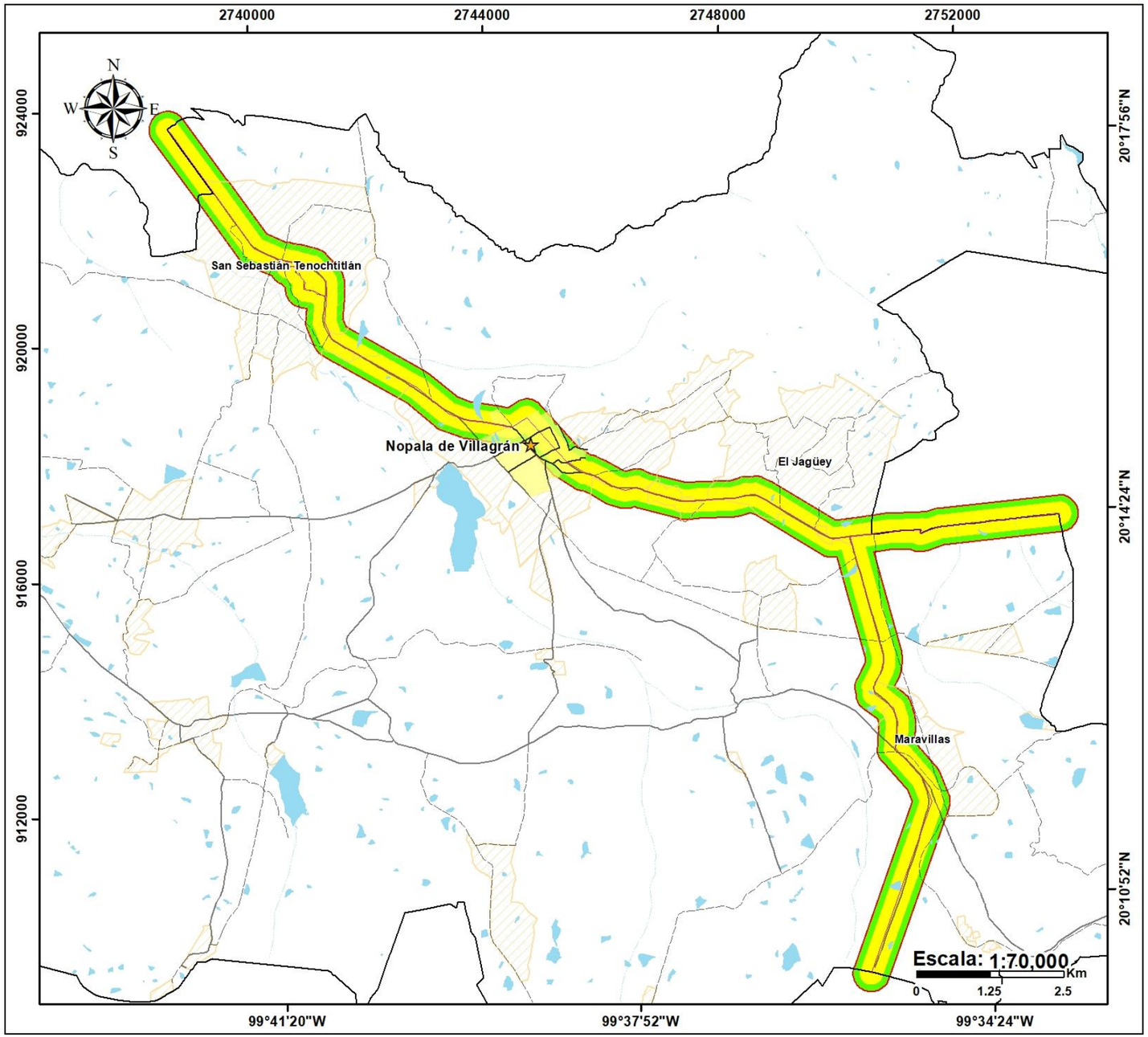
Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

AppSP - Acción protectora por sustancias peligrosas

Mapa de acción protectora por hidrocarburos



Simbología

Distancia de acción protectora

- Gas LP 0.2 km
- Diésel 0.3 km
- Gasolina 0.3 km

Autotransporte de sustancias peligrosas

- Huichapan–Nopala

Límites políticos

- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades

- Rural
- Urbana

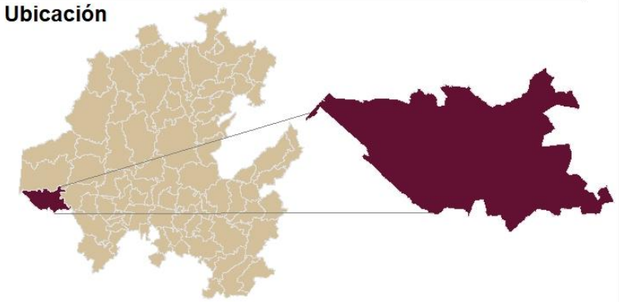
Vías de comunicación

- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos

- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide	GRS80
Proyección	ITRF08 LCC
Gradícula	Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal	Mexicano época 2010.0
Zona UTM	14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

AppH - Acción protectora por hidrocarburos

Transporte ferroviario de sustancias peligrosas

Constituye una actividad estratégica para la economía nacional, pero también representa un riesgo considerable para las comunidades cercanas a las vías férreas. En el caso del municipio, la presencia de líneas ferroviarias utilizadas por empresas como Ferromex y Kansas City Southern implica la circulación constante de materiales clasificados como peligrosos, lo que demanda medidas preventivas y planes de contingencia específicos (Bonel Ramírez, 2019).

La Vía Farria en El Borbollón evidencia la relevancia del ferrocarril como infraestructura estratégica en el desarrollo regional y su integración con el entorno rural.

De acuerdo con la **NOM-002-SCT/2011**, los principales materiales transportados por ferrocarril se agrupan en nueve clases: explosivos, gases, líquidos inflamables, sólidos inflamables, oxidantes y peróxidos orgánicos, sustancias tóxicas e infecciosas, materiales radiactivos, corrosivos y sustancias peligrosas diversas (Secretaría de Comunicaciones y Transportes [SCT], 2011). En el contexto regional, destacan el transporte de gasolina, etanol, cloro, amoníaco, ácido sulfúrico y pesticidas, todos ellos con alto potencial de riesgo para la población y el medio ambiente (FletesMex, 2023).

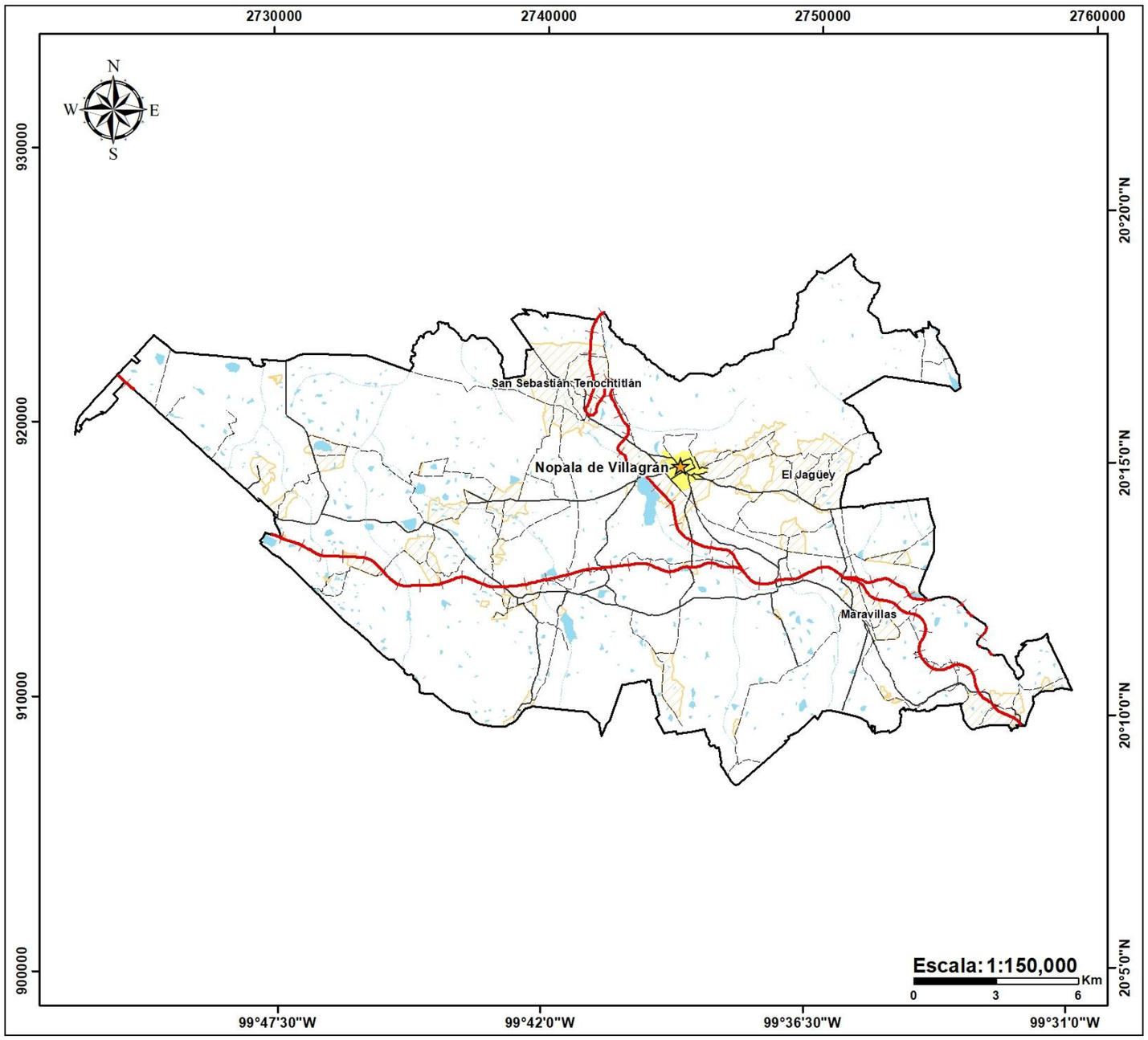
La Vía Farria en El Borbollón se presenta como un componente esencial de la red ferroviaria local, cuya presencia refleja la interacción entre infraestructura de transporte y dinámica territorial.

La Guía de Respuesta en Caso de Emergencia (GRE 2024) establece las distancias de aislamiento inicial que deben aplicarse en caso de accidentes ferroviarios. Por ejemplo, para gases tóxicos como el cloro y el amoníaco se recomienda un aislamiento de 100 a 300 metros en todas direcciones, con una zona de acción protectora que puede extenderse hasta 1.5 km en dirección del viento. Para líquidos inflamables como la gasolina y el etanol, el aislamiento inicial es de 50 metros, ampliándose a 300 metros en caso de incendio. En el caso de explosivos, la distancia mínima de aislamiento es de 500 metros, mientras que para corrosivos como el ácido sulfúrico se establece un rango de 30 a 60 metros, con acción protectora de hasta 300 metros (GRE, 2024).

La aplicación de estas medidas en el municipio resulta crítica debido a la cercanía de comunidades rurales y zonas agrícolas a las vías férreas. Un accidente ferroviario con sustancias peligrosas podría afectar no solo a la población, sino también a los recursos hídricos y suelos de la región.

El personal responsable del traslado de materiales peligrosos requiere una preparación especializada que le permita reconocer los riesgos, aplicar las normas de seguridad y responder de manera eficaz ante cualquier eventualidad. Esta formación resulta determinante, pues un manejo correcto de dichas sustancias puede significar la diferencia entre un percance controlado y una catástrofe.

Mapa de transporte ferroviario de sustancias peligrosas



Simbología

Tipo de transporte
- Ferroviario

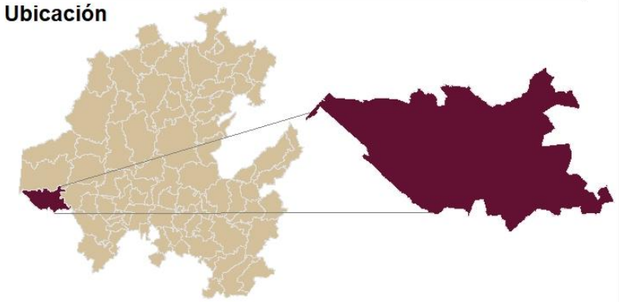
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

TFdSP - Transporte ferroviario de sustancias peligrosas

CAPÍTULO VIII.
FENÓMENOS SANITARIO-ECOLÓGICOS

Fenómenos sanitario-ecológicos

Según la Ley General de Protección Civil, publicada en el Diario Oficial de la federación el día 6 de junio del 2012, con última reforma del 21 de diciembre del 2023, un **Fenómeno Sanitario-Ecológico** se define como:

"Agente perturbador que se genera por la acción patógena de agentes biológicos que afectan a la población, a los animales y a las cosechas, causando su muerte o la alteración de su salud. Las epidemias o plagas constituyen un desastre sanitario en el sentido estricto del término. En esta clasificación también se ubica la contaminación del aire, agua, suelo y alimentos;"

Según CENAPRED, este tipo de fenómenos se originan cuando hay un desequilibrio entre el ambiente, los agentes biológicos y la sociedad, lo que facilita la proliferación de vectores, plagas o contaminantes que afectan la salud.

En el municipio se llevó a cabo una visita de campo, en coordinación con el personal de Protección Civil, con el propósito de evaluar las condiciones locales y detectar posibles áreas de riesgo.

Sitios de contaminación

Los sitios de contaminación no autorizados representan un problema ambiental y sanitario significativo para las comunidades, ya que son lugares donde se depositan residuos sin control ni autorización oficial. En el municipio se llevó a cabo una visita de campo, en coordinación con el personal de Protección Civil, con el propósito de evaluar las condiciones locales y detectar posibles áreas de riesgo. Durante este recorrido, se identificó la problemática que se detalla a continuación:

Sitio de disposición de residuos sólidos: en el municipio se ha identificado la presencia de un hundimiento de terreno (socavón) con dimensiones aproximadas de 15 metros de ancho por 8 metros de largo, el cual representa un riesgo significativo para la población y el entorno. Asimismo, se ha detectado que dicho sitio ha sido utilizado de manera inadecuada por algunos habitantes como un punto no autorizado para la disposición de desechos sólidos urbanos.

La falta de una planificación adecuada en la gestión de residuos genera múltiples implicaciones negativas en distintos ámbitos:

Ambiental: la acumulación de lixiviados representa un riesgo significativo de contaminación del suelo y de los cuerpos de agua cercanos, afectando la calidad del agua subterránea y superficial, lo que puede tener consecuencias graves para la flora y fauna local. Además, la liberación de sustancias tóxicas al medio ambiente contribuye a la degradación ecológica y al desequilibrio de los ecosistemas.

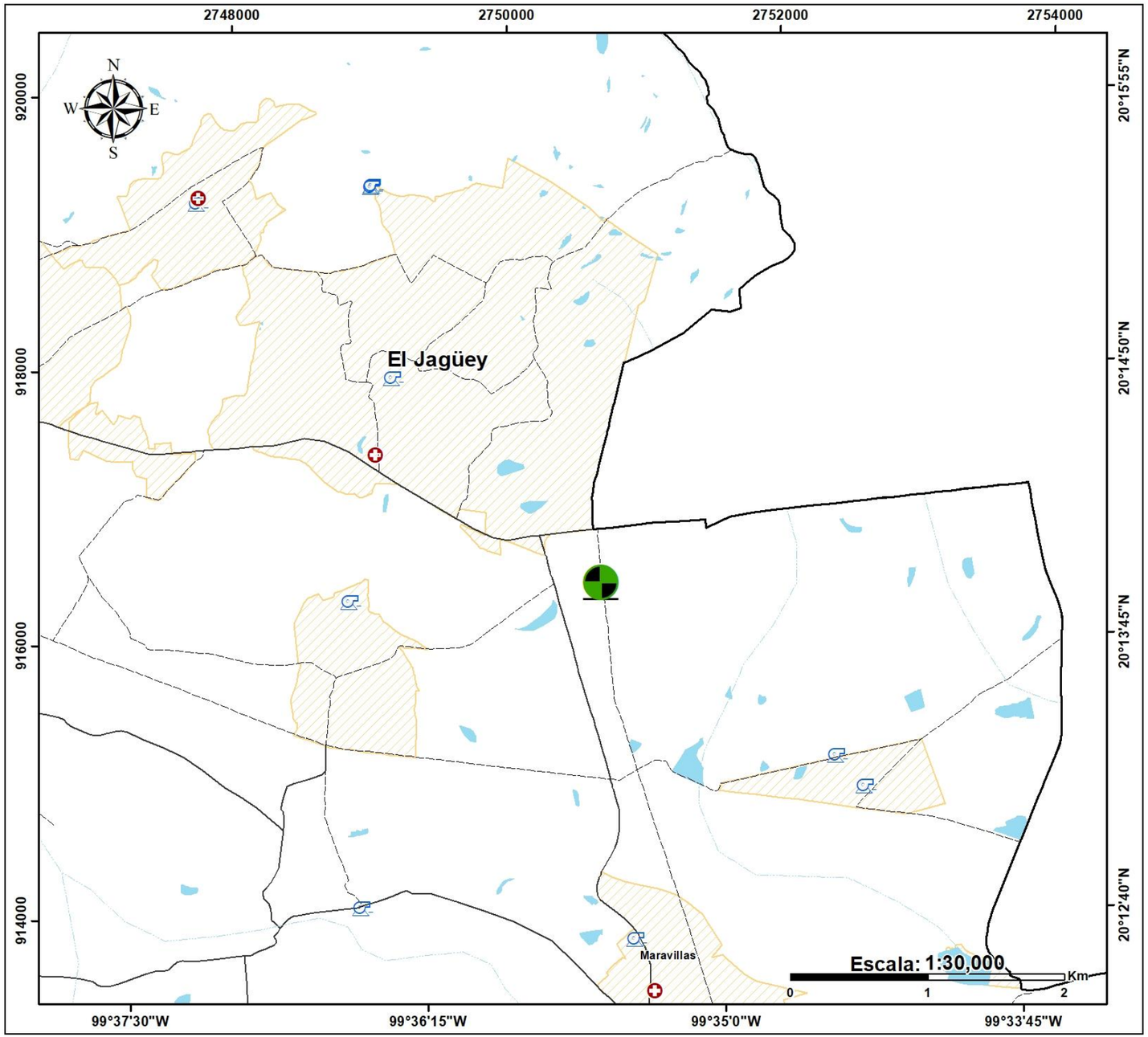
Sanitario: la ausencia de un manejo controlado de los desechos incrementa la exposición de la población a agentes patógenos y contaminantes químicos. Esto puede derivar en problemas de salud pública como enfermedades gastrointestinales, infecciones y alergias, especialmente en comunidades cercanas al sitio de vertido.

Social y urbano: la existencia de un vertedero no regulado genera un impacto negativo en la calidad de vida de los habitantes, afectando la estética del entorno.

Para reducir los impactos por la acumulación de residuos sólidos en sitios no autorizados, es fundamental aplicar un manejo adecuado conforme a la legislación ambiental mexicana. Esto incluye el cumplimiento de normas oficiales para la gestión, control y separación de residuos, así como el saneamiento y remediación de los sitios contaminados. Además, la educación ambiental y la participación comunitaria son clave para fomentar prácticas responsables y proteger el suelo, el agua y el aire.

Depósito de residuos sólidos no autorizado (fuente propia, 2025).

Mapa de fenómenos sanitario - ecológicos



Simbología

Áreas críticas
- Sitio de contaminación

Sitios de interés
- Centro de Asistencia Médica
- Tanque de Agua

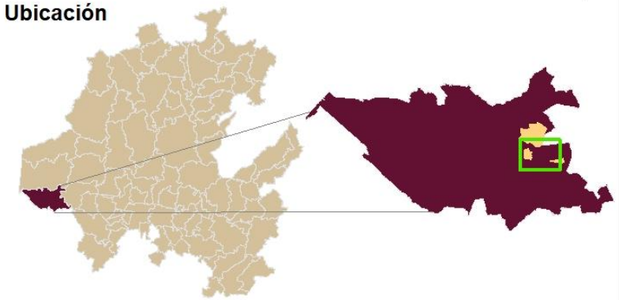
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

FSE - Fenómenos sanitario-ecológicos

Epidemias y pandemias

A lo largo de su historia, México ha sido afectado por diversas epidemias y pandemias, lo que ha obligado a los sistemas de salud de cada época a desarrollar, adoptar y mantener múltiples acciones y medidas de seguridad sanitaria. Entre estas se incluyen la vacunación, la promoción de la higiene personal y la alimentación saludable, la cloración del agua, la suspensión de actividades, la desinfección de espacios públicos y viviendas, así como estrategias de control social como la cuarentena, el confinamiento o el aislamiento, el uso de cubrebocas, la restricción de reuniones colectivas y la recomendación de evitar lugares concurridos. Todas estas medidas se han implementado con el propósito de mitigar y erradicar la propagación de enfermedades, además de reducir su morbilidad y mortalidad (Revista de la Facultad de Medicina de la UNAM, 2010).

En este contexto, una epidemia se entiende como el aumento inusual del número de casos de una enfermedad específica en una población determinada y durante un periodo definido, caracterizándose por la aparición de un gran número de casos en un lapso relativamente corto. Cuando este fenómeno trasciende fronteras y la enfermedad se propaga de manera sostenida y descontrolada en amplias regiones o a nivel mundial, se configura una pandemia, la cual se mantiene activa en el tiempo debido a la continua transmisión del agente causal.

COVID-19

Es una de las más devastadoras de este siglo. Originada en Wuhan, China en diciembre de 2019 y causada por el virus SARS – CoV – 2, en menos de 1 mes ya había sido catalogada como “Emergencia de Salud Pública de Alcance Internacional”.

El virus es principalmente trasmitido de humano a humano por contacto mediante gotas de “flügge” que son secreciones respiratorias > 5 µ y en ocasiones también por aerosoles. A pesar de ser un virus envuelto, puede permanecer en superficies de plástico o metal de 24 hasta 72 horas. Este es una nueva beta – coronavirus de la familia de los Coronaviridae, llamado así por su cápsula lipoproteica de forma esférica rodeada de múltiples espículas (glicoproteínas-S) que le dan el aspecto de una corona. El material genético en su interior es una sola cadena de ácido ribonucleico (RNA) de sentido positivo (IMSS, 2022). El virus ingresa por vía respiratoria (puede también ser por las mucosas como la conjuntiva) y se fija mediante las espículas a su receptor.

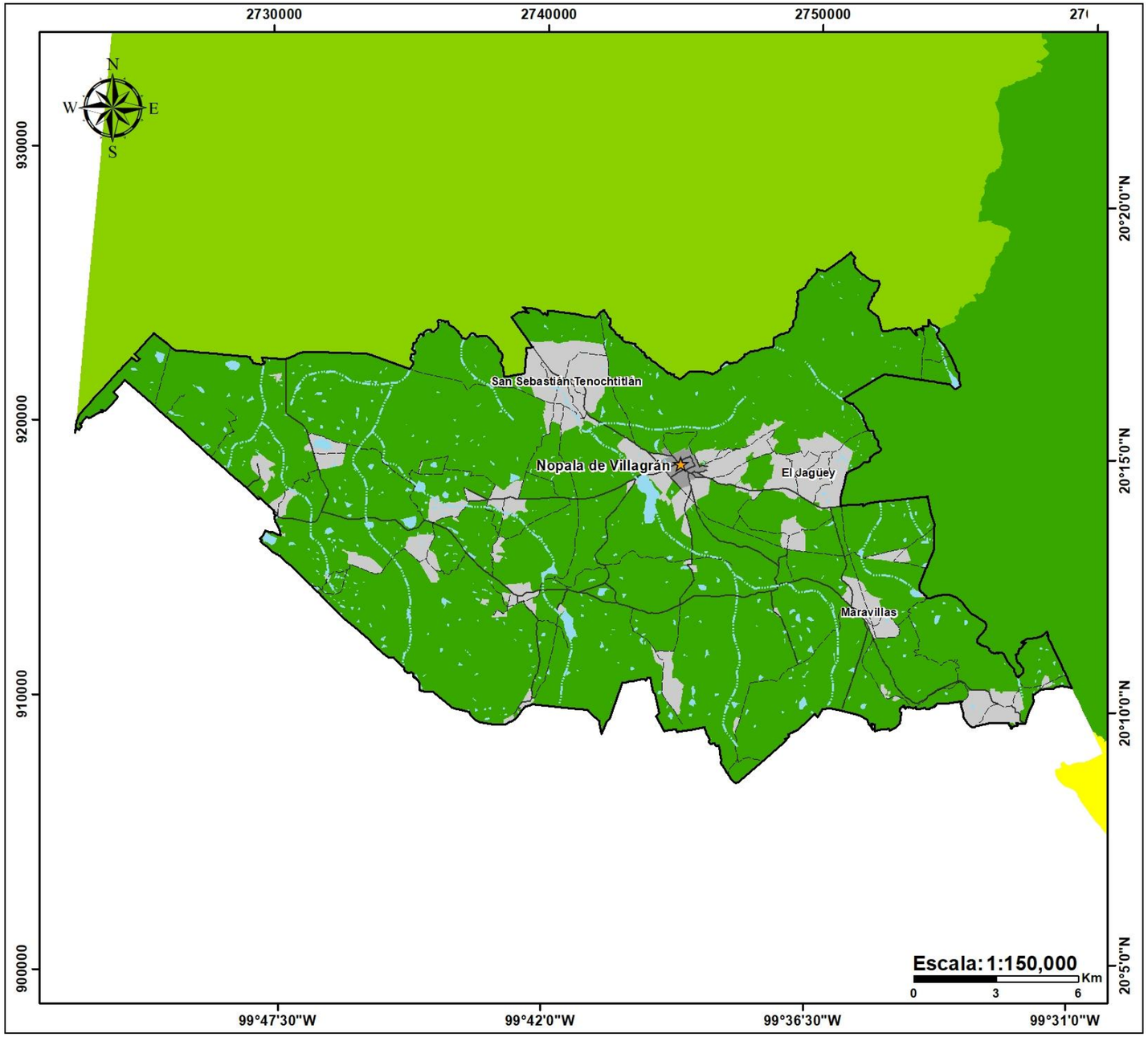
Coronavirus, 2020. Fuente: (Goodsell, 2020).

Esta enfermedad infecciosa afecta principalmente las vías respiratorias con neumonías atípicas y en casos graves provoca inflamación sistemática con liberación de citoquinas que provocan un rápido deterioro, así como insuficiencia circulatoria, respiratoria y alteraciones de coagulación con una letalidad cercana al 7%. Los grupos más afectados son aquéllos con factores de riesgo como lo son de 60 años y más, personas que sufren de hipertensión, diabetes o historia de enfermedad cardiovascular.

En México, el primer caso confirmado de la enfermedad se registró en febrero de 2020. Para el año 2023, el país acumulaba 7,633,355 casos confirmados, con una distribución por sexo del 53.66% en mujeres y 46.34% en hombres. Del total de casos, 6,885,378 personas se recuperaron, mientras que se reportaron 334,336 defunciones, lo que representa una tasa de letalidad aproximada del 4.38%. Estos datos reflejan el impacto epidemiológico a nivel nacional y permiten dimensionar la magnitud del riesgo sanitario asociado a este evento.

En el municipio, se confirman 263 casos positivos, además de 8 casos sospechosos, y 175 resultados negativos. Se registraron 20 defunciones asociadas a la enfermedad, lo que representa una letalidad local del 7.6%. Estos datos evidencian la presencia y el impacto del evento epidemiológico en el ámbito municipal, destacando la necesidad de fortalecer las actividades de vigilancia y prevención en materia de salud pública (DGE, 2023).

Mapa de pandemia COVID -19



Simbología

Casos municipales confirmados
- 263

Casos estatales confirmados
- 39 - 979
- 980 - 2878
- 2879 - 9130
- 9131 - 15493
- 15494 - 32871

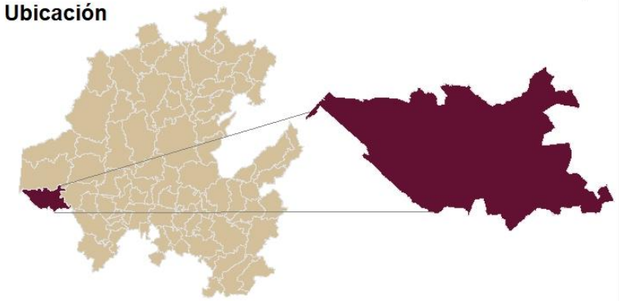
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

PC - Pandemia COVID -19

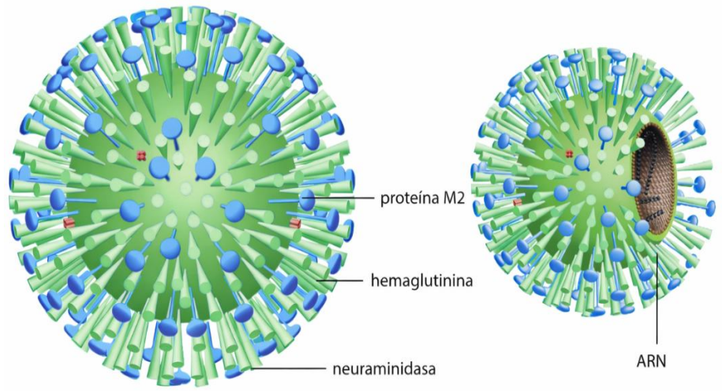
Influenza

Es una enfermedad respiratoria causada por virus de la familia *Orthomyxoviridae*, caracterizados por un genoma de ARN segmentado y variabilidad antigénica. Los virus de influenza A y B afectan a humanos y animales, siendo el tipo A el principal responsable de las pandemias, mientras que el virus C ocasiona cuadros leves, principalmente en niños. El virus A se clasifica en subtipos de acuerdo con sus antígenos de superficie: hemaglutinina (H) y neuraminidasa (N), fundamentales en la infección y diseminación viral. La influenza puede afectar a todos los grupos etarios durante epidemias, la mayoría de los casos de influenza durante la época estacional de la enfermedad en los meses de invierno en el hemisferio occidental. La enfermedad frecuentemente requiere atención médica y hospitalización, contribuyendo sustancialmente a pérdidas económicas.

Las poblaciones con factores de riesgo son las siguientes:

- Niños menores de cinco años, en particularmente menores de dos años de edad.
- Adultos mayores de 65 años.
- Pacientes con enfermedades crónicas pulmonares (incluyendo asma) cardiovasculares (excepto hipertensión), reales, hepáticas, hematológicas, neuromusculares y trastornos metabólicos.
- Inmunosupresión.
- Embarazadas.
- Menores de 19 años con ingesta de silicatos en forma prolongada.

En todos, la infección por el virus de la influenza puede producir neumonía primaria por influenza o neumonía secundaria. La etiología más frecuente de la neumonía bacteriana *Streptococcus pneumoniae* en 48% de los casos, *Staphylococcus aureus* en 19%, y *Haemophilus influenzae* no tipificable en 11%.



Virus de la influenza tipo A (UNAM, 2025)

En México la temporada de influenza 2024 – 2025 al corte de información, predomina el subtipo viral influenza A (H3N2) en 69.1%, influenza A (H1N1) en 15.6%, influenza B en 7.6% e influenza A no subtipicable con l 7.7%. En Hidalgo, la temporada estacional 2024 - 2025 se han notificado 1597 casos de Enfermedad Tipo Influenza (ETI) e Infección Respiratoria Aguda Grave (IRAG) de los cuales se han confirmado 31 casos positivos para influenza (1.9%) y 0 defunciones por este virus (Secertaría de Salud, 2024). Cabe señalar que no se dispone de información desagregada a nivel municipal; por ello, los datos reportados corresponden exclusivamente al ámbito estatal.

Chikungunya

Es una enfermedad viral trasmitida a los humanos a través de la picadura de mosquitos infectados del género *Aedes Aegypti que* es la misma especie de mosquito que trasmite el Dengue y el Zika. Los síntomas aparecen entre 4 y 8 días posteriores a la picadura del mosquito, el síntoma más común es fiebre mayor a 39°C, dolor articular y cualquiera de los siguientes:

1. Dolor de cabeza.
2. Náuseas.
3. Cansancio.
4. Erupciones cutáneas.

La característica relevante es que la persona se dobla del dolor, los síntomas pueden presentarse de manera leve y en algunas ocasiones puede confundirse con el Dengue.

Las poblaciones con factores de riesgo son las siguientes:

- Niños menores de un año.
- Población de 65 y más.
- Población con enfermedades crónicas como diabetes e hipertensión.

De acuerdo con el Sistema Especial de Vigilancia Epidemiológica de Fiebre por Chikungunya, de la Dirección General de Epidemiología, desde el 2014 hasta el 6 de diciembre del 2025, se han notificado 13,754 casos confirmados de VCHIK en México, 99.6% autóctonos y 0.4% importados. Hasta el 2024 se había notificado únicamente el genotipo asiático. Durante el año 2025 se han notificado 17 casos confirmados en el país. Para el estado de Hidalgo no se cuenta con casos confirmados para este periodo, motivo por el cual el municipio no presenta registros de circulación del virus. (SINAVE, 2025).

Zika

Se trasmite a través de la picadura de los mosquitos hembras pertenecientes a las especies *Aedes Aegypti* y *Aedes Albopictus* infectados.

Después de 3 a 12 días entre la picadura del vector y el inicio de síntomas aparecen:

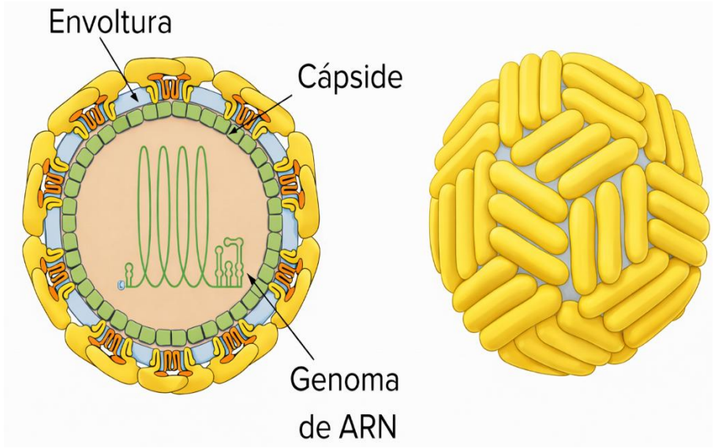
1. Salpullido (que inicia en la cara y se extiende al resto del cuerpo).
2. Dolor de cabeza.
3. Malestar general.
4. Dolor en las articulaciones o músculos.
5. Conjuntivitis no purulenta o enrojecimiento de los ojos.

Estos síntomas pueden durar de 2 a 7 días. Una de cada cuatro personas puede no desarrollar síntomas.

La población con mayor riesgo es para las mujeres embarazadas que se infectan en el primer trimestre de gestación, que es cuando ocurre la formación del sistema nervioso del feto, teniendo como consecuencia microcefalia.

Los casos autóctonos de enfermedad por virus del Zika en México durante el periodo 2015 - 2025 suman un total de 13,068 casos. En el estado de Hidalgo, para ese mismo

periodo, se han registrado 286 casos; sin embargo, en 2025 no se han confirmado ningún caso, por lo cual no se presenta registros a nivel municipal (DVEET, 2025).



Virus Zika, modificada de "Virus Zika: virión", por ViralZone, Swiss Institute of Bioinformatics (CC BY-NC 4.0)

Dengue

En América, los países que tienen los cuatro serotipos de virus (DEN1, DEN2, DEN3 y DEN4) son Brasil, Guatemala y México.

El Dengue representa en la actualidad la principal enfermedad trasmitida por vector ETV de origen viral y es catalogada como una problemática de salud pública en el mundo. Su incidencia ha aumentado en las últimas décadas. Su presencia se debe a diferentes factores como:

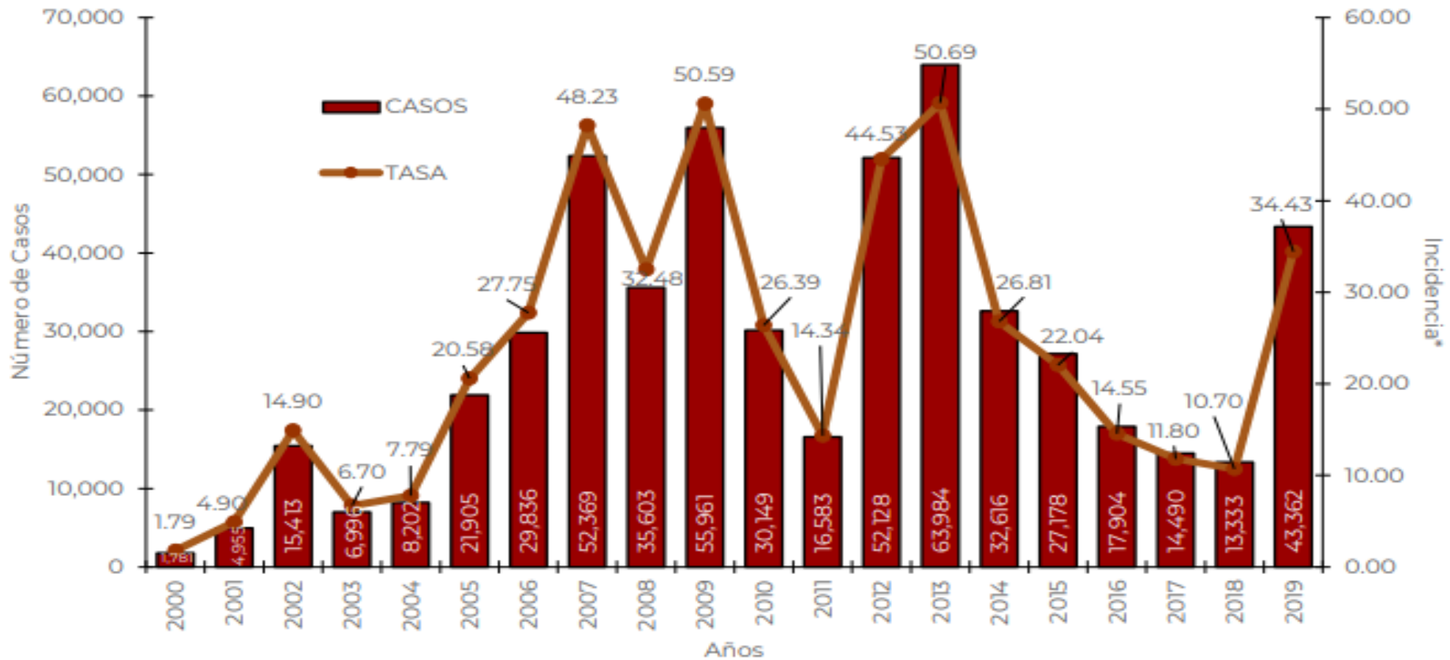
1. Circulación viral cíclica de cuatro serotipos.
2. Co – circulación de más de un serotipo en una misma región.
3. Fenómenos asociados al cambio climático (cambios en la intensidad y duración de la temporada de lluvias y frecuencia de huracanes).
4. Diferentes servicios públicos (escasez en la dotación de agua, mala disposición de la basura).
5. Escasa participación comunitaria en las actividades de prevención.

En México, los casos de dengue mostraron un incremento significativo entre 2018 y 2019, al pasar de 12,706 a 41,505 casos en la semana epidemiológica 52. Estas variaciones se relacionan con la dinámica cíclica de los cuatro serotipos del virus, la intensidad de las acciones de prevención y control, y la co-circulación de flavivirus, factores que incrementan la susceptibilidad poblacional y la gravedad de la enfermedad. Además, los genotipos virales influyen en la presentación de casos graves, por lo que su análisis mediante epidemiología molecular resulta clave para evaluar la virulencia y los linajes circulantes en el país.

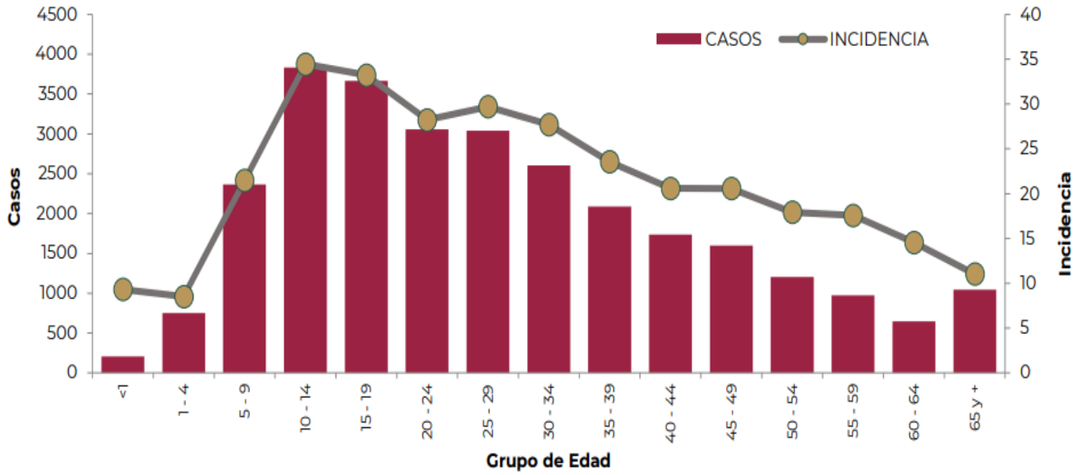
En 2019 se notificaron 28,820 casos confirmados de Dengue no Grave, Dengue con signos de alarma 10,982 y 3560 de Dengue Grave, con tasas de 22.89, 8.72 y 2.83 casos por 100 mil habitantes respectivamente.

El grupo de edad mayormente afectado tanto para Dengue no grave como para Dengue con signos de alarma y Dengue grave es de 10 a 14 años, seguido por el de 15 a 19 años y de 5 a 9 años.

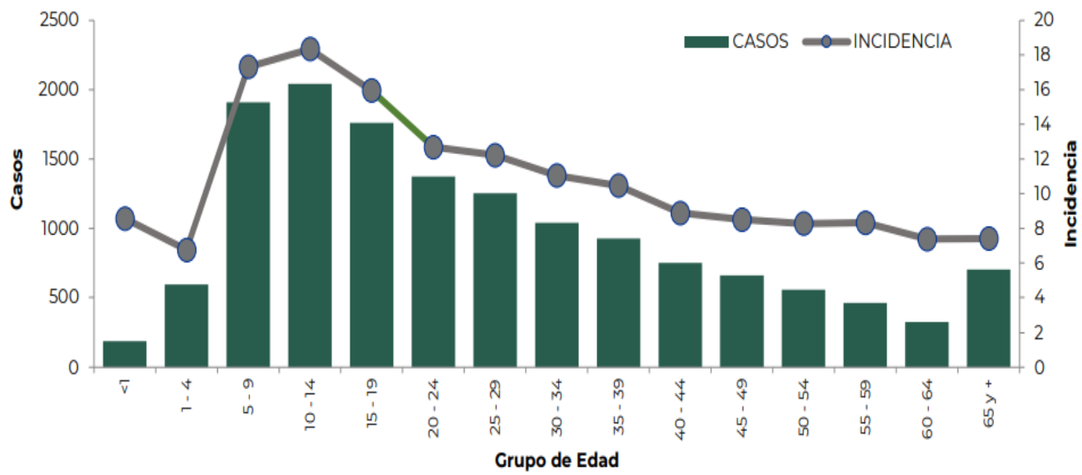
Los casos confirmados por Dengue en México durante 2024 - 2025 ascienden a 141,603. En el estado de Hidalgo para DNG se registraron 224 con una tasa de incidencia de 6.88 por cada 100,000 habitantes. Para Dengue con signos de alarma (DCSA) se notificaron 64 casos con una tasa es de 1.97. Finalmente se reportó 1 caso de Dengue grave (DG), con una taza de 0.03, acumulando en total 289 casos, lo que corresponde a una tasa de 8.88 (López Cervantes & Amezcua Jiménez , Secretaría de Salud, 2025) La información epidemiológica disponible, no se ha documentado ningún caso en el municipio.



*Casos e incidencia de Dengue en México, 2000 – 2019. Fuente: SINAVE/DGE/SS.Sistema de Vigilancia Epidemiológica de Dengue *por 100 mil habitantes.*



Casos e incidencia de Dengue no Grave por grupo de edad, México, 2019. Fuente: SINAVE/DGE/SS/Sistema de Vigilancia epidemiológica de Dengue por 100,000 habitantes



Casos e incidencia de Dengue con Signos de Alarma y Dengue Grave por grupo de edad, México, 2019. Fuente: SINAVE/DGE/SS/Sistema de Vigilancia epidemiológica de Dengue por 100,000 habitantes.

Plagas y otras enfermedades

Las plagas se entienden como todos aquellos organismos que compiten con el ser humano por recursos esenciales, como el agua y los alimentos, llegando a invadir los espacios donde se desarrollan sus actividades cotidianas. Su presencia no solo es molesta o desagradable, sino que también puede ocasionar daños materiales en estructuras, equipos o bienes, e incluso representar un riesgo sanitario importante, ya que muchas de ellas funcionan como vectores o diseminadores de diversas enfermedades, especialmente en productos alimenticios (Álvarez, 2024).

De manera general, las plagas se clasifican en fitosanitarias y zoosanitarias.

Las plagas fitosanitarias comprenden aquellas enfermedades y organismos que afectan directamente a las plantas y cultivos, ocasionando pérdidas económicas significativas y comprometiendo la seguridad alimentaria. Entre estas se encuentran los insectos, hongos, bacterias, nematodos y virus que deterioran los tejidos vegetales o inhiben el crecimiento adecuado de las plantas.

Por otro lado, las plagas zoosanitarias afectan a los animales o a los productos derivados de ellos, convirtiéndose en una amenaza para la ganadería y para la salud pública. Dentro de este grupo se incluyen enfermedades como la brucelosis, la garrapata Boophilus, la influenza aviar, la rabia bovina, la tuberculosis bovina y la varroasis. Estas plagas pueden propagarse rápidamente si no se aplican medidas de control adecuadas, poniendo en riesgo tanto la producción agropecuaria como la salud de las personas que consumen o manipulan dichos productos.

Plagas y otras enfermedades				
Categoría	Plaga/Agente	Resumen breve	Estatus nacional	Imagen
Plagas fitosanitarias	**Insecto: *Grapholita molesta***	Plaga que afecta frutales como durazno, manzano y ciruelo; provoca daños directos al fruto y disminuye la producción (CABI, 2018).	Presente bajo control	*(Gilligan et al, 2008)*
	Insecto: *Aedes Aegypti*	Vector de dengue, zika y chikungunya; prolifera en zonas urbanas y climas cálidos (UACJ, 2012).	No erradicado, de presencia amplia en el país; control permanente	*(CNN, 2016).*
	Hongo: *Neopestalotiopsis rosae*	Causa manchas y pudriciones en plantas ornamentales y algunos cultivos; afecta la calidad comercial (Rebollar-Alviter et al., 2020).	Plaga presente	*(Baggio et al., 2021)*
	Bacteria: *Xylella fastidiosa*	Patógeno altamente invasivo que afecta más de 300 especies, causando decaimiento, marchitez y muerte de plantas (SENASICA, 2019).	Exótica para México, con estrictas medidas de prevención y diagnóstico.	*(Queensland Government, 2025)*
	Bacteria: *Xanthomonas citri*	Enfermedad grave que provoca lesiones en hojas y frutos de cítricos, reduce rendimiento y calidad (SINAVIMO, 2025).	Erradicada, pero bajo vigilancia estricta por riesgo de reintroducción.	*(SENASICA, 2019)*
	Otros: *Euwallacea sp. – Ambrosia fusarium Clade*	Complejo plaga que afecta árboles, causa marchitez y muerte al bloquear el flujo de savia (SENASICA, 2021).	Plaga exótica con vigilancia, considerada de alto riesgo	*(Arakelian, 2012)*

Categoría	Plaga/ Agente	Resumen breve	Estatus nacional	Imagen
Plagas zoosanitarias	***Brucelosis***	Enfermedad bacteriana que afecta principalmente bovinos, caprinos y ovinos; puede transmitirse a humanos (CENAPRESE, 2025).	Prevalencia disminuyendo; no erradicada.	*(Fedegán, 2021)*
	Garrapata boophilus	Parásito que afecta al ganado bovino, provoca anemia, pérdidas de peso y transmite enfermedades como babesiosis (SENASICA. 2020).	Presente bajo campañas de control.	*(brandonaggie, 2022)*
	Influenza aviar	Enfermedad viral que afecta aves domésticas y silvestres; puede causar alta mortalidad y pérdidas económicas (OMS, 2025).	Bajo control, con brotes esporádicos que se atienden mediante cuarentenas y sacrificio sanitario.	*Imagen de stock*
	Rabia en bovinos	Enfermedad viral transmitida principalmente por murciélago hematófago; provoca signos neurológicos y muerte (SENASICA, 2025).	Presente, control mediante vacunación.	*(MSD. 2022)*
	Tuberculosis bovina	Enfermedad bacteriana crónica que afecta vías respiratorias; de importancia económica y zoonótica (PRONABIVE, 2018).	En proceso de erradicación, pero aún presente	*Imagen de stock*
	Varroasis	Parásito que afecta abejas melíferas, debilitando colmenas y transmitiendo virus (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2021).	Presente y de manejo permanente.	*(Cortesía gob.mx, 2024)*

Estrategias de control

El municipio mantiene el control de plagas zoosanitarias y fitosanitarias mediante la implementación de campañas sanitarias oficiales, esquemas de vigilancia epidemiológica permanente, control de movilización, aplicación de tratamientos sanitarios autorizados, sacrificio sanitario en casos confirmados, monitoreo diagnóstico y acciones de capacitación, en coordinación con instancias federales como el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) conforme a la normatividad vigente en materia de sanidad vegetal y animal.

Vigilancia epidemiológica y monitoreo oficial

El municipio participa en los esquemas de vigilancia establecidos por SENASICA, los cuales permiten detectar oportunamente la presencia de plagas reguladas como *Grapholita molesta*, *Xylella fastidiosa* y *Xanthomonas citri*. Estas acciones incluyen monitoreo en campo, inspecciones técnicas y notificación obligatoria de brotes.

De acuerdo con SENASICA (2019), la vigilancia fitosanitaria es un componente esencial para evitar la dispersión de patógenos y mantener estatus sanitarios favorables.

En el ámbito zoosanitario, la vigilancia epidemiológica permite identificar enfermedades como brucelosis, tuberculosis bovina e influenza aviar, reduciendo riesgos de transmisión y pérdidas productivas (SENASICA, 2020).

Control de movilización

Una estrategia fundamental consiste en regular la movilización de animales, productos pecuarios y material vegetal, con el fin de evitar la dispersión de agentes patógenos.

En el caso de la garrapata *Boophilus spp.*, la Campaña Nacional establece medidas estrictas para el control del traslado de ganado, así como inspecciones y certificaciones sanitarias (SENASICA, 2020).

Para tuberculosis bovina, la NOM-031-ZOO-1995 establece cuarentenas en hatos infectados y restricciones de movilización hasta comprobar estatus sanitario libre (PRONABIVE, 2018).

Aplicación de tratamientos y medidas sanitarias

El municipio, a través de campañas oficiales:

- Aplica tratamientos garrapaticidas en ganado.
- Implementa sacrificio sanitario de animales reactores a tuberculosis.
- Realiza tratamientos contra varroasis en apiarios.
- Ejecuta acciones de erradicación en focos de cancro de los cítricos.

Estas medidas se sustentan en programas nacionales coordinados por SENASICA (2020, 2021).

Diagnóstico y pruebas sanitarias

Las estrategias incluyen:

- Muestreo y análisis de laboratorio.
- Pruebas diagnósticas en ganado.
- Monitoreo de niveles de infestación en abejas.
- Identificación taxonómica de plagas agrícolas.

El diagnóstico oportuno permite aplicar medidas correctivas antes de que la plaga se disperse (SENASICA, 2021).

Capacitación y difusión

Las campañas nacionales contemplan:

- Capacitación a productores pecuarios.
- Difusión de medidas preventivas.
- Educación sanitaria comunitaria (por ejemplo, eliminación de criaderos de *Aedes aegypti*).

La Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2021) señala que la capacitación es clave para reducir la incidencia de plagas como la *varroasis*.

Contaminación

La contaminación ambiental es uno de los desafíos más serios a nivel global, por lo que resulta indispensable generar conciencia y buscar soluciones efectivas. Este tipo de contaminación se refiere a la presencia de agentes físicos, químicos o biológicos en concentraciones que afectan la salud, la seguridad y el bienestar de la población, así como a los ecosistemas. Son prioridad, problemas como el deterioro de la calidad del aire, del agua y del suelo (Palacios Anzules & Moreno Castro, 2022).

Contaminación de aire

La contaminación atmosférica es la presencia de sustancias o partículas en el aire que pueden afectar la salud humana, animal y vegetal. Por ello, los indicadores de calidad del aire son esenciales para evaluar el nivel de contaminación y comunicar a la población el estado del aire que respira. Entre los contaminantes con mayor evidencia científica sobre sus efectos perjudiciales para la salud pública se encuentran las partículas en suspensión (PM), el ozono (O_3), el dióxido de nitrógeno (NO_2), el dióxido de azufre (SO_2), el monóxido de carbono (CO) y el plomo (Pb). Los riesgos asociados a las partículas con un diámetro menor o igual a 2.5 micras ($PM_{2.5}$) son particularmente relevantes debido a su capacidad para afectar de manera considerable el sistema respiratorio. Tanto las $PM_{2.5}$ como las PM_{10} pueden penetrar en los pulmones y, en el caso de las $PM_{2.5}$, incluso alcanzar el torrente sanguíneo, lo que puede generar principalmente afecciones cardiovasculares y respiratorias (OMS, 2021). Una de las formas para evaluar la calidad del aire es comparando las concentraciones de los contaminantes obtenidas de las redes de monitoreo con los límites máximos permisibles establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) publicadas por la Secretaría de Salud (INECC, 2025). Dichas normas determinan las concentraciones consideradas aceptables para la población, con base en los riesgos que los contaminantes representan para la salud humana. La tabla presenta los indicadores para evaluar el cumplimiento de las NOM de salud para cada contaminante criterio, los compara con las normas de la OMS y detalla el tipo de exposición y los valores límite aplicables a cada contaminante (INECC, 2025) (OMS, 2021).

Contaminante	Exposición	Valor límite indicador con el que se evalúa	NOM	OMS f (µg/m³)
Partículas menores de 10 micrómetros (PM10)	Aguda	2022 a 2023: 70 µg/m³ 2024 a 2025: 60 µg/m³ A partir de 2026: 50 µg/m³ Percentil 99	NOM-025-SSA1-2021 (DOF, 2021)	15 µg/m³
	Crónica	2022 a 2023: 36 µg/m³ 2024 a 2025: 28 µg/m³ A partir de 2026: 20 µg/m³ Promedio anual		
Partículas menores de 2.5 micrómetros (PM2.5)	Aguda	2022 a 2023: 41 µg/m³ 2024 a 2025: 33 µg/m³ A partir de 2026: 25 µg/m³ Percentil 99		5 µg/m³
	Crónica	A partir de 2022: 10 µg/m³ Promedio anual		
Ozono (O3)	Aguda	A partir de 2022: 0.090 ppm Máximo	NOM-020-SSA1-2021 (DOF, 2021)	60 µg/m³
		2022 a 2023: 0.065 ppm 2024 a 2025: 0.060 ppm A partir de 2026: 0.051 ppm Máximo		
		A partir de 2020: 0.075 ppm Promedio aritmético de 3 años consecutivos de los percentiles 99 anuales	NOM-022-SSA1-2019 (DOF, 2019)	
Dióxido de azufre (SO2)	Aguda	A partir de 2020: 0.04 ppm Máximo de tres años		40 µg/m³
Dióxido de nitrógeno (NO2)	Aguda	A partir de 2022: 0.106 ppm Máximo	NOM-023-SSA1-2021 (DOF, 2021)	10 µg/m³
	Crónica	A partir de 2022: 0.021 ppm Promedio aritmético anual		
	Aguda	A partir de 2022: 26 ppm Máximo	NOM-021-SSA1-2021 (DOF, 2021)	
Monóxido de carbono (CO)		A partir de 2022: 9 ppm Máximo		60 µg/m³
Plomo (Pb)	Crónica	A partir de 2022: 0.50 µg/m³ Promedio anual	NOM-026-SSA1-2021 (DOF, 2021)	-

Comparación de Indicadores y Límites de Exposición para Contaminantes Criterio según las NOM y la OMS.

De acuerdo con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales existen 5 fuentes emisoras de contaminación:

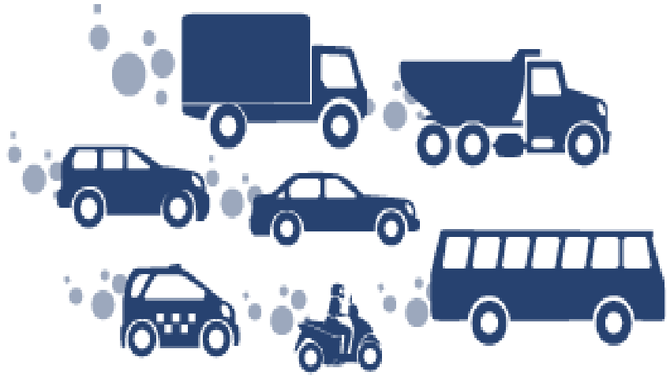
- **Fuentes fijas:** Caracterizadas por ser estacionarias o estar en un punto fijo como las plantas de energía, industrias químicas, refinerías de petróleo y fábricas.

Planta industrial. Fuente: Área Metropolitana del Valle de Aburrá

- **Fuentes de área:** actividades que en conjunto afectan la calidad del aire, como el uso de madera, imprentas, tintorerías o actividades agrícolas.

- **Fuentes móviles carreteras:** abarcan todas las formas de transporte y los vehículos automotores.

- **Fuentes móviles no carreteras:** equipos y maquinarias con capacidad de desplazarse, pero que no están diseñados primordialmente para circular en la red vial pública. Su contaminación del aire proviene principalmente de la quema de combustibles fósiles, como el diésel.

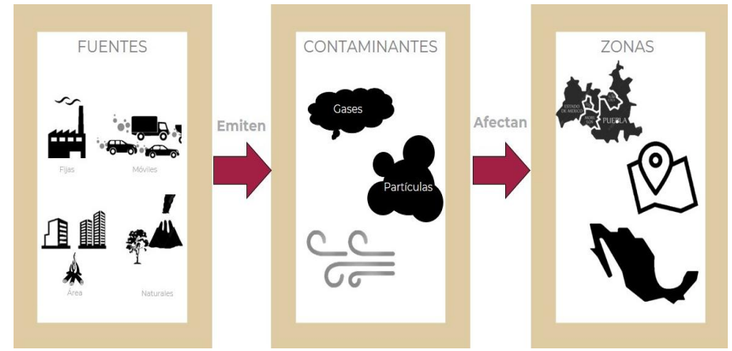


Fuentes móviles. Fuente: Área Metropolitana del Valle de Aburrá

- **Fuentes Naturales:** resultado de fenómenos de la vida animal y vegetal, como las emisiones producidas por los volcanes, océanos y la erosión del suelo.

Para el año 2020, en el municipio se registraron tres fuentes de contaminación (SEMARNAT, 2024):

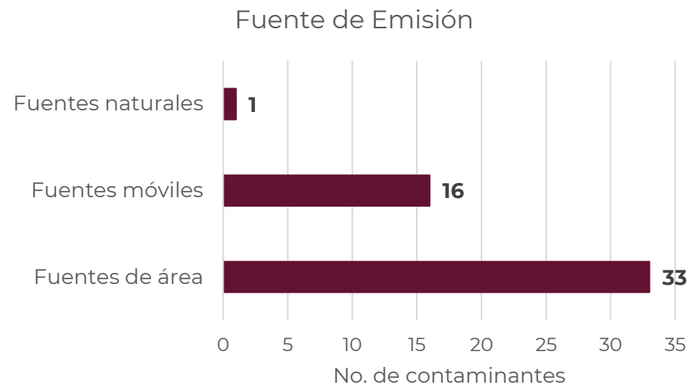
- **Fuentes de área:** actividades de construcción, aguas residuales, aplicación de fertilizantes y plaguicidas, artes gráficas, asados al carbón, asfaltado , caminos pavimentados y sin pavimentar, combustión agrícola, comercial, doméstica e industrial, corrales de engorda, emisiones domésticas de amoniaco y ganaderas, esterilización de material hospitalario, incendios en construcciones y forestales, labranza, ladrilleras, lavado en seco, limpieza de superficies industriales, manejo y distribución de gas L.P. y gasolina, panificación, pintado automotriz, pintura para señalización vial, quema de residuos a cielo abierto, quemas agrícolas, recubrimiento de superficies arquitectónicas e industriales, rellenos sanitarios, uso doméstico de solventes.



Fuentes de emisión de contaminantes según INEM [Infografía]. Fuente: SEMARNAT (2024).

- **Fuentes móviles:** autobús, automóviles particulares, camioneta de transporte público, camionetas particulares, motocicletas, pickup y Veh<3.8Ton, taxi, tractocamiones, Veh>3.8Ton, aeropuertos, cruces fronterizos, embarcaciones marinas, locomotoras de patio y de recorrido, maquinaria agrícola y de construcción, terminales de autobuses.

- **Fuentes naturales:** emisiones biogénicas.



Distribución del número de contaminantes por tipo de fuente de emisión en el municipio (SEMARNAT, 2024).

La siguiente tabla presenta los contaminantes (NOx, SO2 CO, PM10, PM2.5, COV, NH3) y las cantidades en toneladas reportadas correspondientes a tres periodos: 2016, 2018 y 2020 (SEMARNAT, 2024).

Contaminante	2016 (ton)	2018 (ton)	2020 (ton)
PM_{10}	282	410	168
$PM_{2.5}$	174	288	124
SO_2	14	19	8
CO	1,635	3,145	1776
NO_X	1,261	1,474	1,016
COV	2,173	1,820	1,386
NH_3	280	518	506

Emisiones anuales de contaminantes en el municipio durante los años 2016, 2018 y 2020 (toneladas/año).

La contaminación del aire constituye un riesgo significativo para la salud humana, animal y vegetal, debido a la presencia de múltiples contaminantes derivados de fuentes fijas, móviles, de área y naturales. La vigilancia de la calidad del aire mediante indicadores específicos y el cumplimiento de las normas establecidas por la SEMARNAT y la OMS resultan esenciales para proteger la salud pública y el medio ambiente. La reducción de emisiones a través de políticas ambientales, tecnologías más limpias y cambios en los hábitos de producción y consumo es indispensable para garantizar un aire más saludable y un entorno sostenible para las generaciones presentes y futuras.

Contaminación de agua

Ocurre cuando sustancias o agentes dañinos alteran la composición natural del agua, reduciendo su calidad y haciéndola inadecuada para el consumo humano, en distintos usos o para el equilibrio de los ecosistemas. Esta contaminación afecta cualquier cuerpo de agua como ríos, lagos, acuíferos o mares y se refleja directamente en los indicadores de calidad del agua, los cuales permiten evaluar el grado de afectación y los riesgos asociados (*AGUA.org.mx,* 2021).

Calidad del agua

La CONAGUA, mediante la Red Nacional de Medición de la Calidad del Agua (RENAMECA), realiza un monitoreo continuo y sistemático de la calidad del agua en los principales cuerpos de agua del país. Este seguimiento incluye la evaluación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, definidos según el tipo de cuerpo de agua que se analiza.

Los indicadores de calidad del agua constituyen una herramienta cuantitativa fundamental utilizada por la Gerencia de Calidad del Agua de la CONAGUA para evaluar el estado del recurso hídrico en distintos puntos del país. Estos indicadores permiten conocer, de manera objetiva, las condiciones físico-químicas y microbiológicas del agua en diversos tipos de cuerpos hídricos como los siguientes sistemas:

- Lóticos (ríos y arroyos).
- Lénticos (lagos y lagunas).
- Costeros.
- Subterráneos.

Esta información resulta esencial para la gestión sustentable del agua, así como para la toma de decisiones orientadas a su conservación, protección y uso adecuado.

Debido a la ubicación geográfica del estado de Hidalgo, solo están presentes los sistemas lótico, léntico y subterráneo. Al no contar con litoral, el estado no posee cuerpos de agua costeros, por lo que este tipo de sistema no se encuentra dentro de su clasificación hídrica.

Agua superficial

Para su cálculo, CONAGUA emplea medidas estadísticas de tendencia central. En parámetros clave se utiliza la mediana: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Sólidos Suspendidos Totales (SST), Coliformes fecales (CF), Enterococos fecales (ENTEROC), Escherichia coli (E. coli) y porcentaje de saturación de oxígeno disuelto (OD%). En cuanto a la toxicidad aguda, el indicador se basa en el valor máximo obtenido en ensayos con Daphnia magna (Tox D) y Vibrio fischeri (Tox V), útiles para detectar efectos tóxicos inmediatos en los organismos acuáticos.

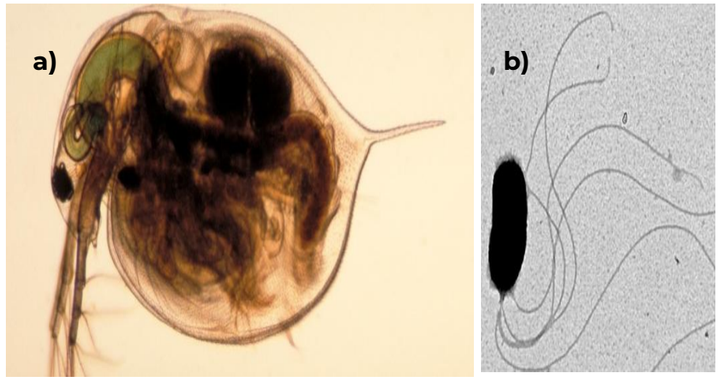


Imagen a) Daphnia magna (iNaturalist México, s. f.), imagen b) Vibrio fischeri *(PNAS, 2005)*

Agua subterránea

Para los indicadores de calidad del agua subterránea, CONAGUA toma como referencia los estándares nacionales e internacionales aplicables al agua para consumo humano. No obstante, las mediciones se realizan directamente en la fuente de abastecimiento, es decir, en su estado natural, sin considerar procesos de tratamiento o potabilización. En estos indicadores se utiliza el promedio para los parámetros de arsénico, cadmio, cromo, mercurio, plomo, manganeso y fierro totales; mientras que, para dureza total, fluoruros, alcalinidad, coliformes fecales, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales y nitratos, se emplea la mediana como estadístico representativo (CONAGUA, 2024). Esta misma instancia proporciona la información presentada a continuación en dos tablas: la primera muestra una semaforización de tres categorías para cada tipo de sistema (lótico, léntico y subterráneo). Con base en estas categorías, en la segunda tabla correspondiente al municipio, se identifica que la calidad del agua cumple con los parámetros previamente mencionados (columna en color verde), información que proviene del análisis realizado en el pozo denominado *Maravillas*.

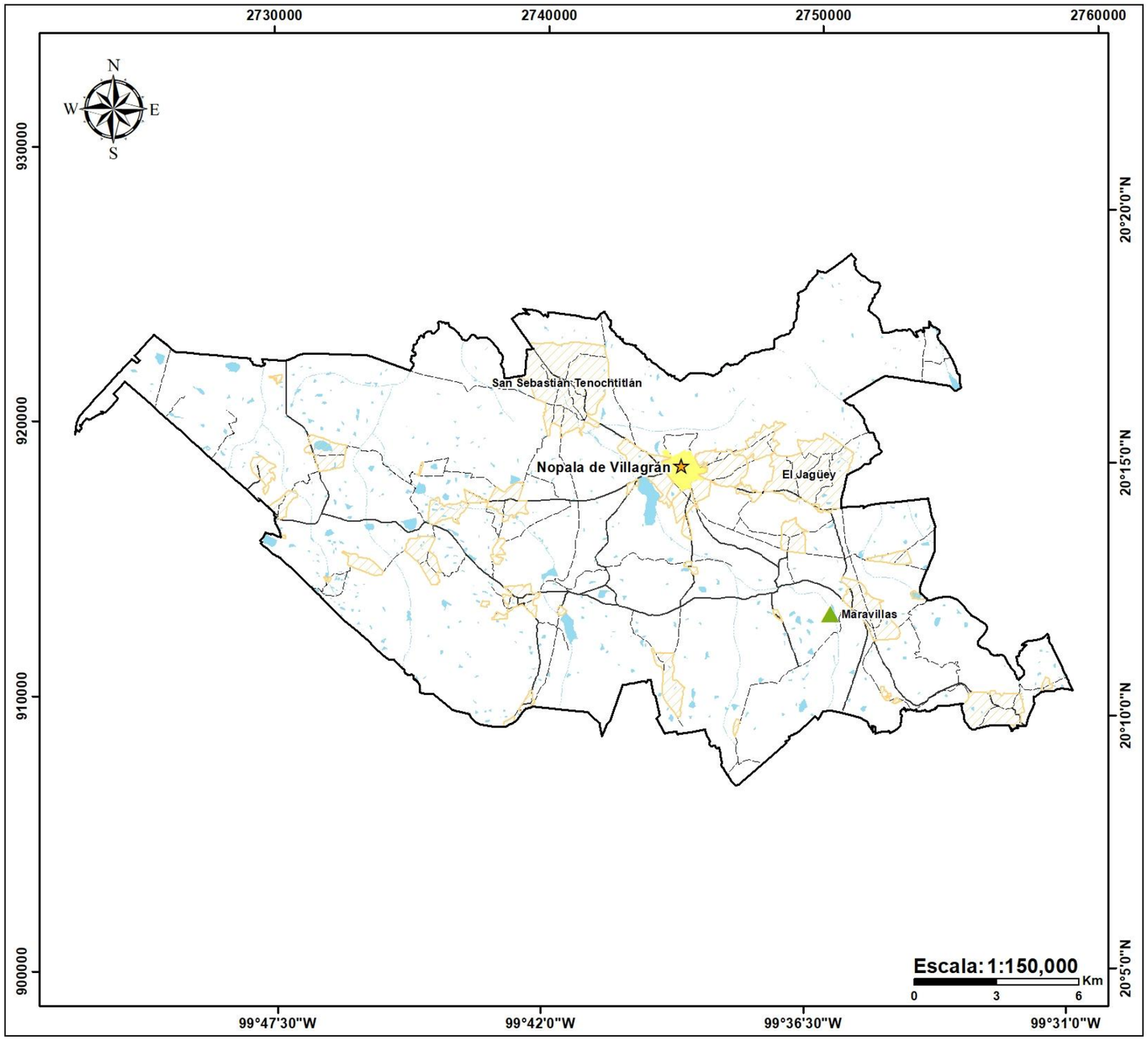
Semaforización	Lótico	Léntico	Subterráneo
Categoría 1: cumple (verde)	DBO, DQO ,SST, CF ,E. Coli, OD%, Tox D, y Tox V.	DBO_TOT; DQO_TOT,SST, COLI_FEC,E_COLI, OD%, TOX_D_48_UT Y TOX_V_15_UT	Fluoruros, Coli_fec, NNO3, As; CD, Cr, Pb, Alc, Conduc, Dureza, SDT_RA, SDT_S, MN Y FE
Categoría 2: incumple (amarillo)	SST, C. F. y/o E. Coli, OD%.	SST,COLI_FEC y/o E_COLI, OD% y/o OD%_FON	ALC, Conduc, Dureza, SDT_RA, SDT_salinización, MN y/o Fe
Categoría 3: incumple (rojo)	DBO, DQO, Tox D y/o Tox V.	DBO; DQO, Tox D y Tox V	Coli_fec, NNO3, As; Cd, Cr, Hg y/o Pb

Semaforización por tipo de sistema (CONAGUA, 2024)

Tipo de sistema	Categoría	Valor (CONAGUA)	Valor (2012-2023)	Cumple	Calidad
Subterránea	Alcalinidad	75>=ALC<=150	114.26 mg/L	Si	Media
	Conductividad	250<CONDUC<=750	224 µS/cm	Si	Excelente para riego
	Sólidos disueltos totales	500<SDT<=1000	160 mg/L	Si	Excelente para riego
	Fluoruros	0.4<=FLUO	<0.2 mg/L	Si	Baja
	Dureza	60<DUR<=120	57.177 mg/L	Si	Potable
	Coliformes fecales	1.1<=CF<=200	<1.1 nmp/100	Si	Potable
	Nitrógeno de nitratos	N_NO3<=5	0.662 mg/L	Si	Potable
	Arsénico	As<=0.01	1.32E-2 mg/L	Si	Apta como FAAP
	Cadmio	Cd<=0.00	3.00E-3mg/L	Si	Potable
	Cromo	CR<=0.05	3.00E-3 mg/L	Si	Potable
	Mercurio	Hg<=0.006	<0.0005 mg/L	Si	Potable
	Plomo	Pb<=0.01	<0.005 mg/L	Si	Potable
	Manganeso	Mn<=0.15	<0.012 mg/L	Si	Potable
	Hierro	Fe<=0.3	7.450E-2 mg/L	Si	Potable

Elaboración propia a partir de datos vectoriales de (CONAGUA, 2024).

Mapa de calidad del agua



Simbología

Agua subterránea
- Cumple
- Incumple
- Incumple

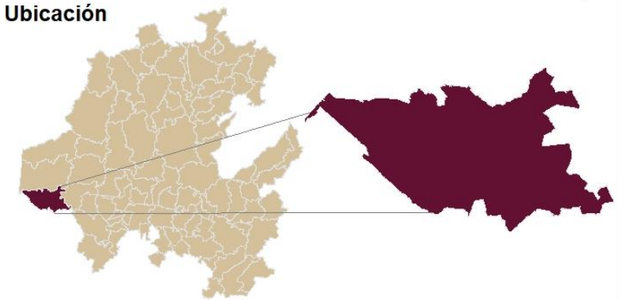
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

CdA - Calidad del agua

Contaminación de suelo

Se refiere a la presencia de sustancias químicas fuera de lugar o en concentraciones superiores a las naturales, capaces de generar efectos adversos sobre organismos para los cuales no están destinadas (FAO y GTIS, 2015).

Pasivos ambientales

Son sitios o áreas que presentan contaminación derivada de la liberación, manejo inadecuado o abandono de materiales y residuos peligrosos, cuya atención no se realizó de manera oportuna. La falta de intervención favorece la dispersión de contaminantes hacia diversos componentes del ambiente, lo que convierte a estos pasivos en una carga ecológica y en un riesgo potencial para la salud de la población y los ecosistemas. Además, su existencia implica una obligación jurídica, técnica y financiera de remediación por parte de los responsables o, en su caso, de las autoridades competentes (SEMARNAT, s.f.).

Dentro de esta categoría también se incluyen las zonas impactadas por eventos súbitos o emergencias ambientales como derrames, fugas, incendios industriales u otros accidentes que liberan sustancias tóxicas al suelo, al agua o a la atmósfera. Aunque estos eventos pueden ser puntuales, cuando originan contaminación persistente o implican riesgo de exposición para la comunidad, se clasifican igualmente como pasivos ambientales hasta que se concluya su remediación integral.

En el municipio no existen, hasta el momento, registros oficiales de sitios contaminados o pasivos ambientales identificados por instancias federales, estatales o municipales. Sin embargo, la ausencia de reportes formales no garantiza la inexistencia de riesgos potenciales derivados de actividades humanas capaces de generar contaminación del suelo, agua o aire. Por ello, es fundamental que el municipio establezca y mantenga protocolos de actuación claros y actualizados para la atención inmediata de emergencias ambientales. Estos deben incluir procedimientos para la detección temprana de incidentes, mecanismos de reporte ciudadano, esquemas de coordinación interinstitucional, medidas de contención y acciones iniciales de remediación, así como estrategias de comunicación de riesgos dirigidas a la población.

El fortalecimiento de estas capacidades institucionales permitirá una respuesta oportuna y eficaz ante cualquier eventualidad que derive en contaminación accidental o deliberada, contribuyendo así a la protección del medio ambiente, la salud pública y el desarrollo sostenible.

Residuos sólidos urbanos

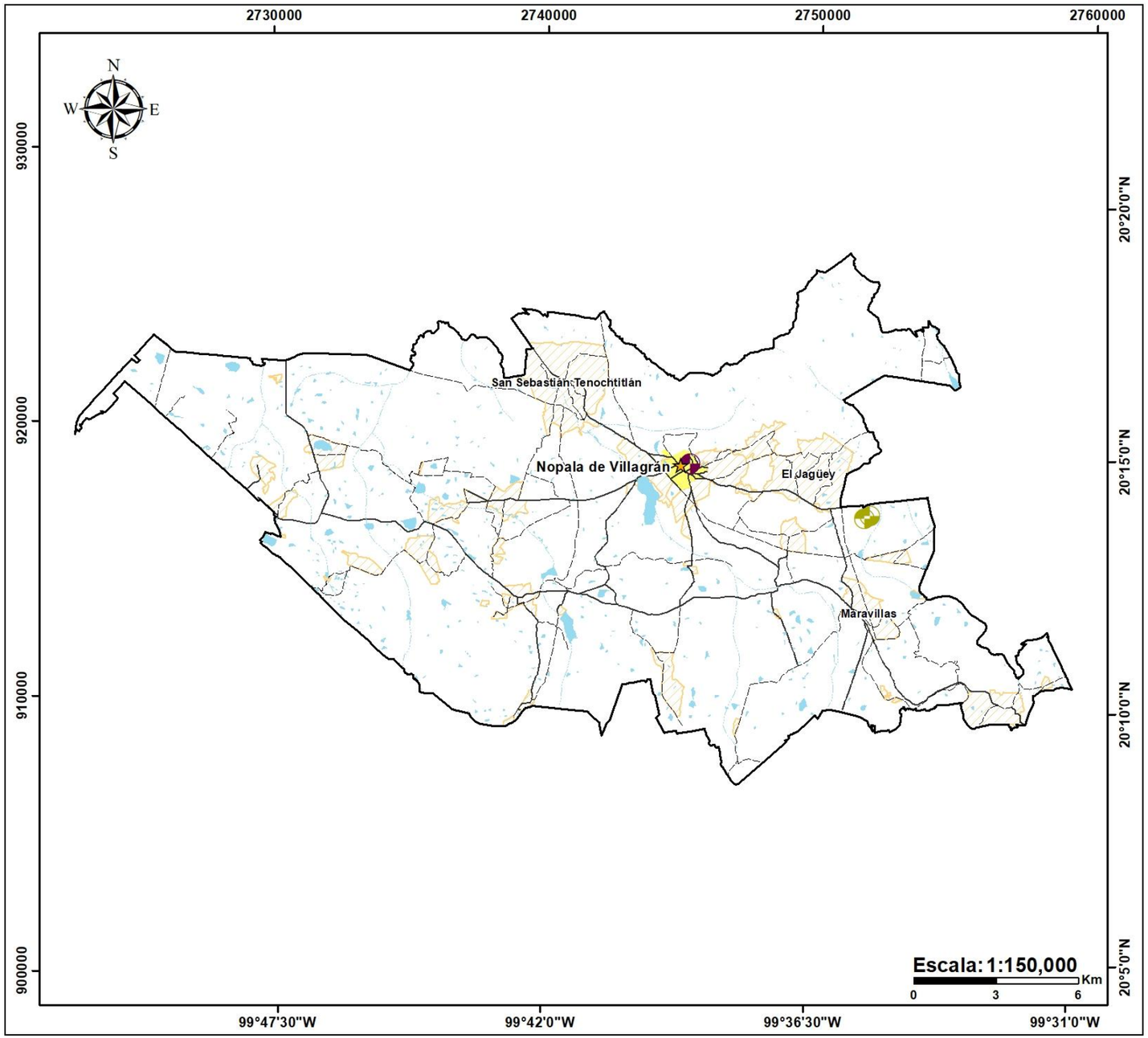
Los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) son aquellos desechos generados principalmente en los hogares como resultado de las actividades cotidianas, incluyendo restos de alimentos, envases, embalajes y otros materiales asociados al consumo diario. También se consideran RSU los residuos provenientes de establecimientos comerciales, instituciones y de la vía pública que, por sus características, son equivalentes a los domiciliarios. Asimismo, se incluyen los obtenidos durante las labores de limpieza de calles, parques, plazas y otros espacios públicos, siempre que no estén clasificados por la legislación vigente como residuos especiales o peligrosos (SEMARNAT,2017).

La gestión adecuada de los RSU es fundamental para prevenir riesgos ambientales y de salud pública, ya que su manejo inadecuado puede generar contaminación del suelo, agua y aire, además de atraer fauna nociva que propicia la propagación de enfermedades. Por ello, comprender su generación, recolección y disposición es un elemento clave en el análisis de riesgos.

En el municipio, según datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), indican que en 2020 se registró una producción aproximada de 5,000 kg de basura diaria, cifra que representa un aumento significativo respecto a 2010, cuando la generación estimada era de 3,000 kg diarios. Este incremento refleja el crecimiento poblacional, los cambios en los hábitos de consumo y la necesidad de fortalecer las estrategias de manejo y disposición final de los residuos, así como de impulsar programas de separación, reciclaje y reducción en la fuente.

La cartografía temática sobre la disposición de residuos sólidos urbanos identifica dos sitios destinados a la disposición final de los residuos generados en la localidad y un prestador de servicios autorizado para su recolección y manejo. La localización y operación de estos sitios son elementos clave para la gestión integral de los residuos, pues influyen en la eficiencia del sistema de recolección, en la mitigación de impactos ambientales y en la reducción de riesgos asociados a la contaminación del suelo, agua y aire. Su correcta operación es indispensable para prevenir afectaciones a la salud pública y minimizar la generación de lixiviados, emisiones y presencia de fauna nociva. En este contexto, el análisis de los RSU constituye un componente esencial del Atlas de Riesgos del municipio, ya que permite identificar áreas con mayor vulnerabilidad a problemas ambientales y sanitarios derivados de la acumulación de residuos, además de apoyar el diseño de políticas públicas orientadas a la mitigación de estos riesgos.

Mapa de disposición de residuos



Simbología

Disposición de residuos

- Prestador de servicio de recolección de residuos
- Sitio de disposición final de residuos

Límites políticos

- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades

- Rural
- Urbana

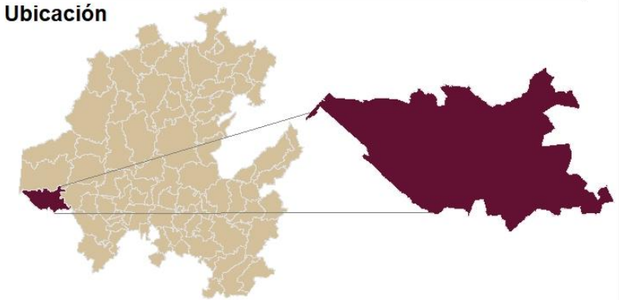
Vías de comunicación

- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos

- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide	GRS80
Proyección	ITRF08 LCC
Gradícula	Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal	Mexicano época 2010.0
Zona UTM	14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

DdR - Disposición de residuos

Contaminación de alimentos

La contaminación de alimentos se refiere a la presencia de agentes biológicos, químicos o físicos en los productos destinados al consumo humano, los cuales pueden alterar su calidad e inocuidad y representar un riesgo para la salud pública. Esta contaminación puede presentarse en cualquiera de las etapas de la cadena alimentaria, desde la producción primaria hasta el almacenamiento, transporte y preparación final (FAO, 2022).

Los agentes biológicos incluyen bacterias, virus, hongos y parásitos capaces de provocar enfermedades transmitidas por alimentos. La contaminación química puede derivarse de la presencia de plaguicidas, metales pesados o residuos de sustancias empleadas en procesos productivos, mientras que la contaminación física ocurre cuando se incorporan materiales extraños como fragmentos de vidrio, metal o plástico (OMS, 2023).

En el municipio la contaminación alimentaria puede asociarse indirectamente a factores ambientales y sanitarios vinculados con actividades agrícolas y pecuarias, así como con el manejo del agua para riego y consumo humano. El uso inadecuado de agroquímicos, la disposición incorrecta de residuos sólidos y las descargas domésticas sin tratamiento previo pueden favorecer la presencia de contaminantes en suelos y cuerpos de agua utilizados en la producción agrícola.

Desde el punto de vista normativo la Norma Oficial Mexicana NOM-251-SSA1-2009, establece las prácticas de higiene que deben observarse en la preparación y manejo de alimentos para garantizar su inocuidad (Secretaría de Salud, 2009). Asimismo, la NOM-127-SSA1-2021 determina los límites permisibles de calidad del agua para uso y consumo humano, lo cual resulta fundamental en contextos rurales donde el abastecimiento puede depender de fuentes subterráneas o superficiales locales (Secretaría de Salud, 2021).

La presencia de bacterias indicadoras como *Escherichia coli* en agua o suelo constituye un parámetro relevante para evaluar contaminación fecal y riesgo sanitario (UNAM, 2023). Cuando el agua destinada a riego o consumo no cumple con los criterios de calidad establecidos en la normativa vigente, se incrementa la probabilidad de contaminación microbiológica de los alimentos.

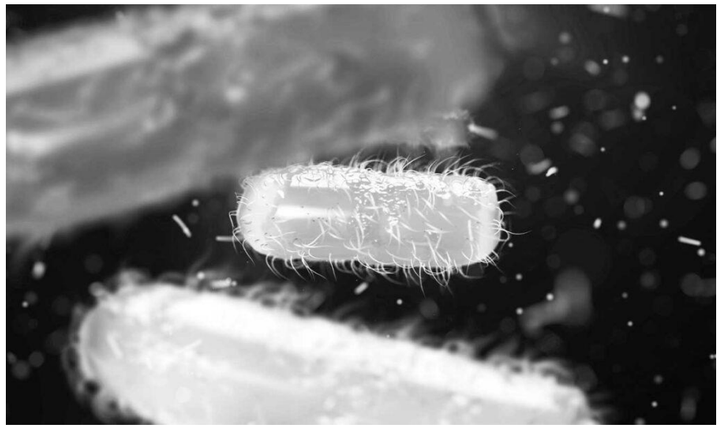


Imagen ilustrativa de la bacteria Escherichia coli (UNAM Global, 2023).

En términos jurídicos, la Ley General de Salud, la Ley de Aguas Nacionales y la Ley de Protección al Ambiente del Estado de Hidalgo establecen la responsabilidad de las autoridades municipales y estatales en la vigilancia sanitaria, control de descargas y protección de los recursos hídricos, elementos esenciales para la prevención de riesgos asociados a la contaminación alimentaria.

En este contexto, resulta prioritario fortalecer las acciones de monitoreo de calidad del agua, promover buenas prácticas agrícolas y garantizar el cumplimiento de la normativa sanitaria vigente, con el objetivo de reducir la exposición de la población a riesgos derivados de la contaminación de alimentos y proteger la salud pública en el municipio.

CAPÍTULO IX.
FENÓMENOS SOCIO-ORGANIZATIVOS

Fenómenos socio-organizativos

Según la Ley General de Protección Civil, publicada en el Diario Oficial de la federación el día 6 de junio del 2012, con última reforma del 21 de diciembre del 2023, un **Fenómeno Socio-organizativos** se define como: "Agente perturbador que se genera con motivo de errores humanos o por acciones premeditadas, que se dan en el marco de grandes concentraciones o movimientos masivos de población, tales como: demostraciones de inconformidad social, concentración masiva de población, terrorismo, sabotaje, vandalismo, accidentes aéreos marítimos o terrestres, e interrupción o afectación de los servicios básicos o de infraestructura estratégica;"

Inconformidad social

Es una condición propia al ser humano que surge cuando las condiciones de vida no coinciden con lo esperado, ya sea en el ámbito personal, familiar, de pareja, laboral, político, religioso, económico o en cualquier otra área de interés, ya sea por convicción propia o por formar parte de su trabajo o de su vida cotidiana (Uriarte, 2025).

Por lo tanto, la inconformidad social se define como el descontento o desacuerdo colectivo que surge dentro de una comunidad o grupo social frente a situaciones, decisiones o políticas que se consideran injustas, perjudiciales o contrarias a sus intereses, valores o derechos. La inconformidad actúa como un catalizador del cambio social, ya que fomenta la crítica hacia sistemas establecidos y promueve la búsqueda de soluciones alternas (Hidalgo, 2021).

Las grandes huelgas en la historia de México. (Crónica mexicana, 2024)

Este fenómeno puede manifestarse de diversas maneras como propuestas, huelgas, movilizaciones o debates públicos. Las causas suelen estar relacionadas con problemas como desigualdad, falta de servicios básicos, violación de derechos humanos (Estudyiando, 2020).

Si la inconformidad no logra solucionarse, esta podría convertirse en conflicto, lo que genera problemas de orden social, que comúnmente se realizan cierre de calles, y algunas veces problemas económicos como daños a instalaciones gubernamentales, negocios, plazas, monumentos.

La inconformidad social es una expresión de participación ciudadana que, si bien puede generar tensiones, también es una herramienta clave para impulsar cambios y visibilizar problemáticas que requieren atención por parte de las autoridades o instituciones correspondientes (Estudyiando, 2020).

Actualmente el municipio no cuenta con registros de descontentos, huelgas o manifestaciones, sin embargo, esto no significa que no puedan suceder.

Eventos masivos

Son grandes concentraciones de población en un espacio determinado, tales como conciertos, festivales, competiciones deportivas, manifestaciones, ferias y conferencias. Pueden tener un enfoque artístico, cultural, deportivo, religioso o político que pueden generar condiciones de riesgo debido a la gran aglomeración, Las ciudades con mayor densidad de población son las que están más expuestas a este tipo de fenómenos (Estrada, 2023). Estos eventos suelen generar un impacto significativo en términos económicos, sociales y culturales, pero también requieren medidas especiales de seguridad, logística y sostenibilidad para asegurar el bienestar de los asistentes (Rodríguez Velázquez, et al., 2014). Por lo general en el municipio los eventos masivos van de 1,000 hasta 30,000 asistentes.

Eventos sociales

Actividades organizadas para reunir a la comunidad, así como fomentar la interacción social y promover la participación de los habitantes, estos incluyen: plazas, tianguis, mercados, centros recreativos, fiestas patrias, actividades recreativas.

Feria Nopala de Villagrán (feriasméxico.com.mx)

Eventos religiosos

Actividad o celebración que tiene un significado espiritual y es organizada para conmemorar, honrar o expresar creencias religiosas. Estos eventos incluyen peregrinaciones, posadas, celebraciones religiosas multitudinarias. Estos eventos pueden involucrar a millones de personas y extenderse durante varios días, presentando desafíos únicos en cuanto a alojamiento, alimentación y gestión de grandes flujos de personas (Kaboom Eventos, 2013).

Iglesia de Santa María Magdalena (ingress-intel.com, 2021)

Eventos deportivos

Actividad o encuentro que ofrece el deporte para practicarlo o como espectáculo, son encuentros a los que acude un público interesado en la actividad física que se practique (Idsports, 2022). Entre estos eventos pueden encontrarse finales de campeonatos, exhibición de Juegos Olímpicos, mundiales de fútbol o maratones internacionales. Estos eventos atraen a multitudes de espectadores y participantes, generando una gran demanda de servicios y recursos.

Torneo de charrería, Feria Nopala de Villagrán 2023 (Titansports)

Eventos culturales

Acontecimientos planificados que tienen como objetivo principal la promoción, difusión y celebración de aspectos culturales específicos, como la música, el arte, la danza, la gastronomía, la literatura, el teatro y más. Estos pueden tener un alcance local, nacional o internacional y a menudo están diseñados para reunir a personas que comparten un interés común en una forma particular de expresión (ESDAI, 2023).

Festival México pan y chocolate 2025 (Plaza Juárez)

Eventos Mixtos

Es un suceso que combina dos o más eventos simples, los cuales pueden ocurrir de manera simultánea o consecutiva dentro de un mismo fenómeno o experimento, y cuya ocurrencia depende de la interacción entre los eventos.

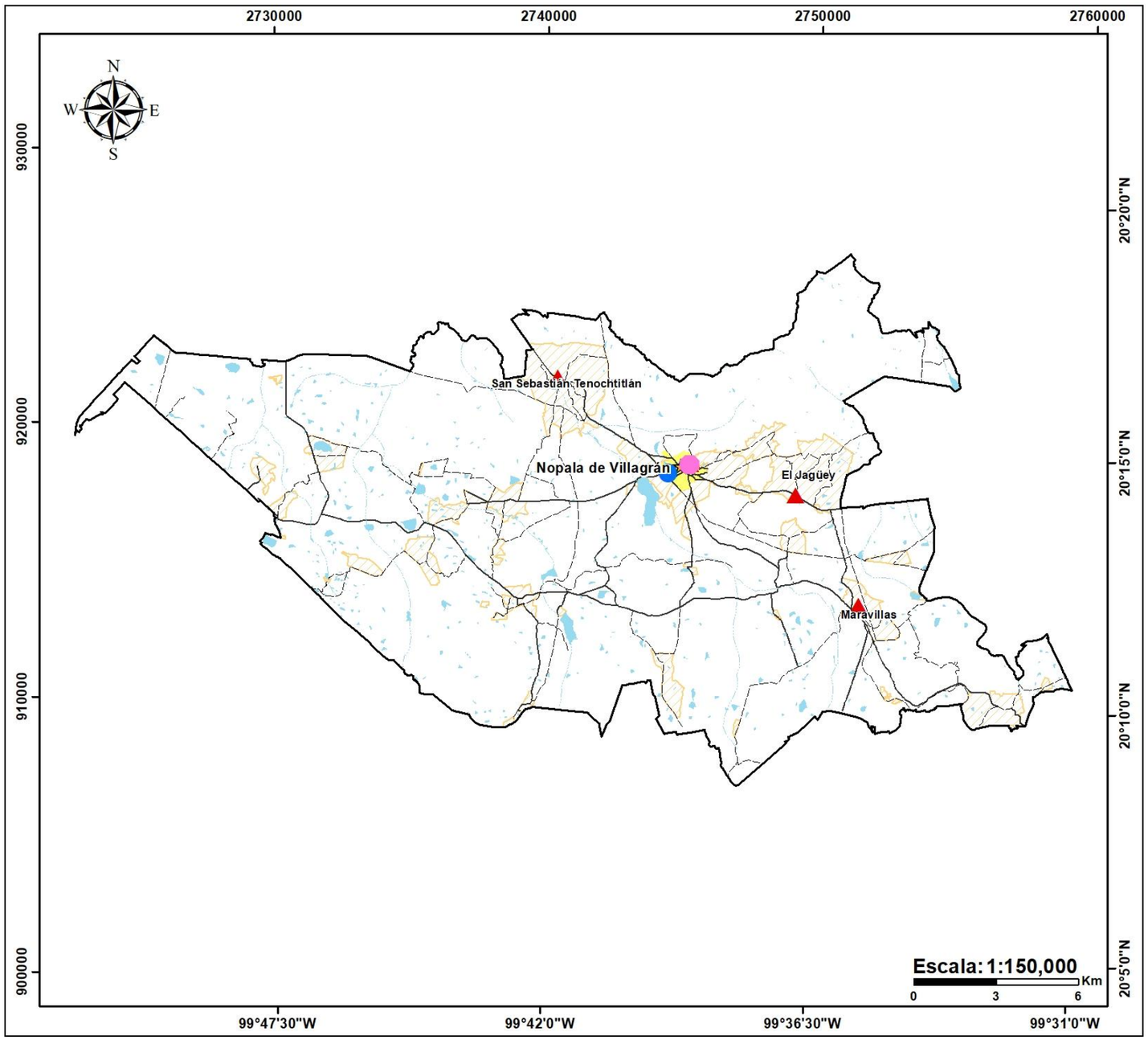
Los eventos más destacados que se celebran en el municipio, son aquellos de índole mixto (social y religioso), con la existencia de distintas fiestas patronales alrededor del año, sin embargo, la fiesta más grande se celebra en julio y corresponde a Santa María Magdalena.

Tipo de evento	Nombre del evento	Localidad	Fecha
Mixto	Fiesta patronal en honor al sagrado corazón de Jesús	Maravillas	Segundo domingo de junio
Mixto	Fiesta patronal en honor a San Sebastián Mártir	San Sebastián Tenochtitlán	20 de enero
Mixto	Fiesta patronal en honor a Santa María Magdalena	Nopala de Villagrán (centro)	22 de julio
Mixto	Fiesta patronal en honor a San Juanita de los lagos	El Jagüey	Primeros días de febrero
Deportivo	Finales deportivas	Nopala de Villagrán (centro)	De 2 a 3 veces por año
Social	Grito de independencia	Nopala de Villagrán (centro)	15 de septiembre
Social	Festival México pan y chocolate	Nopala de Villagrán (centro)	Primera quincena de diciembre

Eventos celebrados en el municipio

Santa María Magdalena (iglesia.info, 2019)

Mapa de eventos masivos



Simbología

Tipo de evento
- Deportivo
- Mixto
- Social

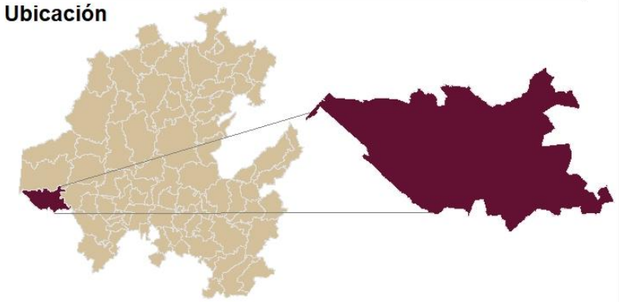
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

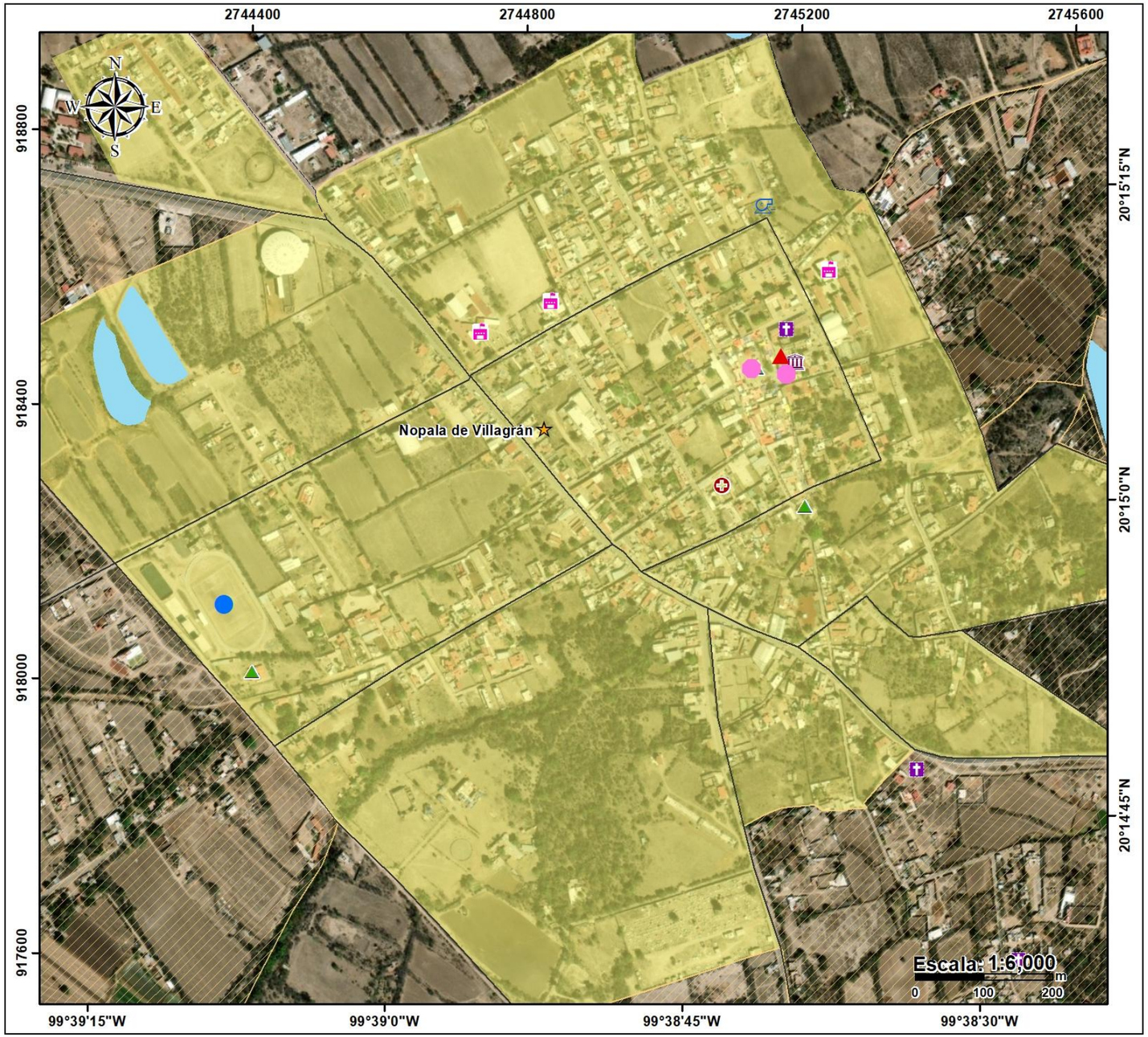
Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

EM - Eventos masivos

Mapa de eventos masivos, zona centro



Simbología

Tipo de evento
- Deportivo
- Mixto
- Social

Sitios de interés
- Centro de Asistencia Médica
- Escuela
- Instalación Gubernamental
- Plaza
- Tanque de Agua
- Templo

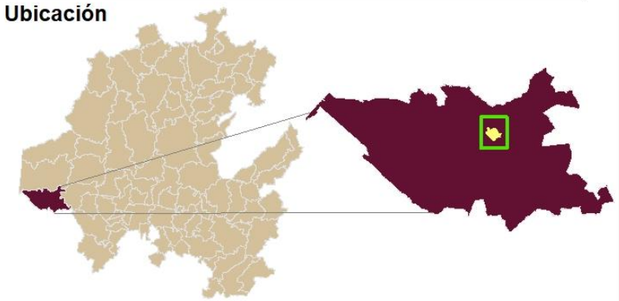
Límites políticos
- Cabecera municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide	GRS80
Proyección	ITRF08 LCC
Gradícula	Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal	Mexicano época 2010.0
Zona UTM	14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

EM - Eventos masivos

Accidentes viales

Representan un riesgo antropogénico de alta relevancia a escala nacional y local, debido a su impacto directo en la salud pública, la seguridad de la población y el desarrollo social. En este contexto, México se ubica en el séptimo lugar a nivel mundial y en el tercer lugar en el continente americano en mortalidad por siniestros de tránsito, lo que evidencia la magnitud y gravedad de esta problemática.

A nivel nacional, los accidentes viales representan la principal causa de muerte en niñas y niños de 5 a 9 años de edad, así como la segunda causa de orfandad, reflejando un profundo impacto social, familiar y comunitario. De acuerdo con el Instituto Nacional de Salud Pública (INSP), diariamente fallecen en promedio 22 jóvenes de entre 15 y 29 años a consecuencia de siniestros viales, mientras que anualmente se registran alrededor de 24 mil defunciones en todos los grupos de edad (CAPUFE, 2022).

De manera complementaria, la Organización Panamericana de la Salud (OPS) estima que cada año en el país aproximadamente 40 mil personas adquieren una discapacidad permanente y cerca de 750 mil sufren lesiones graves derivadas de accidentes viales, lo que incrementa de manera significativa la carga social, económica y sanitaria asociada a este riesgo.

Desde la perspectiva de las ciencias de la Tierra y la gestión integral del riesgo, los accidentes viales no están asociados únicamente al comportamiento humano, sino que también se encuentran condicionados por diversos factores físicos y territoriales, entre los que destacan la topografía, el diseño y estado de la infraestructura carretera, la geometría de las vialidades, la visibilidad, las condiciones climáticas, así como los procesos de deterioro del suelo y del pavimento.

En territorios con características predominantemente rurales, como en el municipio la combinación de vialidades angostas, tramos sin señalización adecuada, superficies irregulares y la convivencia simultánea de peatones, ciclistas, motociclistas, transporte agrícola y vehículos particulares incrementa significativamente la probabilidad de ocurrencia de accidentes, especialmente en zonas de tránsito mixto y en los accesos a las localidades.

Las principales causas de los accidentes viales identificadas son:

- Exceso de velocidad.
- Conducción bajo los efectos del alcohol o drogas.
- Distracción al volante.
- Fallas mecánicas de los vehículos.
- Condiciones climáticas adversas.

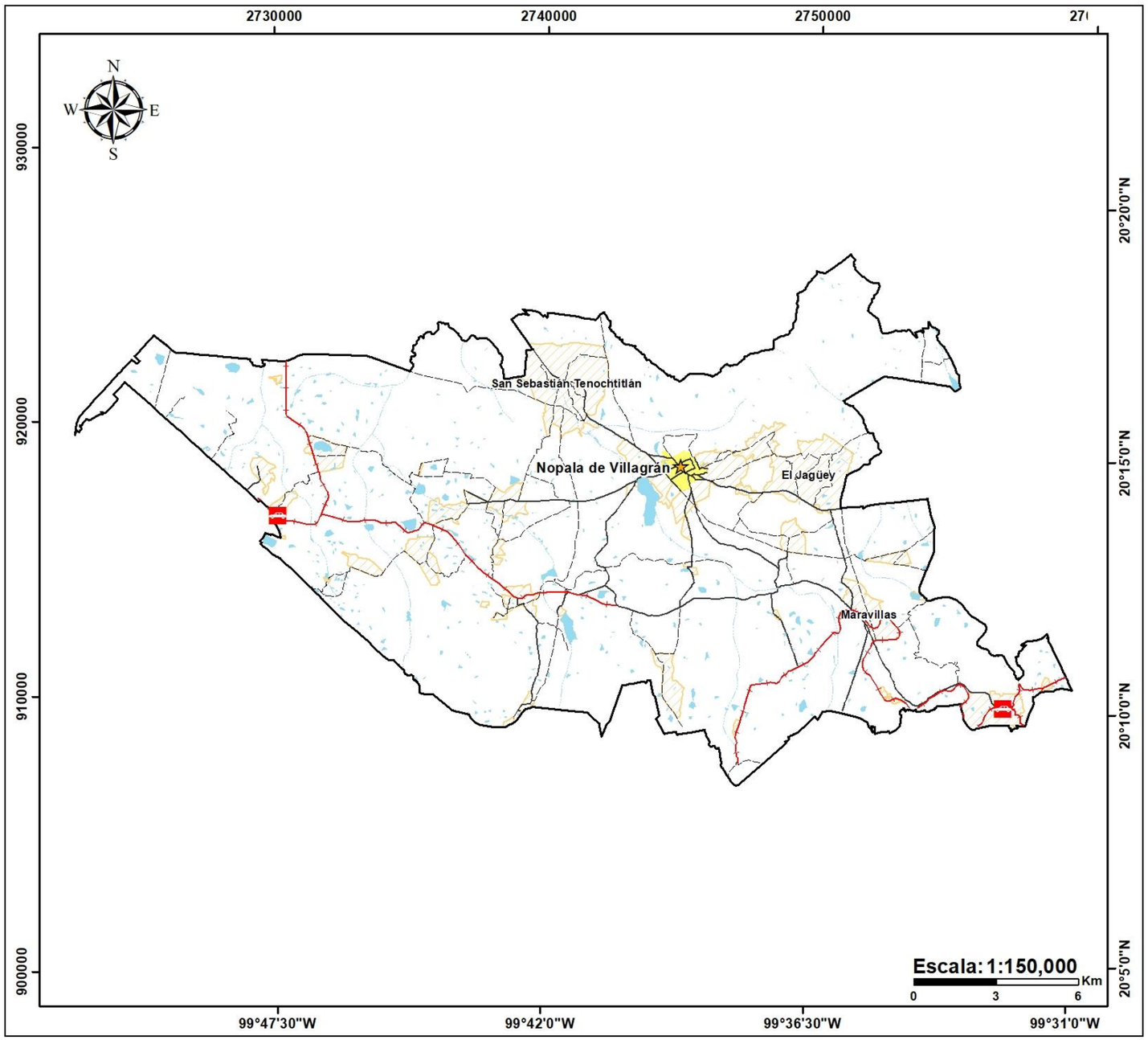
En el mapa de accidentes viales se identifican dos puntos de incidencia, determinados a partir de recorridos y visitas de campo. Con base en las vías de comunicación donde se registraron los siniestros, se realizó la clasificación de las vialidades con mayor incidencia, lo que permite reconocer tramos prioritarios de riesgo para la implementación de medidas de prevención y mitigación.

El respeto a los límites de velocidad, a las normas y reglamentos de tránsito, así como a la señalización vial, semáforos y pasos peatonales, constituye un elemento fundamental para reducir la frecuencia y severidad de los accidentes. No obstante, estas medidas resultan insuficientes sino se acompañan de una cultura vial sólida, sustentada en la educación ciudadana, la corresponsabilidad y la empatía entre los distintos usuarios de la vía pública, ya sea que se desplacen en automóvil, motocicleta, bicicleta o a pie.

En este sentido, la gestión del riesgo vial en el municipio requiere no solo la implementación de acciones preventivas, como el mejoramiento y mantenimiento de la infraestructura, la adecuada señalización y la identificación de tramos de alta peligrosidad, sino también el desarrollo de estrategias permanentes de sensibilización social y educación vial, orientadas a fomentar conductas seguras y responsables. La corresponsabilidad en el uso del espacio público constituye un elemento clave para disminuir la vulnerabilidad de la población y avanzar hacia un sistema de movilidad más seguro, incluyente y sostenible.

Accidente vial en la carretera vía Nopala – Maravillas. (Quadratin Hidalgo 2021)

Mapa de accidentes viales



Simbología

Incidencia
- Accidente vial
- Vialidades con mayor ocurrencia

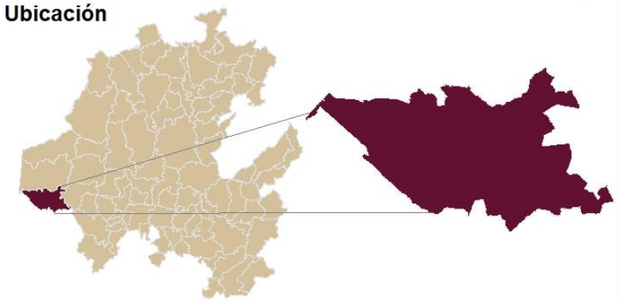
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide	GRS80
Proyección	ITRF08 LCC
Gradícula	Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal	Mexicano época 2010.0
Zona UTM	14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

AV - Accidentes viales

Incidencia delictiva

La delincuencia puede definirse como el conjunto de acciones cometidas por individuos que infringen las leyes establecidas por una sociedad (Universidad europea, 2024).

Los delitos se pueden clasificar de diversas maneras, una de las más comunes se basa en la gravedad del delito, es decir:

- **Delitos graves:** asesinato, violación, robo a mano armada, tráfico de drogas.
- **Delitos menores:** vandalismo, robo menor, infracciones de tránsito.

Además de la clasificación por gravedad, también se pueden identificar según su naturaleza como:

- **Delitos contra la propiedad:** robo o la destrucción de bienes.
- **Delitos contra la persona:** amenazas o abuso.
- **Delitos económicos:** fraudes, malversación y soborno.

Estos delitos afectan el desarrollo y perjudican la convivencia entre sociedades (Universidad europea, 2024).

De acuerdo a los datos obtenidos del Observatorio Nacional Ciudadano seguridad Justicia y Lealtad para el periodo de enero – octubre del 2025 se registraron 589 delitos por cada 100,000 habitantes, en comparativa con el año anterior en el mismo periodo estos números han continuado en aumento considerable.

Tasa por cada 100,00 habitantes	
Periodo de tiempo	Total, de delitos
Enero-octubre 2024	370
Enero-octubre 2025	589

Incidencia delictiva enero-octubre 2024 y 2025, (ONC, 2025).

De este total de delitos, entre los más cometidos para el periodo de enero-octubre 2025 se encuentran:

- Violencia familiar.
- Homicidio doloso.
- Robo a casa habitación.
- Lesiones dolosas.

Incidencia delictiva (Escuela de postgrado de ciencias del derecho, 2021)

Tipo de delito	Tasa por cada 100,000 habitantes ENE-OCT (2025)
Homicidio doloso	31
Feminicidio	0
Homicidio culposo	0
Secuestro	0
Extorsión	0
Robo con violencia	21
Robo de vehículo	5
Robo a casa habitación	31
Robo de negocio	0
Robo a transeúnte total	21
Robo en transporte público	5
Violación	16
Violencia familiar	73
Trata de personas	0
Narcomenudeo	21
Lesiones dolosas	31

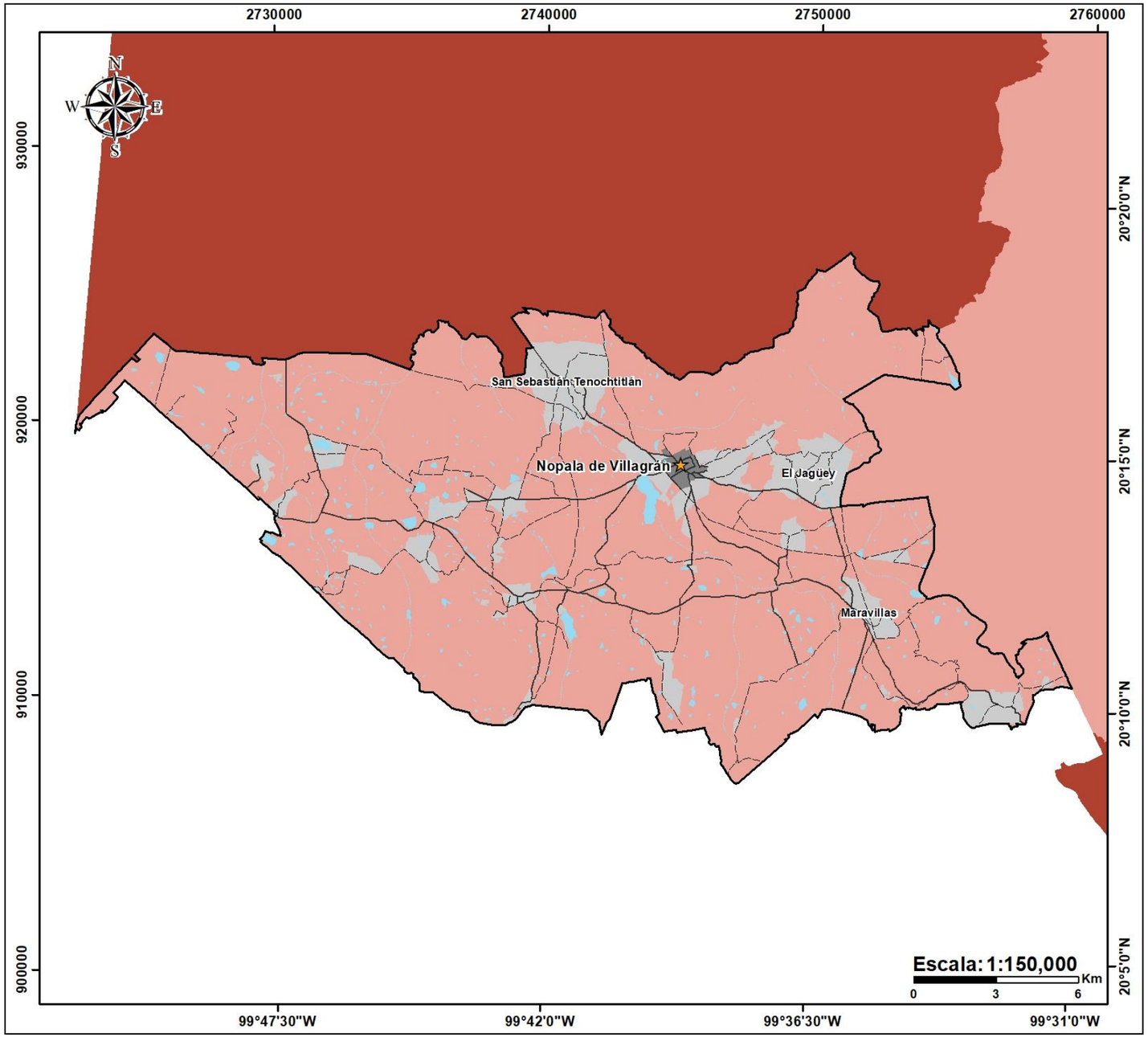
Delitos cometidos cada 100,000 habitantes en el periodo enero-octubre 2025, (ONC, 2025).

Así mismo, el registro de años anteriores muestra que 2020, con 1,059 delitos totales por cada 100,000 habitantes, fue uno de los años más inseguros de la última década. Este aspecto resulta fundamental al momento de diseñar nuevas estrategias para fortalecer la seguridad y proteger a la ciudadanía.

Total de delitos por año (Tasa por cada 100,000 habitantes)	
Año	Total de delitos
2024	475
2022	584
2020	1059
2018	748
2015	703

Total de delitos de los años 2024, 2022, 2020, 2018, 2015. (ONC, 2025).

Mapa de incidencia delictiva



Simbología

Tasa de incidencia por cada 100,000 habitantes (Ene-Oct 2025)

- 102 - 354
- 355 - 688
- 689 - 1217
- 1218 - 2215
- 2216 - 3763

Límites políticos

- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades

- Rural
- Urbana

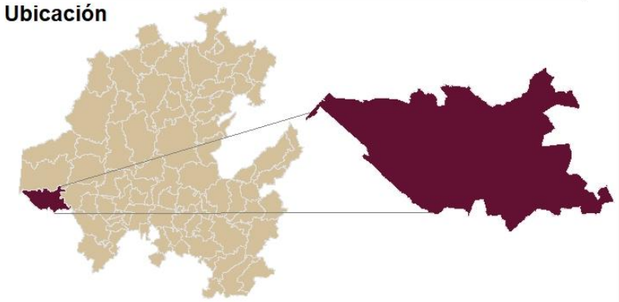
Vías de comunicación

- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos

- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

ID - Incidencia delictiva

Vulnerabilidad social

Se define como la mayor probabilidad de que ciertos grupos, debido a factores socioeconómicos, políticos y culturales, resulten más afectados por desastres o crisis. Esta condición se relaciona con el entorno donde viven, sus recursos sociales y la cohesión comunitaria, y refleja tanto las presiones a las que están expuestos como su capacidad para enfrentarlas, influenciada por el modelo de desarrollo vigente.

La vulnerabilidad social se deriva directamente del aumento de la pobreza, el crecimiento demográfico y la expansión urbana no planificada. En el contexto de los fenómenos perturbadores, se entiende como el conjunto de condiciones económicas, sociales y culturales que determinan la capacidad de una comunidad para afrontar una emergencia y llevar a cabo su rehabilitación y recuperación posterior (CENAPRED, 2021).

Para evaluar esta vulnerabilidad en el municipio, se elaboró un mapa basado en la metodología propuesta por el Centro Nacional de Prevención de Desastres. Este enfoque sostiene que el análisis debe construirse a partir de tres componentes esenciales, los cuales permiten identificar, organizar y comprender con mayor precisión los factores que aumentan o disminuyen el riesgo al que está expuesta la población.

1. **Primer componente:** Consiste en una aproximación al nivel de vulnerabilidad a partir de las condiciones sociales y económicas de la población (indicadores socioeconómicos). Estos permiten estimar la capacidad de organización y recuperación tras un evento destructivo. Los indicadores utilizados se muestran en la tabla correspondiente.

2. **Segundo componente:** Analiza la capacidad de prevención y respuesta de las instituciones encargadas de atender emergencias y realizar tareas de rehabilitación. Para ello, se aplicó un cuestionario de 22 preguntas al titular de la Unidad de Protección Civil Municipal, siguiendo la metodología de CENAPRED.

El propósito es valorar la preparación y capacidad de actuación de la unidad ante emergencias y acciones preventivas, complementando así la evaluación global de la vulnerabilidad.

Aplicación de cuestionario de capacidad de respuesta a unidad de protección civil.

3. **Tercer componente:** Se centra en la percepción de la población sobre los riesgos presentes en el municipio, lo cual es fundamental para diseñar estrategias y planes de prevención. Este aspecto se evaluó mediante encuestas de 25 reactivos aplicadas a los habitantes, permitiendo conocer su percepción del riesgo y fortaleciendo el análisis del nivel de vulnerabilidad.

Indicador	Parámetro
Salud	- Médicos por cada 1,000 habitantes. -Tasa de mortalidad. -Población no derechohabiente.
Educación	-Analfabetismo. -Población de 6 a 14 años que asisten a la escuela. -Promedio de escolaridad.
Vivienda	-Viviendas sin servicio de: agua entubada, servicio de drenaje, servicio de electricidad. -Viviendas con: paredes de desecho y lámina de cartón, con pisos de tierra. -Déficit de vivienda.
Empleo e ingresos	-Población económicamente activa. -Razón de dependencia. -Tasa de desempleo abierto.
Población	-Densidad de población. -Población de habla indígena. -Dispersión poblacional.

Indicadores socioeconómicos

Con base en lo anterior y siguiendo la metodología aplicada por CENAPRED, la tabla correspondiente al grado de vulnerabilidad social muestra los resultados obtenidos para el municipio.

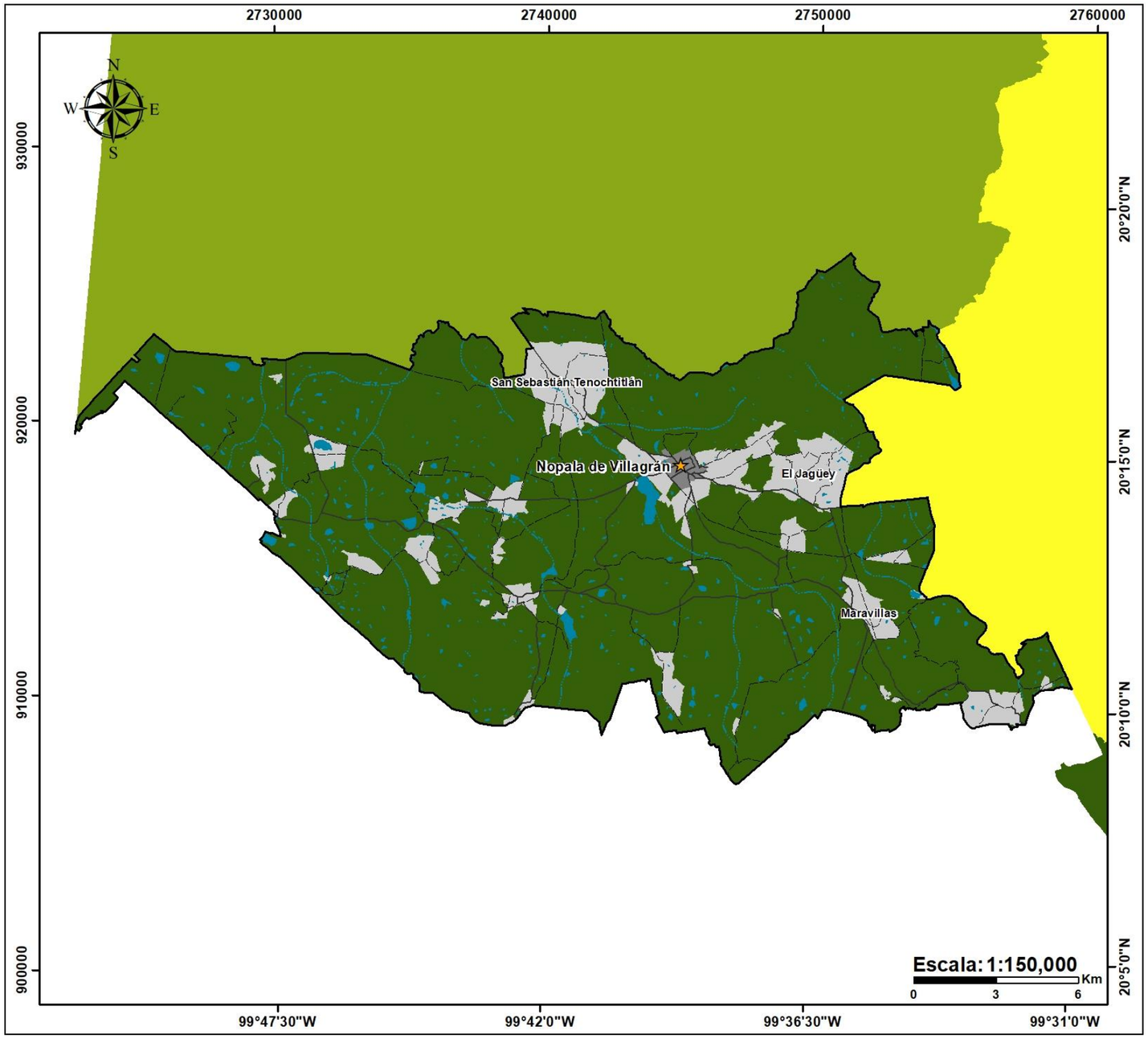
Valor final (VF)	Grado de vulnerabilidad social (GVS)	
0 a 0.20	Muy baja	
0.21 a 0.40	Baja	
0.41 a 0.60	Media	
0.61 a 0.80	Alta	
0.80 o más	Muy alta	
Municipio	**VF: 0.135**	**GVS: Muy baja**

Grado de vulnerabilidad social

Cabe destacar que esta información proviene del trabajo de campo, el cual incluyó la aplicación de ocho encuestas a la población, una encuesta dirigida a la Unidad de Protección Civil Municipal, así como la recopilación de datos estadísticos del INEGI correspondientes al periodo 2000-2023, de acuerdo con su última actualización.

Aplicación de encuestas de percepción local, a población civil

Mapa de vulnerabilidad social



Simbología

Vulnerabilidad social
- Muy alta
- Alta
- Media
- Baja
- Muy baja

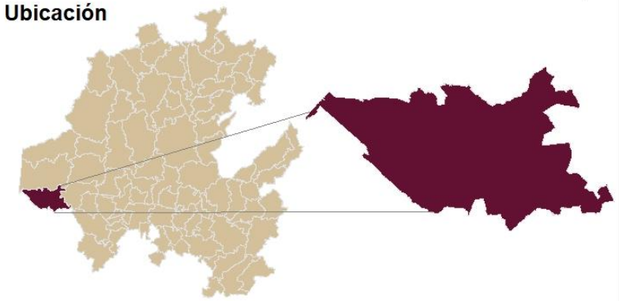
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

VS - Vulnerabilidad social

Accidentes aéreos y marítimos

Los accidentes aéreos se definen como aquellos eventos vinculados a la operación de una aeronave que provocan la muerte o lesiones graves a las personas a bordo, así como daños estructurales significativos que comprometen su integridad, estabilidad o funcionamiento. También se consideran accidentes aéreos los casos en los que la aeronave desaparece o su localización resulta inaccesible, impidiendo las labores de rescate, evaluación o recuperación (Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana, 2025). Este tipo de sucesos suele relacionarse con fallas operativas, condiciones meteorológicas adversas, errores humanos o deficiencias en el mantenimiento, y constituye un elemento relevante en la evaluación del riesgo territorial por sus posibles repercusiones sobre la población, la infraestructura y el entorno. De manera análoga, un accidente marítimo comprende todo incidente derivado de la operación normal de un buque que produzca pérdidas humanas, lesiones graves, desaparición o abandono de la embarcación, así como daños materiales a su estructura, sistemas o a infraestructuras marítimas externas. También incluye situaciones como varadas, colisiones, o cualquier condición que afecte su navegabilidad y ponga en riesgo la seguridad de la tripulación, otras embarcaciones o instalaciones marítimas. Asimismo, abarca eventos que generen impactos severos en el medio ambiente marino, tales como derrames de combustibles o sustancias peligrosas (United Nations Office for Disaster Risk Reduction, 2025).

Debido a que el estado de Hidalgo no se encuentra ubicado en una zona costera, carece de litoral y de actividades marítimas, en su territorio no se registran accidentes relacionados con el ámbito marítimo, como naufragios o incidentes portuarios, ya que dichas situaciones solo ocurren en regiones con acceso al mar.

Terrorismo y sabotaje

En el ámbito de los riesgos socio-organizativos, el terrorismo se entiende como la ejecución de actos violentos, intencionales y planificados que buscan generar miedo, intimidación o coerción, afectando valores fundamentales como la paz, la justicia y la dignidad humana, así como la estabilidad política, la seguridad nacional y la confianza institucional (ONU, 2025). Por su parte, el sabotaje se caracteriza por la intención deliberada de dañar o interrumpir bienes, servicios o infraestructuras estratégicas, con el fin de afectar la economía, la seguridad, la gobernabilidad o servicios esenciales. A diferencia de los fenómenos físicos, estos actos responden a motivaciones de tipo político, económico, social o ideológico, y pueden manifestarse tanto en espacios de alta concentración de personas como en instalaciones críticas.

Tanto el terrorismo como el sabotaje requieren un análisis especializado dentro del Atlas de Riesgos debido a su elevado potencial de daño, cuyos efectos trascienden el impacto inmediato sobre la población. Estos fenómenos inciden en la estabilidad comunitaria, en la percepción de seguridad territorial y en la continuidad operativa del Estado. Por ello, resulta indispensable fortalecer las capacidades institucionales mediante estrategias preventivas, protocolos de actuación y acciones orientadas a reducir vulnerabilidades y aumentar la resiliencia.

En México, y por consecuencia en el estado de Hidalgo, la violencia organizada predominante se relaciona principalmente con la obtención de beneficios económicos ilícitos y, en general, no reúne las características propias del terrorismo o el sabotaje, puesto que carece de motivaciones político-ideológicas. Aunque estas manifestaciones no han sido frecuentes, su identificación y consideración son fundamentales para garantizar una respuesta adecuada ante su eventual ocurrencia. Entre las medidas preventivas que pueden implementarse destacan:

- El establecimiento de protocolos de alerta temprana, intercambio de información y respuesta inmediata ante incidentes sospechosos.

- La promoción de campañas de sensibilización que incentiven el reporte seguro y responsable de actividades inusuales.

- El diseño e implementación de protocolos de seguridad y protección civil que integren planes de evacuación, controles de acceso y sistemas de comunicación interna.

La prevención del terrorismo, el sabotaje y los accidentes aéreos o marítimos requiere un enfoque integral basado en la coordinación institucional, la participación ciudadana y el fortalecimiento de la infraestructura y la vigilancia. Es fundamental reforzar las acciones de prevención, preparación y respuesta, así como comunicar de forma clara los riesgos y protocolos de actuación. Informar a la población sobre medidas de autoprotección mejora la capacidad de reacción, protege a las personas y reduce los impactos negativos de estos eventos.

Interrupción y afectación de servicios básicos e infraestructura estratégica

Los servicios básicos son los que se necesitan para vivir de manera cómoda, de acuerdo con los criterios propuestos por la Comisión Nacional de Vivienda el agua, el drenaje y el combustible. Así, la Ley General de Protección Civil en su artículo 2 fracción XXXI nos dice que la infraestructura estratégica "es aquella que es indispensable para la provisión de bienes y servicios públicos y cuya destrucción o inhabilitación es una amenaza en contra de la seguridad nacional" (Camara de diputados, 2012).

Se consideran instalaciones estratégicas, a los espacios, inmuebles, construcciones, muebles, equipo y demás bienes, destinados al funcionamiento, mantenimiento y operación de las actividades consideradas como estratégicas por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, así como de aquellas que tiendan a mantener la integridad, estabilidad y permanencia del Estado Mexicano, en términos de la Ley de Seguridad Nacional.

La suspensión o disminución de este tipo de servicios puede ser consecuencia de fenómenos de origen natural, como la falta de energía eléctrica a causa de sismos; o de origen antrópico, como la interrupción del servicio de agua por mantenimiento del sistema. La interrupción de los servicios básicos, junto con el deterioro de la infraestructura estratégica, representa un reto sustancial para el funcionamiento del municipio. Servicios fundamentales como el suministro de agua potable, la energía eléctrica, la red de drenaje, así como el acceso a centros de salud y caminos comunitarios, son esenciales para garantizar el bienestar social, la estabilidad económica y la seguridad de sus habitantes. Cuando alguno de estos sistemas falla o se interrumpe, la vida cotidiana y las actividades productivas se ven gravemente afectadas.

En el municipio se vive una crisis de agua potable que no es únicamente técnica, sino profundamente financiera y estructural. De acuerdo con un reportaje de Rotativo, la razón principal de esta crisis es una deuda de más de 1.3 millones de pesos que el municipio mantiene con la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

Fuente: Crisis de Agua Potable en el municipio por deuda con CFE. (Garcia Chavero,2024)

Debido a esa deuda, la CFE según las autoridades locales del organismo de agua potable y saneamiento ha suspendido el suministro eléctrico en varios pozos y cárcamos del municipio, lo cual impide el bombeo de agua hacia comunidades que dependen de esos sistemas para su abastecimiento. Las repercusiones de este conflicto son profundas para la población. Al depender del bombeo de pozos con energía eléctrica, la suspensión de la luz implica que muchas comunidades no reciben agua regularmente, lo que afecta directamente su higiene, salud y actividades domésticas. Además, factores geográficos y de planeación han complicado la solución: algunas zonas altas del municipio tienen un suministro muy limitado y dependen de pocos pozos, lo que hace que cualquier falla en la red eléctrica implique cortes prolongados.

También se debe considerar la infraestructura de drenaje y saneamiento, la cual no siempre cuenta con la modernidad o el mantenimiento suficiente.

Las consecuencias de estos problemas son severas. Cuando los pozos dejan de funcionar por falta de electricidad, las familias quedan sin acceso constante al agua, lo que repercute en su higiene, salud y actividades diarias. La incertidumbre sobre cuándo se restablecerá el servicio obliga a los habitantes a racionar el agua, lo que puede generar condiciones insalubres. Esta situación no solo tiene un costo social, sino también económico, pues el desabasto puede limitar actividades agrícolas, domésticas y productivas.

Desde el punto de vista institucional, el déficit en infraestructura básica refleja una falta de capacidad para anticipar y mitigar riesgos. Si no se asegura el funcionamiento continuo de pozos y sistemas de bombeo, la resiliencia ante emergencias como sequías extremas es muy limitada. Por lo tanto, estos antecedentes muestran que garantizar un suministro constante y seguro de servicios esenciales en el municipio, es clave para fortalecer la vida comunitaria, reducir la vulnerabilidad y promover un desarrollo más justo y sostenible. Las autoridades locales y estatales deben priorizar tanto el pago de deudas que paralizan sistemas vitales, como la construcción y mantenimiento de infraestructura adecuada, para asegurar que la población tenga acceso a agua, energía y saneamiento consonantes con sus necesidades.

CAPÍTULO X.

PROPUESTAS DE ESTUDIO, OBRAS Y ACCIONES.

Propuestas de estudios, obras y acciones

Las propuestas de estudios, obras y acciones que se presentan en el presente Atlas de Riesgos se derivan directamente de lo observado durante los recorridos y trabajos de campo realizados, en estrecha colaboración con la Coordinación de Protección Civil. Dichas recomendaciones se sustentan en el análisis técnico de las condiciones físicas, ambientales y sociales del territorio, así como en la identificación de zonas y elementos vulnerables ante diversos fenómenos perturbadores.

El objetivo principal de estas propuestas es fortalecer la prevención, mitigación y reducción del riesgo, mediante la implementación de medidas que permitan disminuir la exposición y vulnerabilidad de la población, la infraestructura y el entorno. Asimismo, se busca proporcionar una herramienta técnica y estratégica que apoye la toma de decisiones de las autoridades competentes en materia de ordenamiento territorial, planeación urbana y gestión integral del riesgo.

Las acciones planteadas consideran intervenciones de corto, mediano y largo plazo, priorizando aquellas zonas donde se identificaron mayores niveles de riesgo, con el fin de contribuir al desarrollo seguro y sustentable del municipio.

Fenómenos geológicos

El municipio presenta en términos generales, condiciones geológicas estables, asociadas a un relieve suave y a la ausencia de pendientes pronunciadas, lo que limita la ocurrencia de procesos geológicos de alta energía. No obstante, se han identificado procesos geológicos localizados, particularmente hundimientos del terreno, que requieren atención preventiva por su impacto potencial en la infraestructura estratégica del municipio.

Los hundimientos registrados no se localizan en zonas habitacionales; sin embargo, se presentan en las inmediaciones de las principales vías de comunicación, lo que representa un riesgo directo para la conectividad, la seguridad vial y la continuidad de los servicios y actividades económicas.

Identificación y análisis del riesgo de hundimientos

La mitigación del riesgo asociado a hundimientos debe iniciar con una caracterización detallada del subsuelo en los corredores viales afectados, con el objetivo de identificar las causas del fenómeno y su posible evolución.

Se recomienda la ejecución de:

- Estudios geológicos y geotécnicos, para definir la estratigrafía y las propiedades mecánicas del suelo.
- Estudios geofísicos, orientados a la detección de vacíos, zonas de debilidad o procesos de disolución.
- Evaluación de la estabilidad de la infraestructura vial, considerando asentamientos diferenciales y deformaciones del pavimento.

Propuestas de mitigación mediante obras de ingeniería

Con base en los estudios realizados, deberán definirse medidas de ingeniería enfocadas a la protección de la red vial, priorizando la prevención de fallas estructurales y la seguridad de los usuarios.

Entre las acciones recomendadas se incluyen:

- Obras de ingeniería menor, como relleno controlado de cavidades, inyecciones de consolidación y mejoramiento del suelo bajo la estructura vial.
- Obras de ingeniería mayor, en tramos críticos, incluyendo la reconstrucción de terraplenes, estabilización profunda del terreno o rediseño del trazo vial.
- Adecuación del drenaje superficial y subterráneo, para evitar infiltraciones que incrementen la susceptibilidad a hundimientos.

Monitoreo y gestión del riesgo en infraestructura vial

Se recomienda establecer un programa de monitoreo permanente en las vías de comunicación donde se han identificado hundimientos, con énfasis en:

- Inspecciones periódicas de la carpeta asfáltica y terraplenes.
- Registro georreferenciado de deformaciones y subsidencias.
- Señalización preventiva y restricciones temporales al tránsito en zonas de riesgo.

Estas acciones permitirán detectar de manera temprana la evolución del fenómeno y aplicar medidas correctivas oportunas.

Fenómenos hidrometeorológicos

El municipio, presenta susceptibilidad moderada a fenómenos hidrometeorológicos, principalmente asociados a lluvias intensas de corta duración, que generan escurrimientos superficiales de alta velocidad. La presencia de cuerpos de agua y escorrentías naturales cercanas a zonas habitadas incrementa el

riesgo de inundaciones localizadas, con antecedentes de afectaciones a vialidades, colonias y servicios básicos.

Durante eventos de precipitación intensa, se ha identificado el arrastre de lodos, sedimentos y escombros, los cuales saturan las redes de drenaje natural y artificial, reduciendo su capacidad hidráulica y favoreciendo desbordamientos repentinos.

Identificación de zonas críticas y análisis hidrológico

La gestión del riesgo hidrometeorológico debe partir de un diagnóstico técnico integral que permita reconocer las áreas más vulnerables dentro del municipio.

Se recomienda desarrollar:

- Estudios hidrológicos e hidráulicos, para estimar caudales máximos, tiempos de concentración y zonas de inundación.
- Modelación de escurrimientos superficiales, considerando pendientes, uso de suelo y cobertura vegetal.
- Inventario y evaluación de cuerpos de agua y cauces naturales, especialmente aquellos próximos a zonas habitadas y vialidades.

Estos estudios permitirán definir con precisión los puntos donde el riesgo de inundación es mayor y priorizar acciones preventivas.

Monitoreo climático y sistemas de alerta temprana

La reducción del riesgo requiere la implementación de mecanismos de monitoreo y comunicación oportuna, enfocados en eventos hidrometeorológicos extremos.

Se proponen las siguientes acciones:

- Instalación de estaciones meteorológicas locales, para el registro continuo de lluvias, intensidad y duración.
- Vinculación de la información climática con Protección Civil, para la emisión de alertas tempranas ante lluvias intensas.
- Capacitación del personal responsable de la operación y análisis de los datos.
- Sensibilización comunitaria, orientada a la autoprotección y a la respuesta temprana ante avisos de riesgo.

Planeación urbana y reducción de la vulnerabilidad habitacional

La planeación territorial constituye un eje clave para disminuir la exposición al riesgo de inundaciones.

Se recomienda:

- Restringir la construcción de nuevas viviendas en zonas identificadas como inundables.
- Incorporar criterios de riesgo hidrometeorológico en los instrumentos de ordenamiento territorial.
- Promover viviendas resilientes, utilizando materiales y diseños que reduzcan daños ante eventos de inundación.

Infraestructura hidráulica y control de escurrimientos

La recurrencia de inundaciones demanda mejoras sustanciales en la infraestructura hidráulica, especialmente en localidades cercanas a cuerpos de agua y escurrimientos naturales.

Entre las acciones prioritarias se incluyen:

- Rehabilitación y ampliación de redes de drenaje pluvial, para evitar saturaciones durante lluvias intensas.
- Construcción y adecuación de canales de conducción, que permitan encauzar de forma segura los escurrimientos.
- Limpieza y mantenimiento periódico de cauces y drenajes, retirando sedimentos, lodos y residuos sólidos.
- Implementación de soluciones de drenaje urbano sostenible, como pavimentos permeables y áreas de infiltración, para reducir el volumen de escorrentía superficial.

Restauración ecológica y medidas complementarias

La restauración de ecosistemas representa una medida complementaria de bajo impacto y alta eficiencia en la regulación hídrica.

Se recomienda:

- Recuperar humedales, zonas de infiltración y áreas forestales, que actúan como amortiguadores naturales.
- Promover la revegetación de márgenes de cauces, para reducir la erosión y el arrastre de sedimentos.
- Integrar estas acciones a programas ambientales y de desarrollo urbano.

Los fenómenos hidrometeorológicos en el municipio, se manifiestan principalmente a través de inundaciones rápidas y escurrimientos intensos, agravados por la cercanía de cuerpos de agua a zonas habitadas. La combinación de estudios técnicos, planeación urbana responsable, infraestructura adecuada, monitoreo climático y restauración ecológica permitirá reducir de manera significativa la vulnerabilidad del municipio y

fortalecer su capacidad de prevención y respuesta ante eventos extremos.

Fenómenos químico-tecnológicos

El municipio, no cuenta actualmente con un desarrollo industrial significativo, por lo que los riesgos químico-tecnológicos de origen industrial son bajos. No obstante, el crecimiento urbano y regional proyectado, así como la incorporación de infraestructura estratégica de transporte, como las líneas del tren México–Querétaro, obliga a considerar de manera anticipada escenarios de riesgo asociados a actividades antrópicas y logísticas.

En este contexto, los riesgos más relevantes se relacionan con incendios y quemas de pastizales fuera de control, así como con el transporte de sustancias peligrosas a través de carreteras estatales y futuras vías férreas que atraviesan o colindan con el municipio.

Los incendios de pastizal suelen estar asociados a prácticas agrícolas no reguladas, condiciones de sequía prolongada y acumulación de material vegetal seco. Estos eventos pueden propagarse con rapidez, generando afectaciones a parcelas, infraestructura vial, servicios básicos y, en casos puntuales, a zonas habitadas cercanas. La mitigación de este riesgo requiere fortalecer las acciones preventivas, promoviendo esquemas de quemas controladas con supervisión técnica, capacitación comunitaria para la detección y reporte oportuno, y una coordinación permanente con brigadas municipales y estatales de atención a incendios.

Respecto al transporte de sustancias peligrosas, resulta prioritario identificar y caracterizar los tramos carreteros y ferroviarios críticos, considerando el incremento esperado del tránsito de carga en el mediano y largo plazo. Se recomienda establecer protocolos claros de atención a derrames y fugas, capacitar al personal de Protección Civil y cuerpos de emergencia en el manejo de materiales peligrosos, y señalizar adecuadamente las zonas de riesgo, especialmente en accesos a comunidades cercanas a estas vialidades.

Fenómenos sanitario-ecológicos

La salud pública en el municipio se ve condicionada por factores ambientales y de manejo inadecuado de residuos, que pueden derivar en contaminación del suelo y del agua. Estos procesos incrementan la probabilidad de brotes de enfermedades, particularmente en zonas rurales y periferias urbanas.

Un aspecto crítico es la presencia de tiraderos de basura clandestinos, los cuales generan focos de contaminación, proliferación de fauna nociva y degradación ambiental. Se recomienda implementar un programa sistemático de localización, registro y control de estos sitios, apoyado en levantamientos de campo, georreferenciación y criterios técnicos que permitan definir áreas adecuadas para la disposición final de residuos, con medidas de control ambiental y seguimiento permanente.

De forma complementaria, es necesario fortalecer el monitoreo ambiental, enfocado en la calidad del agua, suelo y aire, así como consolidar una vigilancia epidemiológica básica, que permita detectar oportunamente incrementos anómalos de enfermedades. La mejora de la infraestructura sanitaria, la protección de los recursos hídricos y la concientización comunitaria sobre prácticas ambientales responsables contribuirán a reducir la vulnerabilidad sanitaria del municipio.

Fenómenos socio–organizativo

El municipio, cuenta con baja densidad poblacional, con dinámica social relativamente estable y sin presencia significativa de eventos masivos de alto riesgo. Las festividades patronales y actividades comunitarias habituales no representan, en condiciones normales, un factor relevante de riesgo socio-organizativo.

No obstante, la gestión del riesgo puede verse limitada por deficiencias en la coordinación interinstitucional y en los mecanismos de comunicación, especialmente ante escenarios de emergencia. Por ello, resulta importante fortalecer la organización local, mediante la consolidación de planes de emergencia municipales y la participación activa de autoridades, Protección Civil y representantes comunitarios.

El establecimiento de protocolos de comunicación claros, apoyados en herramientas digitales y sistemas de alerta temprana, permitirá mejorar la difusión de información preventiva y la capacidad de respuesta ante cualquier contingencia. Estas acciones contribuirán a fortalecer la resiliencia social del municipio, especialmente frente a los cambios y presiones futuras derivadas del crecimiento regional y de nuevos proyectos de infraestructura.

Medidas generales

Como parte de las medidas generales para la gestión integral del riesgo, resulta indispensable mantener una vigilancia permanente sobre las indicaciones, lineamientos y comunicados emitidos por las instancias competentes a nivel nacional, tales como los organismos de protección civil, meteorología y gestión de emergencias. La atención oportuna a estas disposiciones permite fortalecer la capacidad de prevención y respuesta ante la posible ocurrencia de fenómenos perturbadores y eventos adversos.

De igual forma, se destaca la importancia de dar seguimiento continuo a los sistemas de alerta temprana, los cuales constituyen una herramienta fundamental para la anticipación de riesgos y la toma de decisiones informadas. Dichos sistemas deben ser considerados y activados de acuerdo con las diferentes temporadas del año, atendiendo las características específicas de cada una, como la temporada de lluvias, ciclones tropicales, estiaje o periodos de altas temperaturas. La adecuada difusión de la información generada por estos sistemas, así como la coordinación interinstitucional y la participación de la población, contribuirán a reducir la vulnerabilidad, minimizar posibles daños y salvaguardar la integridad de las personas, los bienes y el entorno. La aplicación constante de estas medidas generales permitirá fortalecer una cultura de prevención y resiliencia, favoreciendo un desarrollo territorial más seguro y sostenible.

CAPÍTULO XI.

MEMORIA DE CÁLCULO

Memoria de cálculo

Fenómenos geológicos

Susceptibilidad por caída de rocas

Es un fenómeno geológico que representa un riesgo significativo en áreas de montaña o terrenos rocosos donde la estabilidad de las pendientes es comprometida por diversas condiciones naturales o antropogénicas. Factores como la geología, la pendiente del terreno, el uso de suelo, la edafología y las lluvias intensas influyen directamente en la propensión de un área a sufrir este tipo de eventos (Ordaz Hernández, 2019).

Para determinar la susceptibilidad por caída de rocas en el municipio se debe calcular mediante métodos cuantitativos. En este caso, se aplicó la matriz de Saaty, un método de análisis jerárquico que permite comparar criterios y establecer su importancia relativa dentro del proceso de toma de decisiones. La asignación de valores se realizó utilizando la escala de 1 a 9 propuesta por Saaty (Liu, Shao & Shao, 2024).

Escala	Importancia
1	Igual importancia al comparar dos variables
3	Moderada importancia de una variable sobre otra
5	Fuerte importancia de una variable sobre otra
7	Muy fuerte importancia de una variable sobre otra
9	Extrema importancia de una variable sobre otra
2, 4, 6, 8	Valores de comparación intermedios

Escala propuesta por Saaty

Criterios utilizados

Los criterios considerados para el análisis fueron: pendiente, precipitación, uso de suelo, edafología y geología. Las ponderaciones para cada uno se obtuvieron mediante el análisis jerárquico de la matriz de Saaty.

- **Pendiente:** este factor se clasificó considerando los intervalos de pendiente, agrupándolos en cinco categorías representativas.

Categorías	Ponderación
C1 (0° a 15°)	0.03
C2 (15° a 30°)	0.07
C3 (35° a 45°)	0.13
C4 (45° a 55°)	0.27
C5 (55° a 65°)	0.50

Ponderación de pendientes por grados

- **Precipitación:** este factor se calculó a partir de los valores de precipitación media anual (mm), los cuales fueron agrupados en tres categorías.

Categorías	Ponderación
C1 (500–600 mm)	0.08
C2 (600–700 mm)	0.26
C3 (700–800 mm)	0.66

Ponderación de precipitación por mm

- **Geología:** este criterio se basó en el tipo de roca presente en el área de estudio, clasificando los materiales en cinco categorías.

Categorías	Ponderación
C1 (Aluvial)	0.03
C2 (Basalto)	0.50
C3 (Conglomerado poligénico-Arenisca)	0.07
C4 (Riolita-Toba riolítica)	0.26
C5 (Toba riolítica-Toba dacítica)	0.14

Ponderación por tipo de roca

- **Uso de suelo y vegetación:** Este factor se clasifico de acuerdo al tipo de uso de suelo, los cuales fueron agrupados en cinco categorías.

Categorías	Ponderación
C1 (Agricultura)	0.50
C2 (Bosque de encino)	0.03
C3 (Pastizal)	0.27
C4 (Matorral)	0.14
C5 (Vegetación secundaria)	0.06

Ponderación de uso de suelo

- **Edafología:** Este criterio se basó en el tipo de suelo presente, y fue clasificado en cuatro categorías.

Categorías	Ponderación
C1 (Kastanozem)	0.56
C2 (Luvisol)	0.26
C3 (Paheozem)	0.12
C4 (Vertisol)	0.06

Ponderación de edafología

Evaluación de consistencia

Para verificar la validez de los valores obtenidos, se realizó la evaluación de consistencia utilizando las

fórmulas siguientes:

$$CI = \frac{\lambda \max - n}{n - 1}, \qquad CR = \frac{CI}{RI},$$

donde,

- CI –> Índice de consistencia
- λ max –> El mayor valor propio
- n –> Tamaño de la matriz
- RI –> Índice aleatorio
- CR –> Razón de Consistencia

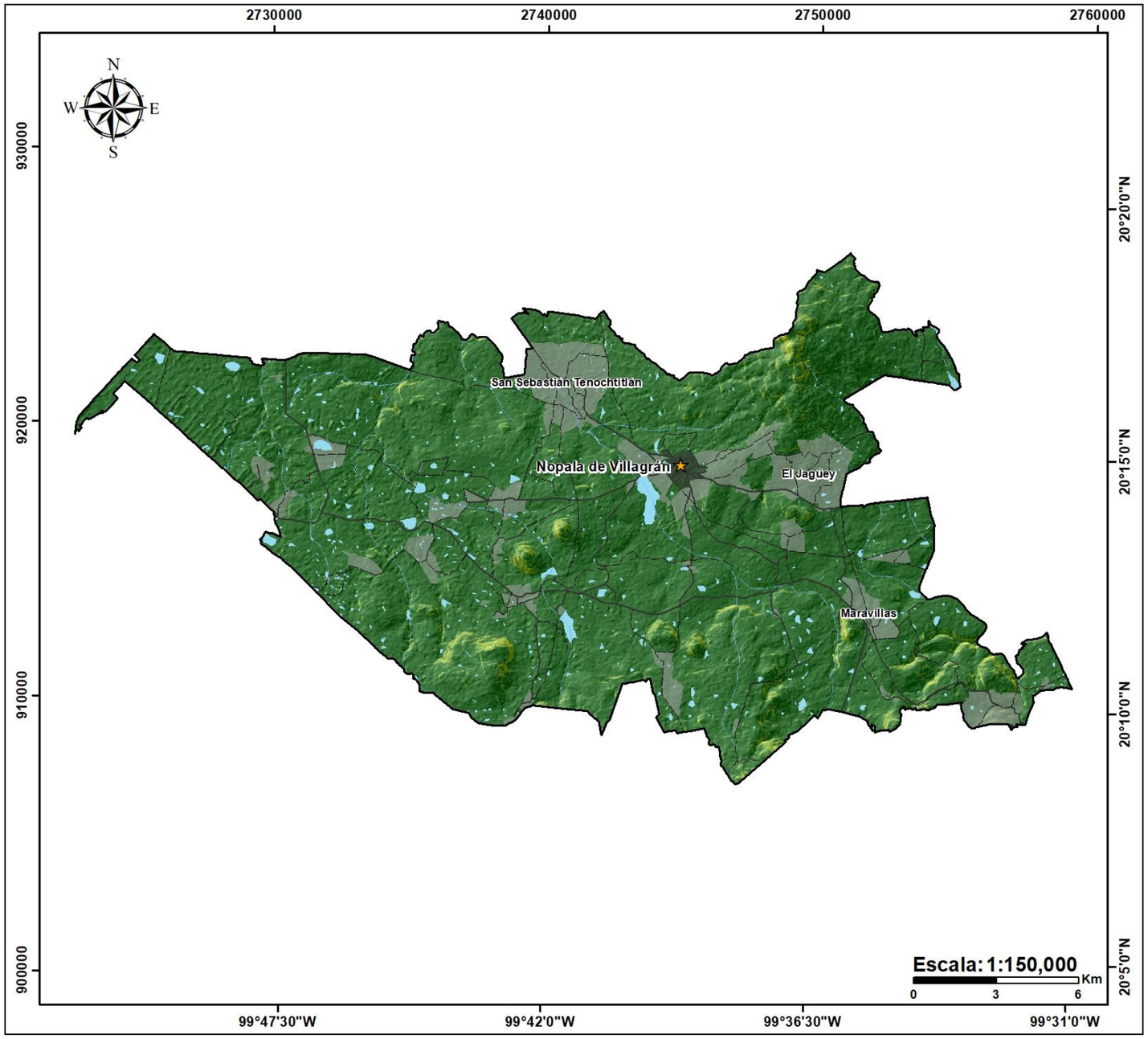
El resultado se considera consistente si el Índice de Consistencia (CR) es menor a 0.10. Una vez confirmada la consistencia, se integraron las ponderaciones en una matriz conjunta con el fin de determinar el peso relativo de los factores en conjunto, como se muestra en la tabla siguiente:

Categorías	Ponderación
C1 (Pendiente)	0.46
C2 (Edafología)	0.04
C3 (Uso de suelo y vegetación)	0.09
C4 (Geología)	0.18
C5 (Precipitación)	0.23

Ponderación de todos los factores

Finalmente, con los valores validados, se asignaron las ponderaciones y se realizó la reclasificación de las capas temáticas correspondientes como se observa en los mapas siguientes. Posteriormente, se realizó la operación de álgebra de mapas, con el objetivo de generar el mapa final de susceptibilidad por caída de rocas.

Mapa de pendiente reclasificado



Simbología

Pendiente
- 0° a 15°
- 15° a 30°
- 30° a 45°
- 45° a 55°
- 55° a 65°

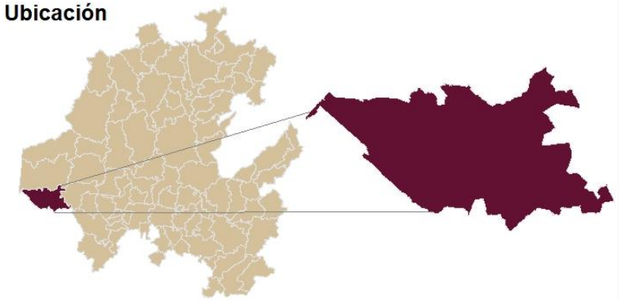
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

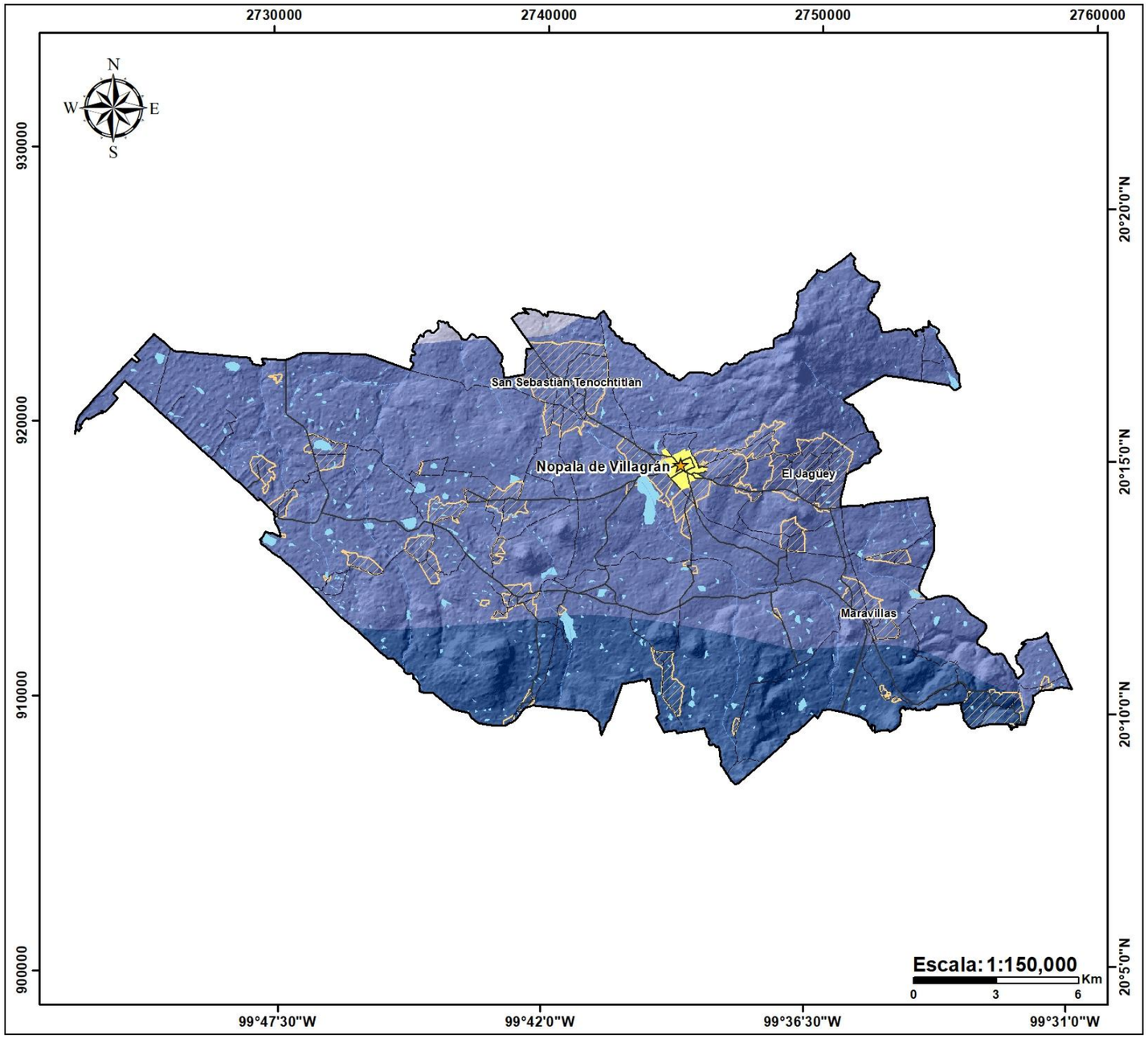
Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

PenR - Pendiente reclasificado

Mapa de precipitación media anual reclasificado



Simbología

Precipitación
- 500-600 mm
- 600-700 mm
- 700-800 mm

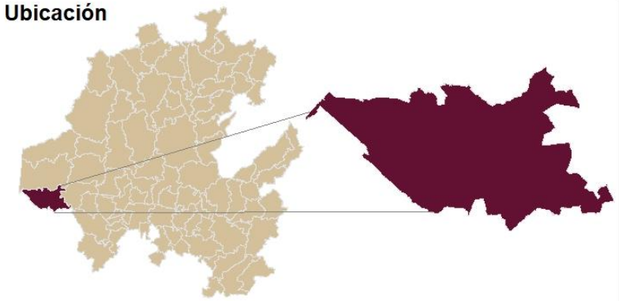
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

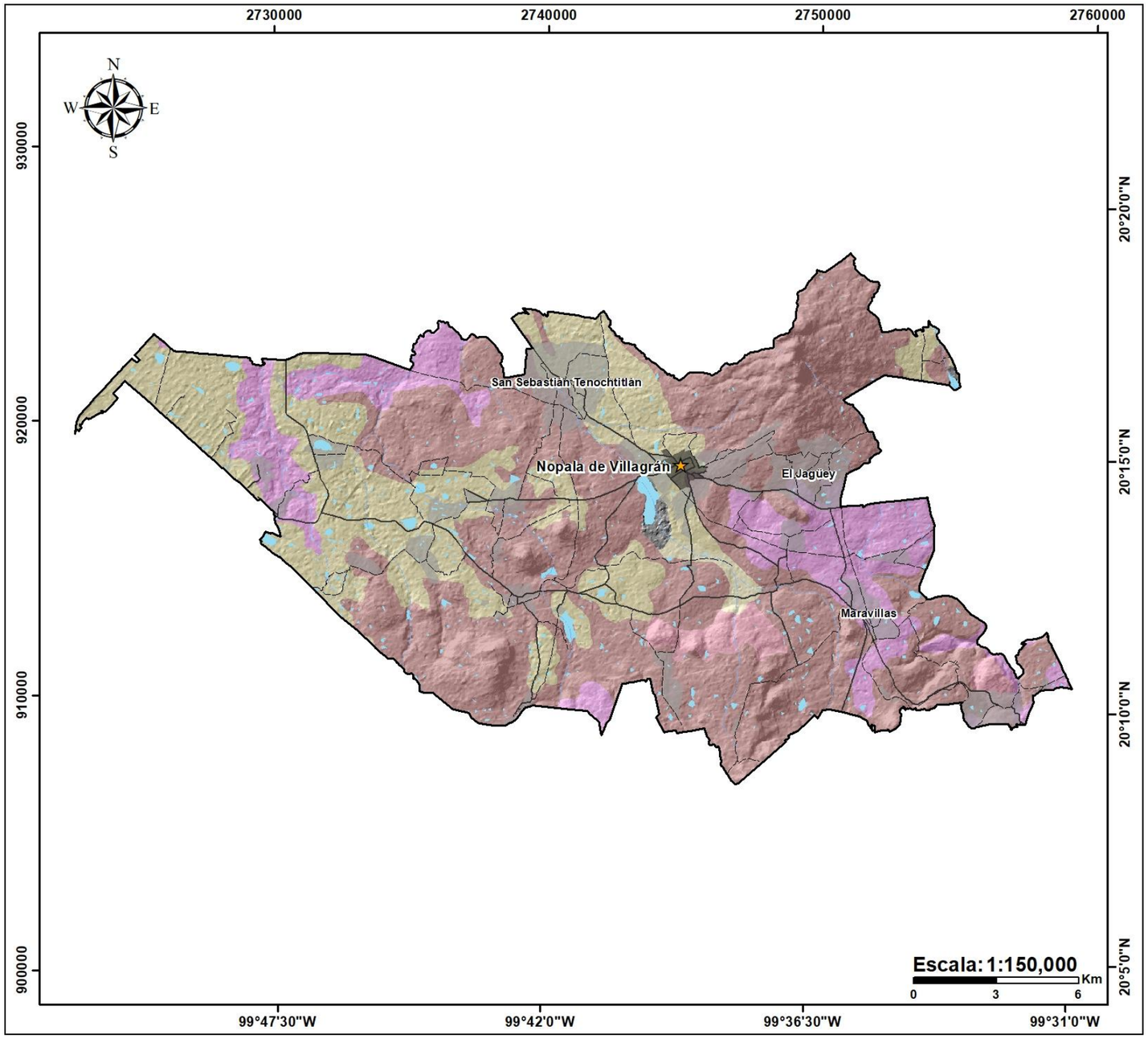
Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

PMAR - Precipitación media anual reclasificado

Mapa de geología reclasificado



Simbología

Geología
- Aluvial
- Conglomerado poligénico-Arenisca
- Toba riolítica-Toba dacítica
- Riolita-Toba riolítica
- Basalto

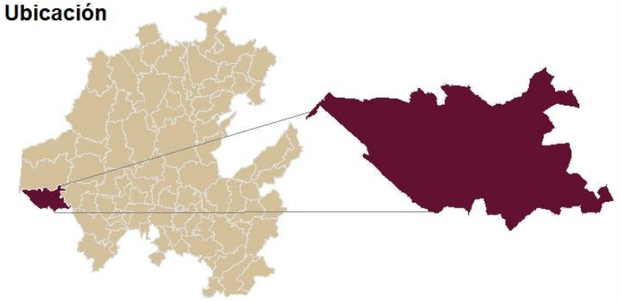
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

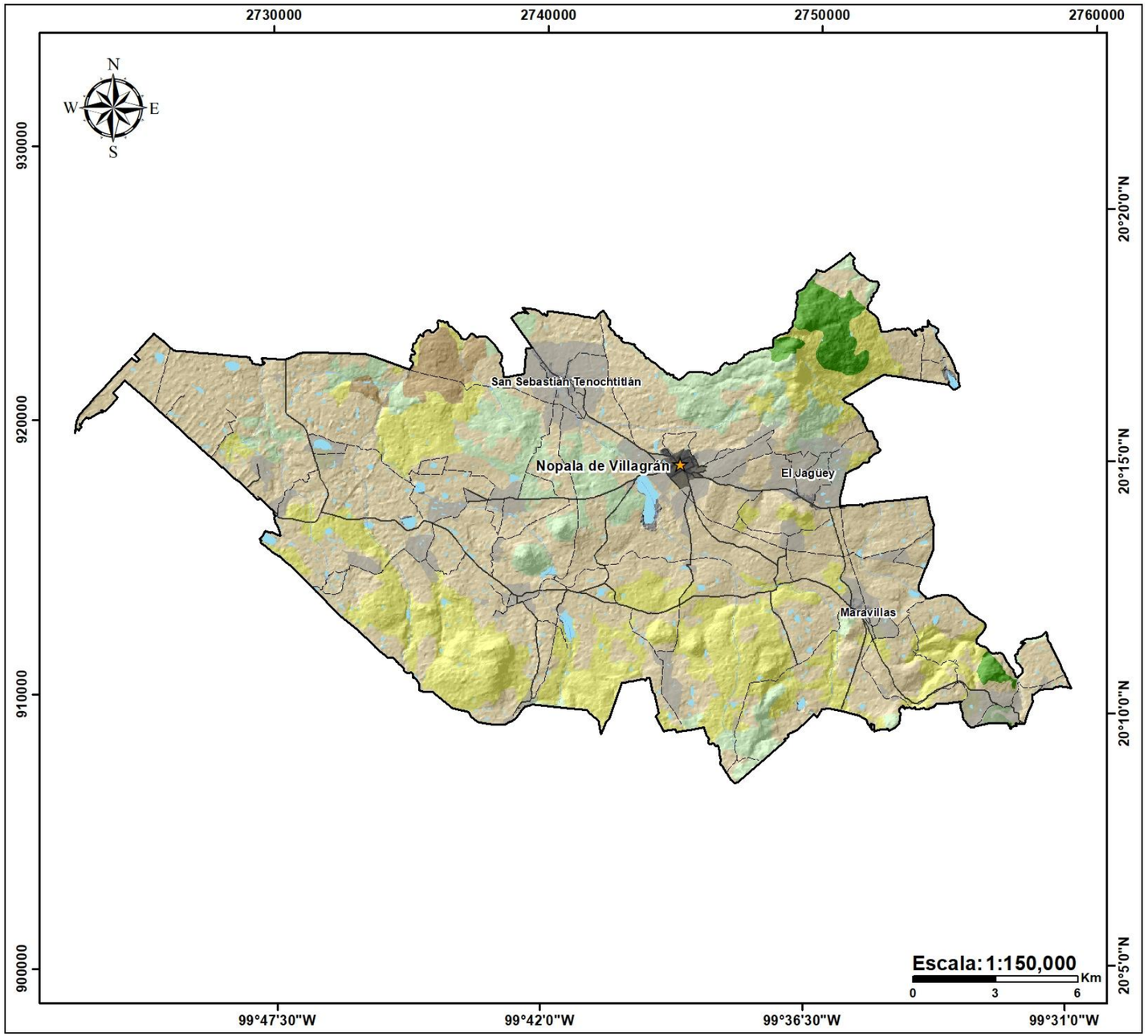
Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

GeoR - Geología reclasificado

Mapa de uso de suelo y vegetación reclasificado



Simbología

Uso de suelo
- Agricultura
- Bosque de encino
- Matorral
- Pastizal
- Vegetación secundaria

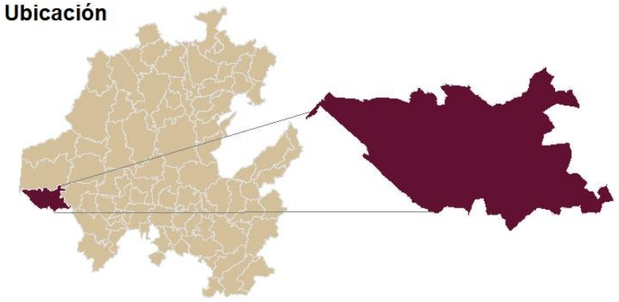
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

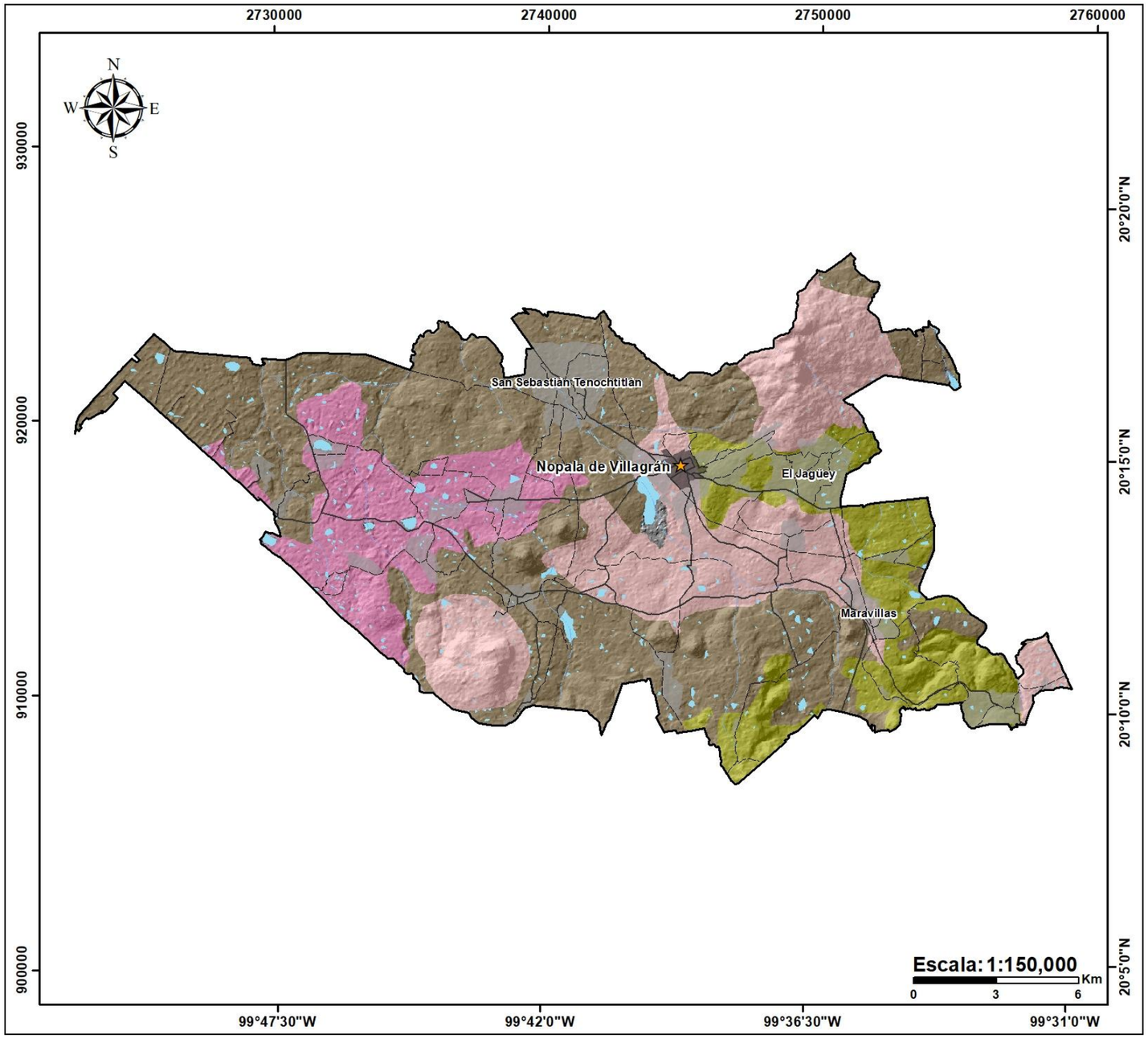
Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

USyVR - Uso de suelo y vegetación reclasificado

Mapa de edafología reclasificado



Simbología

Edafología
- Vertisol
- Paheozem
- Luvisol
- Kastanozem

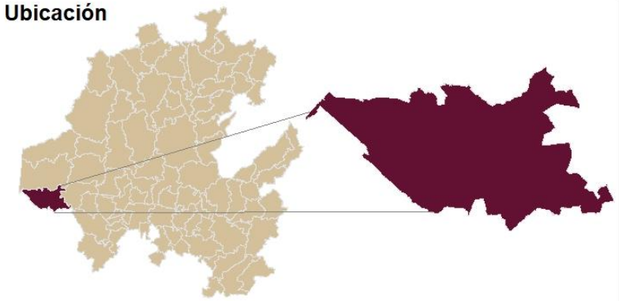
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

EdaR - Edafología reclasificado

Peligro por caída de rocas

Para la elaboración del mapa de peligro se determinaron las siguientes variables a considerar: pendiente, geología, edafología, uso de suelo y vegetación. Estas variables fueron consideradas como factor condicionante y la variable de precipitación se asignó como un factor detonante, considerándola en un parámetro de evaluación a 5 años.

Una vez asignadas las variables a utilizar se procedió a realizar un análisis de datos de cada factor considerado la importancia o contribución que cada uno de estos que tendrá en el análisis de susceptibilidad final, a esto se le denomina ponderación o asignación de pesos relativos. Para este estudio se utilizaron herramientas como la matriz de SAATY que es un método cuantitativo multicriterio que permite generar escalas de prioridades basándose en juicios de análisis a través de comparaciones por pares mediante una escala de preferencia. (Liu, Shao & Shao, 2024).

Se generaron los valores ponderados y su reclasificación para la variable geología, pendiente, edafología, uso de suelo y vegetación, a través de la matriz de Saaty, obteniendo los siguientes valores:

Categorías	Ponderación
C1 (0° a 15°)	0.03
C2 (15° a 30°)	0.07
C3 (35° a 45°)	0.13
C4 (45° a 55°)	0.27
C5 (55° a 65°)	0.50
C5 (65° a 79°)	0.50

Ponderación de pendientes por grados

Categorías	Ponderación
C1 (500–600 mm)	0.08
C2 (600–700 mm)	0.26
C3 (700–800 mm)	0.66

Ponderación de precipitación por mm

Categorías	Ponderación
C1 (Aluvial)	0.03
C2 (Basalto)	0.50
C3 (Conglomerado poligénico-Arenisca)	0.07
C4 (Riolita-Toba riolítica)	0.26
C5 (Toba riolítica-Toba dacítica)	0.14

Ponderación por tipo de roca

Categorías	Ponderación
C1 (Agricultura)	0.50
C2 (Bosque de encino)	0.03
C3 (Pastizal)	0.27
C4 (Matorral)	0.14
C5 (Vegetación secundaria)	0.06

Ponderación de uso de suelo

Categorías	Ponderación
C1 (Kastanozem)	0.56
C2 (Luvisol)	0.26
C3 (Paheozem)	0.12
C4 (Vertisol)	0.06

Ponderación de edafología

Utilizando el procesador de datos ArcGIS se agregaron estos valores ponderados a la tabla de atributos de cada capa de evaluación y se realizó una intersección de capas dejando únicamente los atributos de pesos generados para cada factor considerado.

Geoprocessing >> ArcToolbox >> AnalisisTools >> Overlay >> Intsect

A este nuevo archivo generado, se le agregaron 6 nuevas columnas: Factor condicionante (FC), Factor detonante (FD), Valor del parámetro de evaluación (VPEV), Valor de la susceptibilidad (VSuscep), Valor del peligro (Vpeligro), Nivel de peligro (Nivel_Peli).

Table

PpCdR_Polyg_NVG

FID	Shape *	PonGeo	PonEda	PonUSyV	PonPen	VFC	VFD	VSUSCEP
1958	Polygon	0	0	0	0.03	0.0168	0.66	0.20976
19728	Polygon	0	0	0	0.03	0.0168	0.66	0.20976
19735	Polygon	0	0	0	0.03	0.0168	0.66	0.20976
19777	Polygon	0	0.06	0	0.03	0.0204	0.66	0.21228
19569	Polygon	0	0.12	0	0.03	0.024	0.66	0.2148
19701	Polygon	0	0.12	0	0.03	0.024	0.66	0.2148
19770	Polygon	0	0	0.06	0.03	0.024	0.66	0.2148

PpCdR_Polyg_NVG

FID	Shape *	VPEV	VPELIGRO	NIV_PELIGR
1958	Polygon	0.313	0.220084	Muy bajo
19728	Polygon	0.313	0.220084	Muy bajo
19735	Polygon	0.313	0.220084	Muy bajo
19777	Polygon	0.313	0.222352	Muy bajo
19569	Polygon	0.313	0.22462	Muy bajo
19701	Polygon	0.313	0.22462	Muy bajo
19770	Polygon	0.313	0.22462	Muy bajo

Tabla de atributos modificada

El valor de FC corresponde a la multiplicación de cada valor ponderado de las variables reclasificadas: pendiente, geología, uso de suelo y vegetación, y edafología.

Para el valor de FD se utilizó un único valor considerando el valor más alto de precipitación media anual, la cual es de 600 a 700 mm.

El valor de la susceptibilidad se calculó sumando el valor de FC y FD, considerando una ponderación de importancia 70%-30% respectivamente por lo que la operación seria la siguiente: FC (0.70) +FD (0.30).

Para calcular el valor del peligro, se sumaron el VSuscep más VPEV, considerando también su factor ponderado según su importancia de 90-10% respectivamente: Vsuscep(0.90)+VPEV*0.10.

A partir de estos resultados se generó una clasificación a partir de 5 rangos obtenidos del resultante de valor del peligro, clasificándolo en: Muy bajo, Bajo, Medio, Alto, Muy alto.

Susceptibilidad por deslizamiento de laderas

El análisis de susceptibilidad se refiere al proceso de cuantificación relativa de la importancia que puede tener cada uno de los factores intrínsecos o condicionantes para que se produzcan fenómenos de laderas.

La forma más frecuente de presentar este análisis es a través de mapas de susceptibilidad por inestabilidad de laderas. Estos mapas presentan la clasificación de la estabilidad relativa o la propensión a la inestabilidad de un área en diferentes categorías, a las que se asigna una escala de color, siguiendo los criterios habituales para los análisis de peligros y riesgos (rojos y naranjas para las categorías de susceptibilidad alta y amarillos y verdes para los rangos de susceptibilidad media y baja), y muestra donde hay o no, condiciones para que pueda ocurrir inestabilidad de laderas.

El uso de SIG permite el tratamiento automático de la información y la realización de numerosos análisis con diferentes combinaciones.

Uno de los aspectos fundamentales de la construcción de los mapas de susceptibilidad son los criterios a seguir para la ponderación de los factores condicionantes (asignación de los pesos relativos). En el presente trabajo se realiza una propuesta metodológica para desarrollar el análisis de susceptibilidad.

Tomando como referencia el proyecto de estudio generado por el CENAPRED “Elaboración de Mapa de susceptibilidad a Caidos de roca y derrumbes” (2008), para la elaboración de un mapa de susceptibilidad deben tenerse en cuenta como mínimo tres Factores condicionantes principales:

- **Pendiente de la ladera**
- **Características geológicas** (Litología y geología estructural)
- **La cobertura vegetal y el uso de suelo**

Cada uno de estos factores se clasifica en diversas categorías, que tendrían diferente influencia (peso) sobre la estabilidad del terreno y por tanto en el grado de susceptibilidad a la inestabilidad que este puede presentar.

De acuerdo con Suárez (1998), otro aspecto relevante a considerar en el análisis de susceptibilidad a deslizamientos y derrumbes es la ocurrencia previa de estos fenómenos en el área de estudio. La compilación de un inventario de casos, lo más detallado posible, es importante para considerar la ocurrencia histórica de antecedentes de inestabilidad en un territorio determinado.

El inventario permite por un lado fundamentar el proceso de ponderación (elección de los pesos para cada uno de los factores condicionantes) y por otro lado ajustar y validar la categorización de los valores de susceptibilidad en los mapas resultantes

Ponderación de los valores de susceptibilidad relativa por factor condicionante a nivel regional.

Una vez que se dispone de la información georreferenciada de cada uno de los factores condicionantes en mapas, es necesario asignar a cada una de las categorías representadas en ellos un valor de susceptibilidad relativa, que permita posteriormente sumarlos para cuantificar el grado de susceptibilidad final de un área específica. A este proceso de asignación de la importancia o contribución que cada factor tendrá en el análisis de susceptibilidad final se denomina ponderación o asignación de pesos relativos.

Para este análisis de susceptibilidad, se consideran los factores de pendiente, geología, uso de suelo y vegetación, geomorfología. Para cada región o área de estudio se recomienda sustentar el proceso de ponderación en el análisis de casos de inestabilidad identificado en el inventario.

Se procedió a asignar valores de susceptibilidad relativa a cada una de las categorías de los factores topográficos e históricos, geotécnicos y ambientales expresados en el Formato de Análisis de Amenaza por deslizamiento contenido en la Guía Básica para la elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros Y Riesgos (CENAPRED, 2006) diseñada para el estudio de casos a nivel local. Los valores considerados fueron 55.53% para la pendiente, Geomorfologia 22%, Geología 12%, Uso de Suelo y Vegetación 10.7%. Estos porcentajes de peso son los máximos para cada factor y son los que se utilizarán en el presente análisis para ponderar las variables ya mencionadas.

Variables consideradas		Pesos
C1	Pendiente	0.553
C2	Geomorfología	0.220
C3	Geología	0.120
C4	USyV	0.107

Variables consideradas

Para el desarrollo de estos estudios se emplearon herramientas de análisis multicriterio, entre ellas la matriz de Saaty, en la cual se definieron las categorías correspondientes a los factores que condicionan la inestabilidad de laderas: geología, geomorfología, pendiente, uso de suelo y vegetación. Cada uno de los factores cuenta con diferentes categorías, diferenciadas con un elevado nivel de detalles, para las cuales ya se propone la asignación de pesos específicos.

Para asignar los valores presentes en la tabla anterior se aplicó el método "Matriz de SAATY" es un método cuantitativo para la toma de decisiones multicriterio que permite generar escalas de prioridades basándose en juicios expertos manifestados a través de comparaciones por pares mediante una escala de preferencia. Es el caso del mapa de susceptibilidad de deslizamiento de laderas, debido a que se tomaron 4 variables (Pendiente, Geomorfología, Geología y Uso de Suelo y Vegetación), además que cada uno de estos campos han sido reclasificados y siguiendo esta metodología se le pudieron agregar valores de susceptibilidad desde: Muy Bajo a Muy Alto.

El análisis se fundamentó en una valoración cualitativa y cuantitativa de las principales variables que influyen en la estabilidad del terreno, particularmente de los materiales que conforman laderas y taludes. Esta valoración puede efectuarse a escala local, mediante la evaluación directa de características geológicas, estructurales y ambientales, o a escala regional, a través del uso de información cartográfica y mapas temáticos.

Reclasificación de atributos de los mapas por factor condicionante

El proceso de reclasificación de atributos en las cartografías de los factores condicionantes (pendiente, Geología, Uso de suelo y vegetación, Geomorfología) consiste en asignar, a través del SIG, los valores de susceptibilidad relativa para cada categoría a los diferentes polígonos representados en los mapas. La reclasificación se realiza con la herramienta Arctoolbox. El procedimiento es el siguiente:

Arctoolbox >> 3dAnalyst >> Reclasificación Raster >> Reclasificar

En el ArcMap se obtiene el mapa de pendientes reclasificado a partir del Modelo Digital de Elevación (MDE) de INEGI a 15m. Para el efecto se recomienda utilizar como base los intervalos y los valores relativos. Los valores más elevados de pendiente tendrán una mayor aportación a la susceptibilidad de una ladera a presentar deslizamientos.

Elaboración del mapa de susceptibilidad: suma aritmética de las capas de información

Una vez que han reclasificado cada una de las capas de información relativas a los factores condicionantes (Pendiente, Geología, Geomorfología y Uso de Suelo y Vegetación) se procede a realizar la suma aritmética de los mapas, considerando los porcentajes o valores de susceptibilidad relativos definidos para cada uno de ellos. El procedimiento es el siguiente:

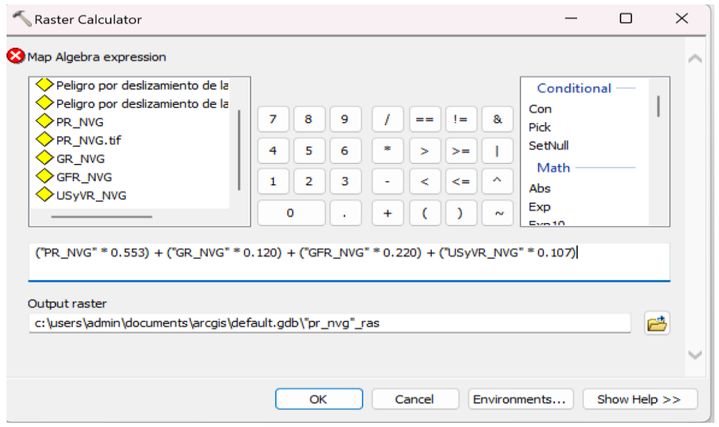
ArcToolBoox >> Spatial Analyst Tools >> MatematicaSuma

El último paso para la obtención del mapa de susceptibilidad es la reclasificación de los valores de susceptibilidad relativa obtenidos en el mapa resultante de la suma de las distintas capas de información, en las categorías de susceptibilidad deseadas. La suma final en porcentajes seria:

Pendiente*(0.553) + Geomorfología*(0.220) + Geología*(0.120) + Uso de Suelo y Vegetación * (0.107)

La herramienta Calculadora Raster construye y ejecuta una expresión simple de Algebra de mapas similar a una calculadora que te permite sumas varias capas ráster. El procedimiento es el siguiente:

ArcToolBoox >> Spatial Analyst Tools >> Raster Calculator

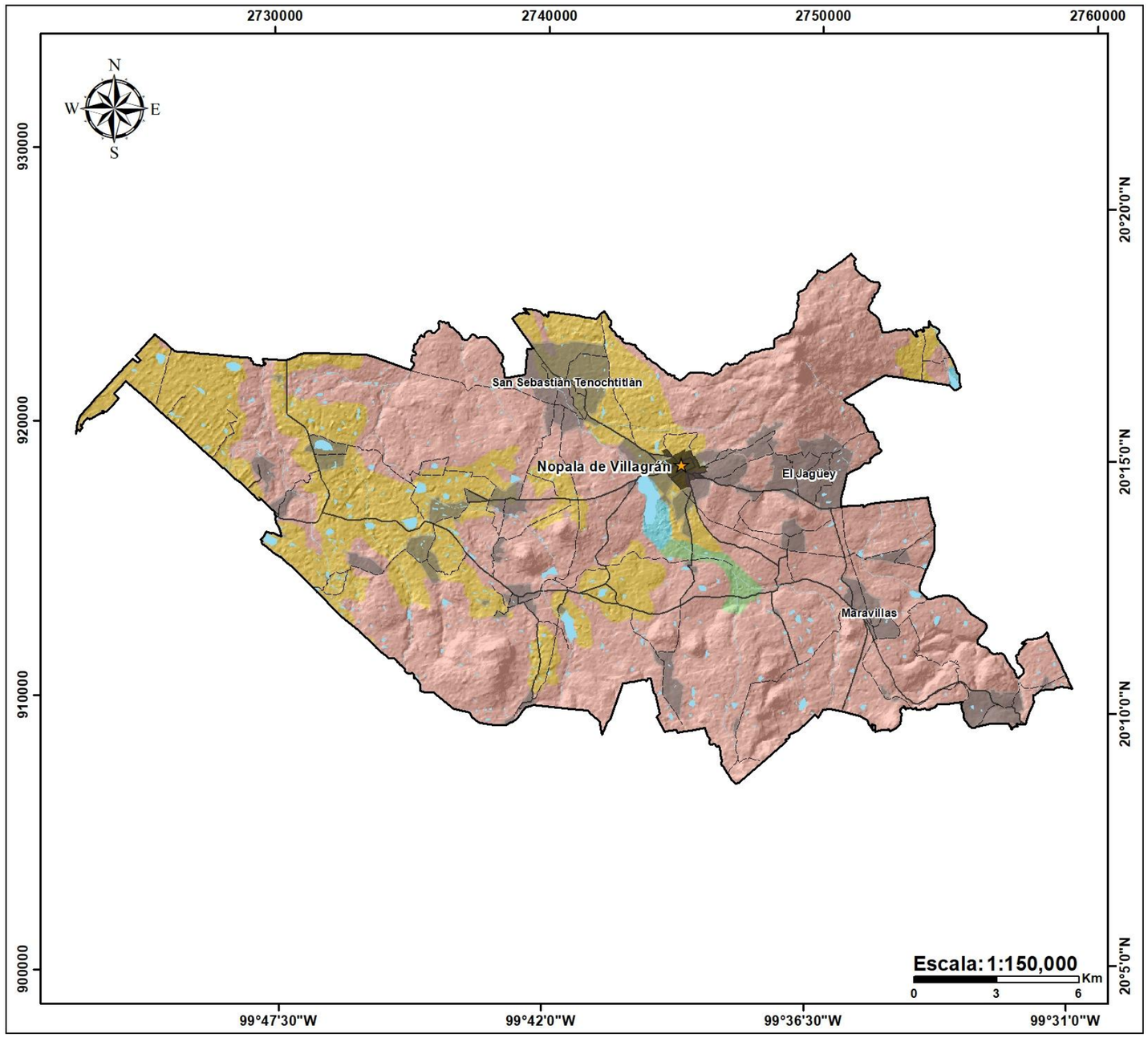


Suma de capas con la calculadora raster

El mapa resultante de la suma de las capas de información se presenta en el CAP. V, "Susceptibilidad por deslizamiento de laderas".

A continuación, se presentan los mapas resultantes de la reclasificación:

Mapa de geología reclasificado



Simbología

Reclasificación
- Aluvial
- Igneas
- NA
- Sedimentarias

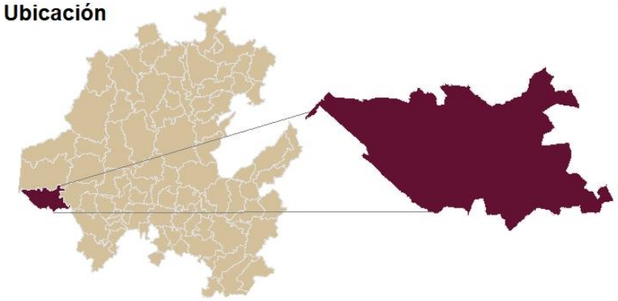
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

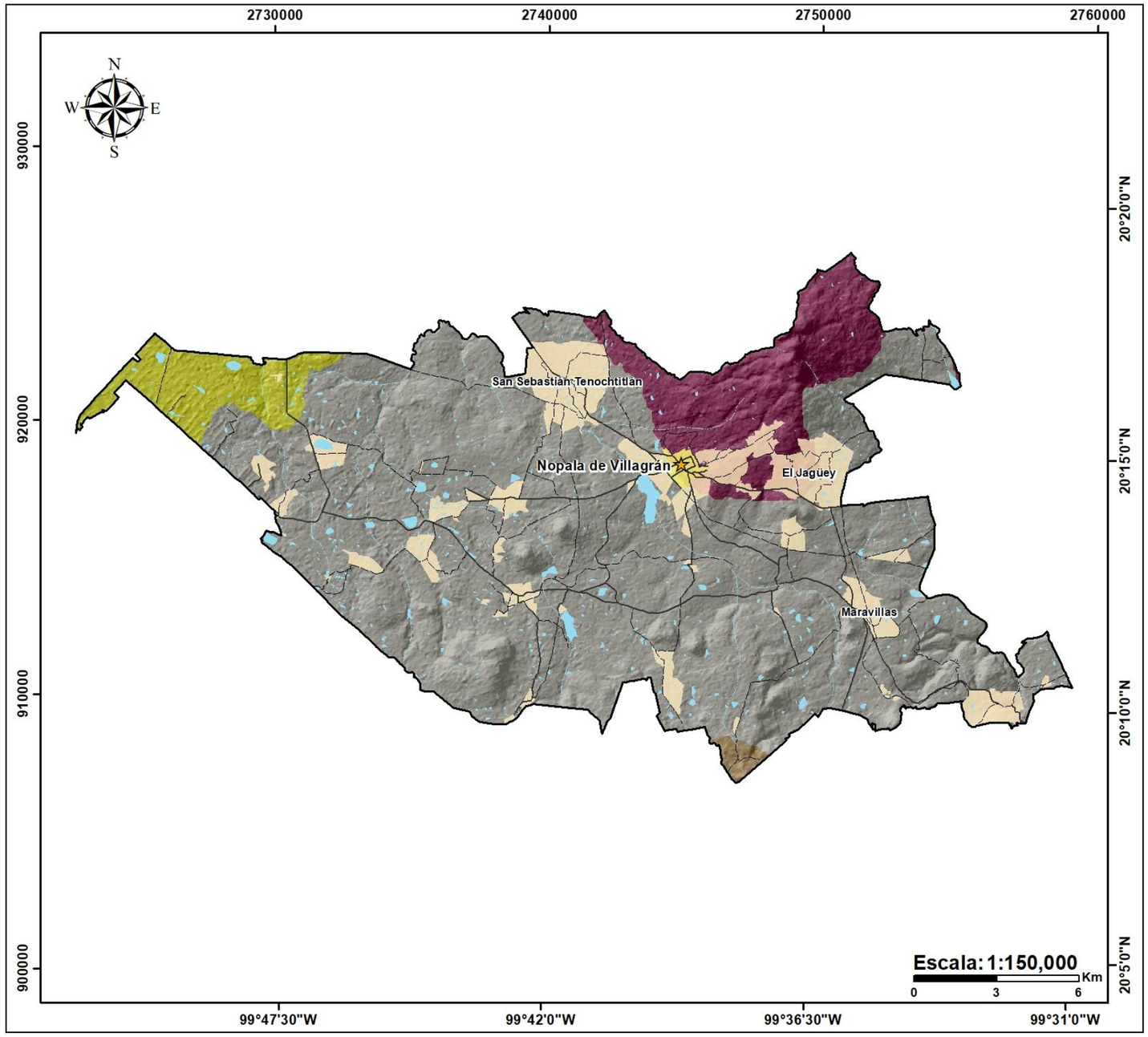
Elipsoide	GRS80
Proyección	ITRF08 LCC
Gradícula	Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal	Mexicano época 2010.0
Zona UTM	14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

GR - Geología reclasificado

Mapa de geomorfología reclasificado



Simbología

Reclasificación
- Lomerío de basalto
- Llanura de piso rocoso o cementado
- Escudo de volcanes con calderas
- Escudo de volcanes

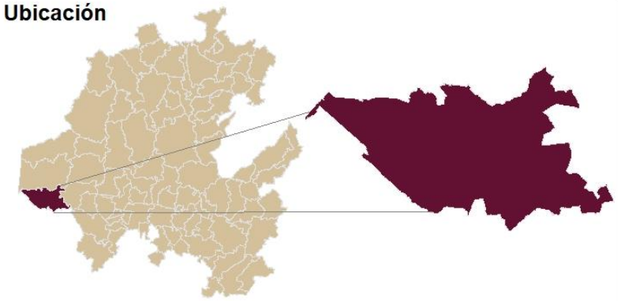
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

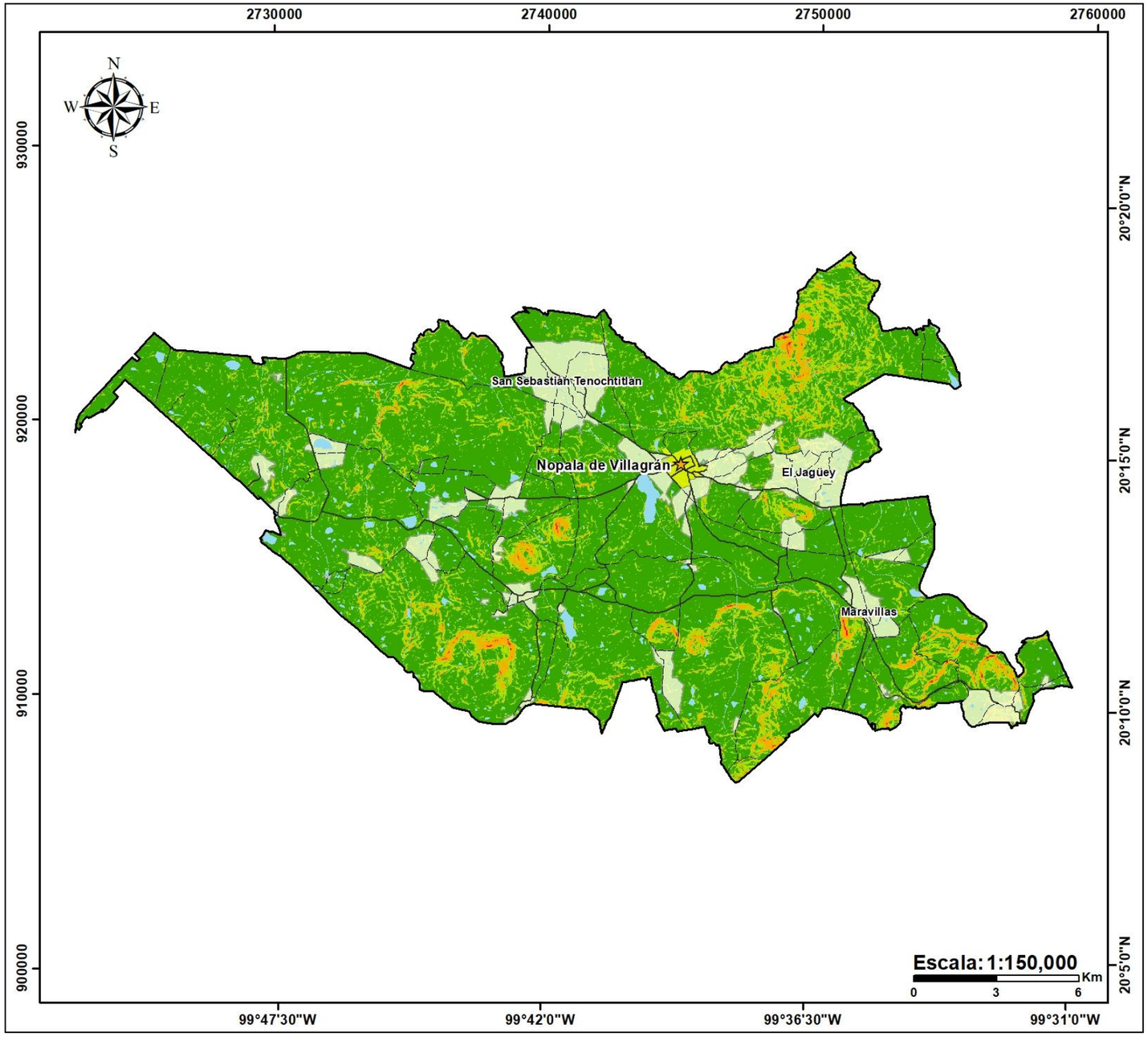
Elipsoide..... GRS80
Proyección..... ITRF08 LCC
Gradícula..... Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal..... Mexicano época 2010.0
Zona UTM..... 14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

GFR - Geomorfología reclasificado

Mapa de pendiente reclasificado



Simbología

Pendiente
- 0° a 10°
- 10° a 20°
- 20° a 30°
- 30° a 65°

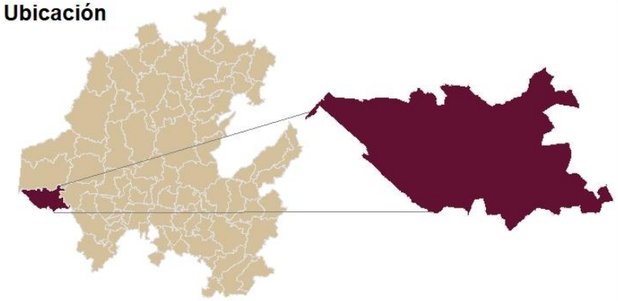
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

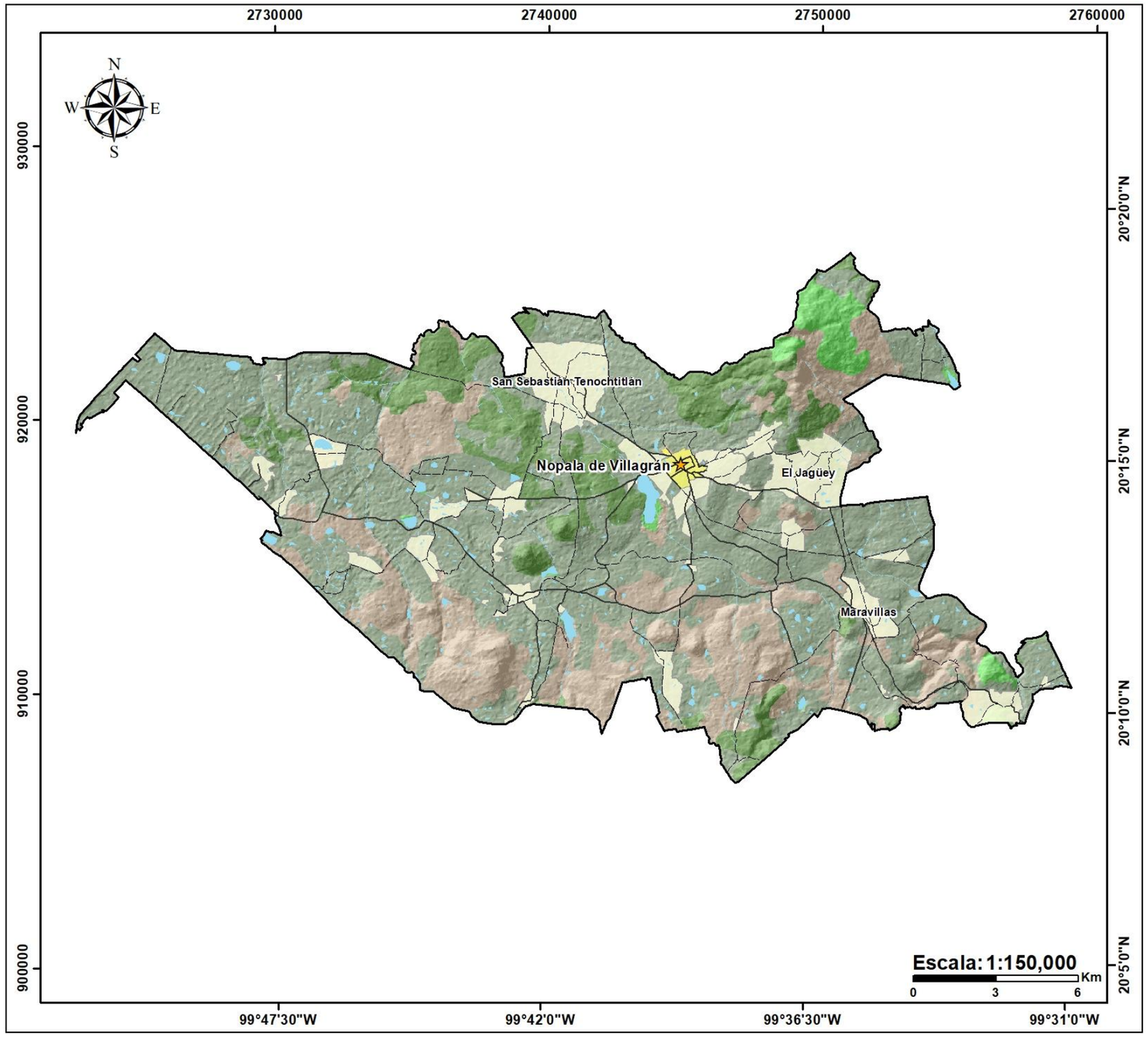
Elipsoide..... GRS80
Proyección..... ITRF08 LCC
Gradícula..... Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal..... Mexicano época 2010.0
Zona UTM..... 14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

PR - Pendiente reclasificado

Mapa de uso de suelo y vegetación reclasificado



Simbología

Reclasificación
- Grupo 1
- Grupo 2
- Grupo 3
- Grupo 4

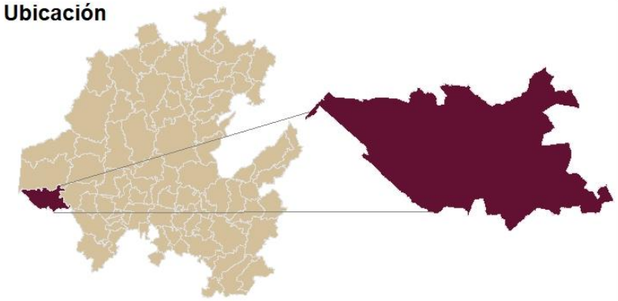
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

USyVR - Uso de suelo y vegetación reclasificado

Peligro por deslizamiento de laderas

Metodología

Para la elaboración del mapa de peligro se determinaron las siguientes variables a considerar, pendiente, geología, geomorfología, uso de suelo y vegetación.

Estas variables fueron asignadas como un factor condicionante y la variable precipitación se asignó como un factor detonante, se consideró un parámetro de evaluación a 5 años.

Una vez asignadas las variables a utilizar se procedió a realizar un análisis de datos de cada factor considerado. A este proceso de asignación de la importancia o contribución que cada factor tendrá en el análisis de susceptibilidad final se denomina ponderación o asignación de pesos relativos.

Variables consideradas		Pesos
C1	Pendiente	0.553
C2	Geomorfología	0.220
C3	Geología	0.120
C4	USyV	0.107

Variables consideradas

Se generaron los valores ponderados y su reclasificación para la variable pendiente, geomorfología, geología y USyV, a través de la matriz de Saaty, obteniendo los siguientes valores:

Parámetros de evaluación "Pendiente"		Pesos
Muy alta	30° a 65°	0.51
Alta	20° a 30°	0.33
Media	10° a 20°	0.11
Baja	0 a 10°	0.04

Parámetros de evaluación Pendiente

Parámetros de evaluación "Geomorfología"		Pesos
C1	Escudo volcanes con calderas	0.34
C2	Escudo de Volcanes	0.24
C3	Llanura de piso rocoso o cementado	0.17
C4	Lomerío de basalto	0.24

Parámetros de evaluación Geomorfología

Parámetros de evaluación "Geología"			Pesos Totales	Pesos
Otros	C1	Aluvial	0.47	0.47
Sedimentarias	C2	Conglomerado poligénico-Arenisca	0.27	0.27
Ígneas	C3	Riolita-Toba riolitica	0.21	0.09
	C4	Toba riolitica-Toba dacitica		0.06
	C5	Basalto		0.06
NA	C6	No aplicable	0.05	0.05

Parámetros de evaluación Geología

Parámetros de evaluación "Uso de suelo y vegetación"			Pesos Totales	Pesos
Grupo 1	C1	Asentamientos humanos	0.51	0.23
	C2	Pastizal inducido		0.10
	C3	Agricultura de humedad anual		0.18
Grupo 2	C4	Agricultura de riego anual	0.37	0.06
	C5	Agricultura de riego anual y semipermanente		0.06
	C6	Agricultura de temporal anual		0.06
	C7	Agricultura de temporal anual y permanente		0.06
	C8	Agricultura de temporal permanente		0.06
	C9	Agricultura de temporal semipermanente y permanente		0.06
Grupo 3	C10	Matorral crasicaule	0.09	0.04
	C11	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino		0.02
	C12	Vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule		0.02
Grupo 4	C13	Bosque de encino	0.03	0.01
	C14	Cuerpo de agua		0.01

Parámetros de evaluación USyV

Utilizando el procesador de datos ArcGIS se agregaron estos valores ponderados a la tabla de atributos de cada capa de evaluación y se realizó una intersección de capas dejando únicamente los atributos de pesos generados para cada factor considerado. El procedimiento es el siguiente:

Geoprocessing >> ArcToolbox >> AnalisisTools >> Overlay >> Intsect

A este nuevo archivo generado, se le agregaron 6 nuevas columnas: Factor condicionante (FC), Factor detonante (FD), Valor del parámetro de evaluación (VPEV), Valor de la susceptibilidad (VSUSCEP), Valor del peligro (VPELIGRO), Nivel de peligro (Niv_Pelig)

PpDdL_Polyg_NVG

FID	Shape	Pesos_Pend	Pesos_Geol	Pesos_Geom	Pesos_USyV	FC
4485	Polygon	0.51	0.47	0.24	0.51	0.4458
4490	Polygon	0.51	0.47	0.24	0.51	0.4458
4495	Polygon	0.51	0.47	0.24	0.51	0.4458
4511	Polygon	0.51	0.47	0.24	0.51	0.4458
4525	Polygon	0.51	0.47	0.24	0.51	0.4458
4526	Polygon	0.51	0.47	0.24	0.51	0.4458
4559	Polygon	0.51	0.47	0.24	0.51	0.4458
420	Polygon	0.51	0.21	0.34	0.51	0.4366
1168	Polygon	0.51	0.21	0.34	0.51	0.4366
1172	Polygon	0.51	0.21	0.34	0.51	0.4366

FID	Shape	FD	VSUSCEP	VPEV	VPELIGRO	Niv_Pelig
4485	Polygon	0.389	0.42876	0.313	0.417184	Muy alto
4490	Polygon	0.389	0.42876	0.313	0.417184	Muy alto
4495	Polygon	0.389	0.42876	0.313	0.417184	Muy alto
4511	Polygon	0.389	0.42876	0.313	0.417184	Muy alto
4525	Polygon	0.389	0.42876	0.313	0.417184	Muy alto
4526	Polygon	0.389	0.42876	0.313	0.417184	Muy alto
4559	Polygon	0.389	0.42876	0.313	0.417184	Muy alto
420	Polygon	0.389	0.42232	0.313	0.411388	Muy alto
1168	Polygon	0.389	0.42232	0.313	0.411388	Muy alto
1172	Polygon	0.389	0.42232	0.313	0.411388	Muy alto

Tabla de atributos modificada

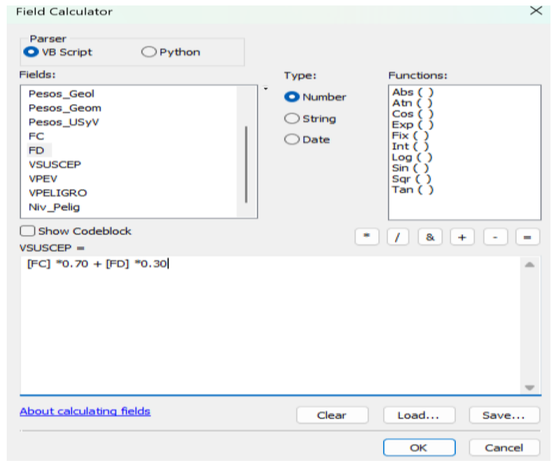
El valor de FC corresponde a la multiplicación de cada valor ponderado de las variables reclasificadas: Pendiente, Geología, USyV, Geomorfología.

Para el valor de FD se utilizó un único valor considerando un escenario extremista en donde la precipitación media anual es de 1500 a 2000 mm, pese a que el municipio presenta una precipitación media anual de 500 a 800 mm.

Parámetros de evaluación "Precipitación"		Pesos
C1	1500 a 2000	0.389
C2	1200 a 1500 mm	0.300
C3	1000 a 1200	0.165
C4	600 a 800 mm	0.080
C5	300 a 600 mm	0.043
C6	0 a 300 mm	0.023

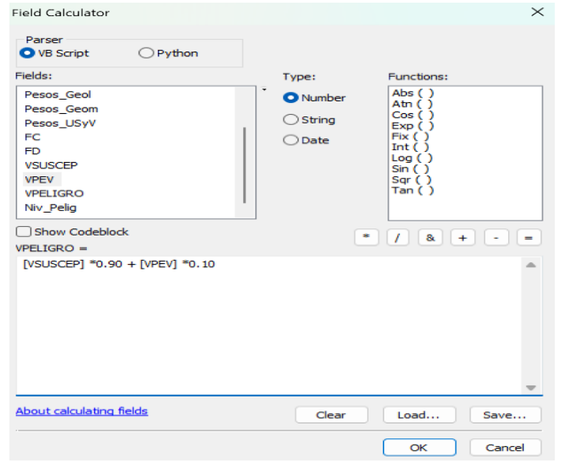
Parámetros de evaluación Precipitación

El valor de la susceptibilidad se calculó sumando el valor de FC y FD, considerando una ponderación de importancia 70% - 30% respectivamente por lo que la operación seria la siguiente: FC (0.70) + FD (0.30).



Cálculo para el valor de la susceptibilidad

Para calcular el valor del peligro, se sumaron el VSUSCEP más VPEV, considerando también su factor ponderado según su importancia de 90-10% respectivamente: VSUSCEP (0.90) + VPEV*0.10.



Cálculo para obtener el valor del peligro

A partir de estos resultados se generó una clasificación a partir de 5 rangos obtenidos del resultante de valor del peligro, clasificándolo en: Muy bajo, Bajo, Medio, Alto, Muy alto.

Susceptibilidad por flujos

Para determinar la susceptibilidad por flujos en el municipio, se debe calcular mediante métodos cuantitativos. En este caso, se aplicó la matriz de Saaty, un método de análisis jerárquico que permite comparar criterios y establecer su importancia relativa dentro del proceso de toma de decisiones. La asignación de valores se realizó utilizando la escala de 1 a 9 propuesta por Saaty (Liu, Shao & Shao, 2024).

Escala	Importancia
1	Igual importancia al comparar dos variables
3	Moderada importancia de una variable sobre otra
5	Fuerte importancia de una variable sobre otra
7	Muy fuerte importancia de una variable sobre otra
9	Extrema importancia de una variable sobre otra
2, 4, 6, 8	Valores de comparación intermedios

Escala propuesta por Saaty

Criterios utilizados

Los criterios considerados para el análisis fueron: pendiente, precipitación y geología. Las ponderaciones para cada uno se obtuvieron mediante el análisis jerárquico de la matriz de Saaty.

- **Pendiente:** este factor se clasificó considerando los intervalos de pendiente, agrupándolos en seis categorías representativas.

Categorías	Ponderación
C1 (0° a 5°)	0.01
C2 (5° a 15°)	0.03
C3 (15° a 25°)	0.08
C4 (25° a 35°)	0.15
C5 (35° a 45°)	0.27
C6 (45° a 65°)	0.43

Ponderación de pendientes por grados

- **Precipitación:** este factor se calculó a partir de los valores máximos de precipitación (mm), los cuales fueron agrupados en tres categorías y las ponderaciones quedaron de la siguiente manera:

Categorías	Ponderación
C1 (500-600 mm)	0.10
C2 (600-700 mm)	0.26
C3 (700-800 mm)	0.64

Ponderación de precipitación por mm

- **Geología:** este criterio se basó en el tipo de roca presente en el área de estudio, clasificando los materiales en seis categorías de acuerdo con sus características.

Categorías	Ponderación
C1 (Aluvial)	0.46
C2 (Basalto)	0.04
C3 (Conglomerado poligénico-Arenisca)	0.26
C4 (No aplicable)	0.02
C5 (Riolita-Toba riolítica)	0.15
C6 (Toba riolítica-Toba dacítica)	0.04

Ponderación de geología por tipo de roca

Evaluación de consistencia

Para verificar la validez de los valores obtenidos, se realizó la evaluación de consistencia utilizando las fórmulas siguientes:

$$CI = \frac{\lambda \max - n}{n - 1} \qquad CR = \frac{CI}{RI}$$

donde,

- CI –> Índice de consistencia
- λ max –> El mayor valor propio
- n –> Tamaño de la matriz
- RI –> Índice aleatorio
- CR –> Razón de Consistencia

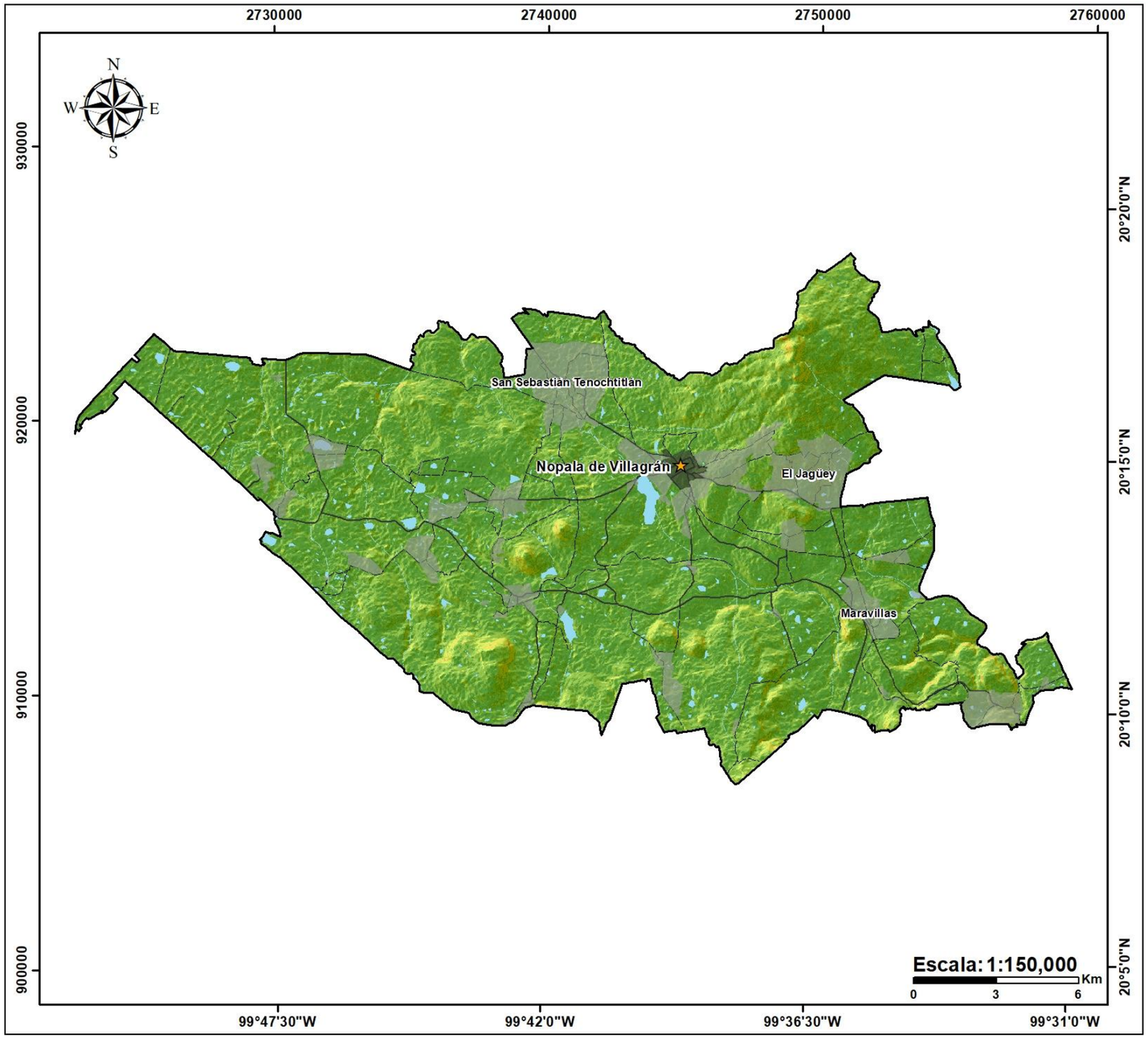
El resultado se considera consistente si la Razón de Consistencia (CR) es menor a 0.10. Una vez confirmada la consistencia, se integraron las ponderaciones en una matriz conjunta con el fin de determinar el peso relativo de los factores en conjunto, como se muestra en la tabla siguiente:

Categorías	Ponderación
C1 (Pendiente)	0.78
C2 (Precipitación)	0.06
C3 (Geología)	0.16

Ponderación de todos los factores

Finalmente, con los valores validados, se asignaron las ponderaciones y se realizó la reclasificación de las capas temáticas correspondientes como se observa en los mapas siguientes. Posteriormente, se realizó la operación de álgebra de mapas, con el objetivo de generar el mapa final de susceptibilidad por flujos.

Mapa de pendiente reclasificado



Simbología

Pendiente
- 0° a 5°
- 5° a 15°
- 15° a 25°
- 25° a 35°
- 35° a 45°
- 45° a 65°

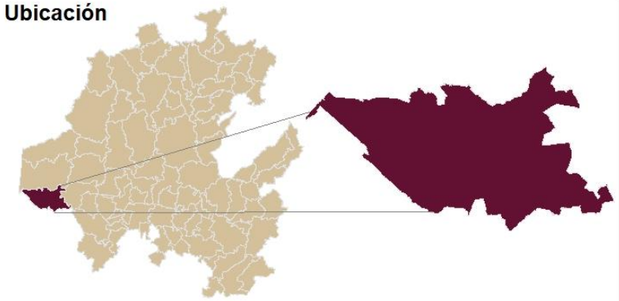
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

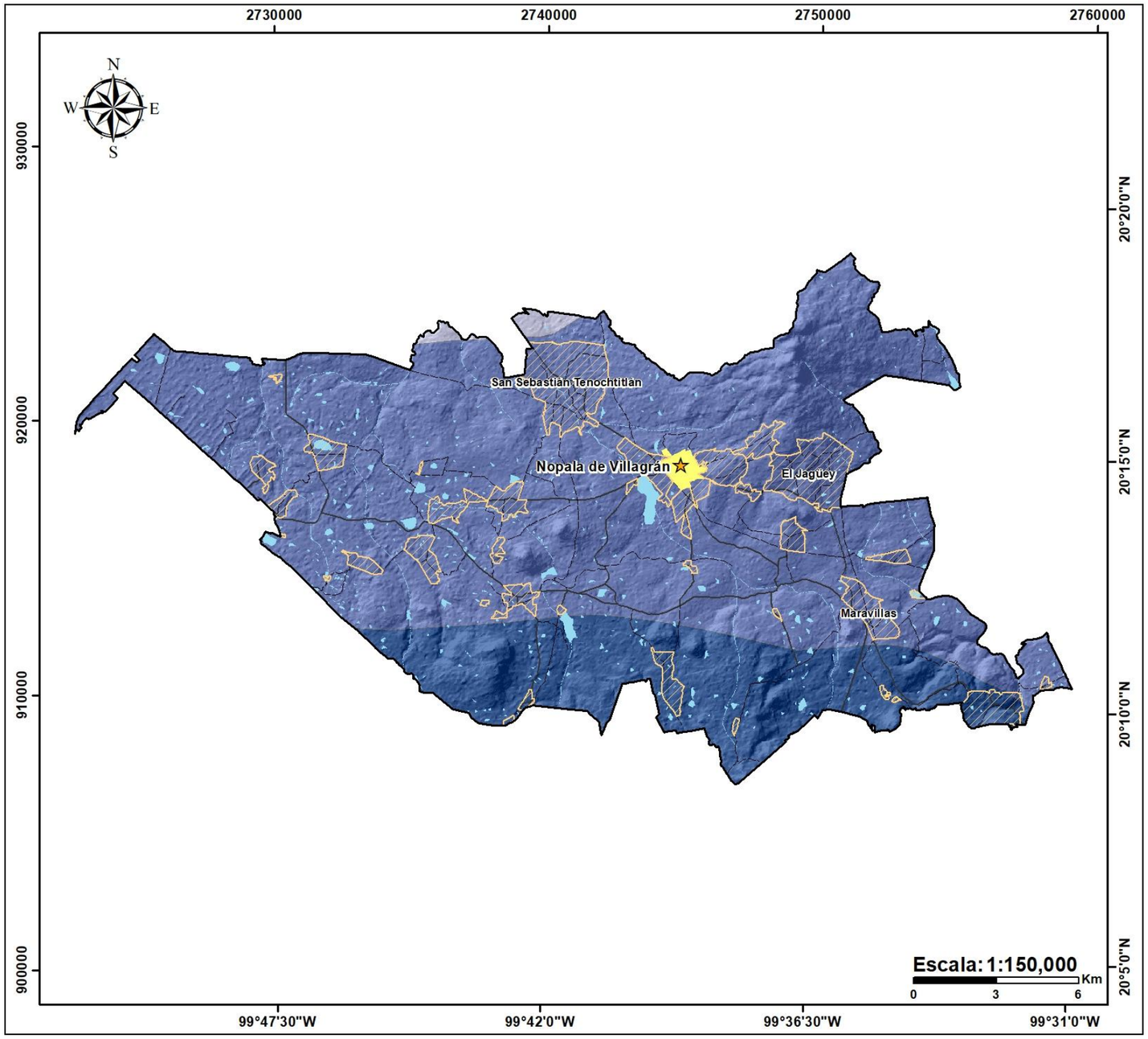
Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

PenR - Pendiente reclasificado

Mapa de precipitación media anual reclasificado



Simbología

Precipitación
- 500-600 mm
- 600-700 mm
- 700-800 mm

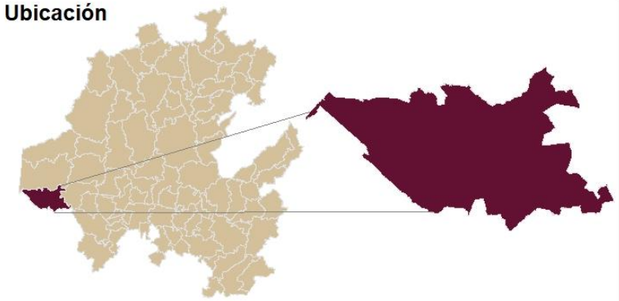
Límites políticos
- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades
- Rural
- Urbana

Vías de comunicación
- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos
- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

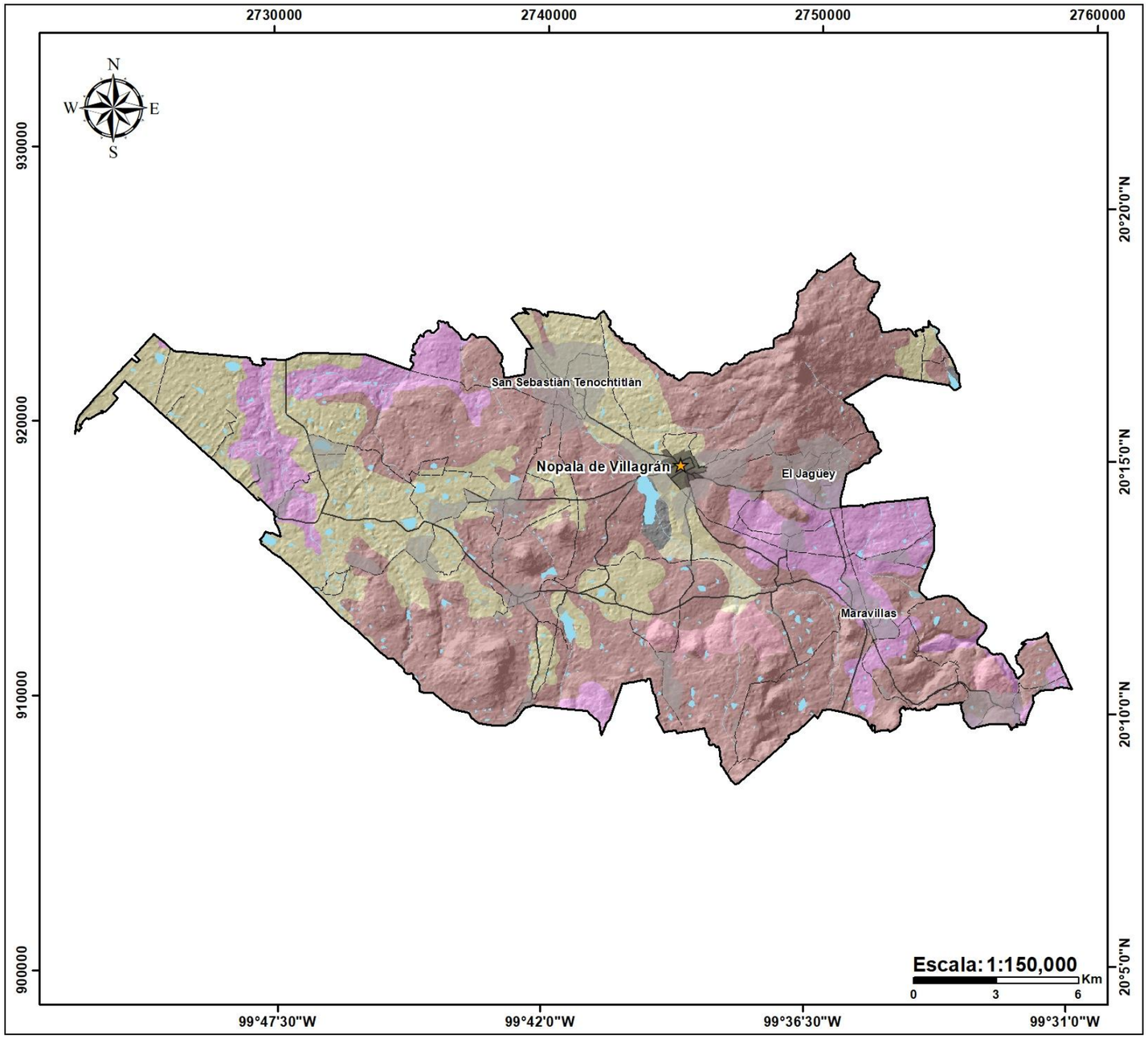
Elipsoide	GRS80
Proyección	ITRF08 LCC
Gradícula	Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal	Mexicano época 2010.0
Zona UTM	14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

PMedAnR - Precipitación media anual reclasificado

Mapa de geología reclasificado



Simbología

Geología

- Aluvial
- Basalto
- Conglomerado poligénico-Arenisca
- No aplicable
- Riolita-Toba riolítica
- Toba riolítica-Toba dacítica

Límites políticos

- Cabecera municipal
- Límite municipal

Localidades

- Rural
- Urbana

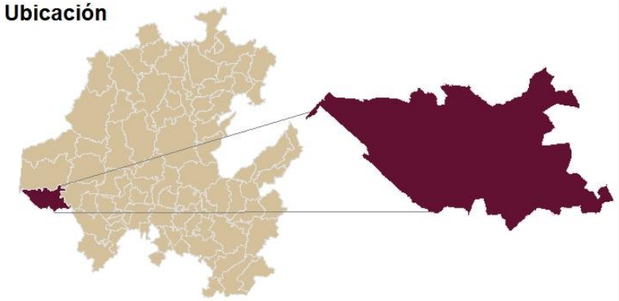
Vías de comunicación

- Carretera
- Camino

Rasgos hidrográficos

- Arroyo
- Cuerpo de agua

Ubicación



Fuentes bibliográficas

Límite estatal y municipal: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Localidades y población: INEGI
Rasgos cartográficos: Conjuntos vectoriales, INEGI y Servicio Geológico Mexicano

Especificaciones cartográficas

Elipsoide..... GRS80
Proyección.....ITRF08 LCC
Gradícula.....Latitud, Longitud a cada 30°
Datum horizontal.....Mexicano época 2010.0
Zona UTM.....14 Norte

Municipio de Nopala de Villagrán
Pdta. Mtra. Diana Moreno Rea

Ecosistemas Productivos
M. en C.I. Gustavo Rodolfo Pérez Acosta

GeoR - Geología reclasificado

Períodos de retorno estructural

Para la definición de los períodos de retorno estructural se consideraron los años 10, 50, 100, 250, 500 y 1000, así como períodos estructurales de 0.0, 0.25, 0.5, 0.75, 1.0, 1.5 y 2.0 segundos.

La representación gráfica (mapas) se realizó a partir de la información disponible en el portal del Atlas de Riesgos Nacional de CENAPRED, la cual proporciona valores de aceleración para períodos de retorno de 10, 100 y 500 años, y para períodos estructurales de 0.0, 0.15, 0.5 y 1.0 segundos.

Dado que la información oficial no cubre la totalidad de los períodos de retorno y periodos estructurales requeridos para el análisis, los valores faltantes fueron estimados tomando como base las tendencias observadas en los datos de CENAPRED.

La información resultante se presenta en forma de tabla, la cual se muestra a continuación:

Municipio	Períodos de retorno (T_R)	Períodos estructurales (T_E)		
		0.00	*0.15*	*0.25*
Nopala de Villagrán	10	6.464228	18.176483	16.659004
	50	18.351217	50.530491	44.826621
	100	28.940098	78.465597	68.594500
	250	52.185488	138.751142	118.983755
	500	80.075927	210.168667	177.611924
	1000	120.454421	312.803364	261.052063

Municipio	Períodos de retorno (T_R)	Períodos estructurales (T_E)		
		0.30	*0.50*	*0.75*
Nopala de Villagrán	10	15.900265	13.604422	12.577807
	50	41.974686	34.222236	31.412617
	100	63.658951	49.191764	44.165684
	250	109.100062	79.106991	68.488615
	500	161.333553	113.177250	95.333215
	1000	235.176413	161.435925	132.844254

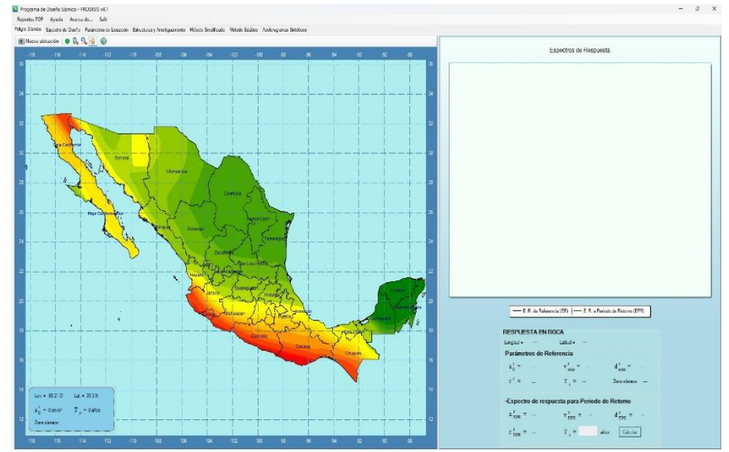
Municipio	Períodos de retorno (T_R)	Períodos estructurales (T_E)		
		1.00	*1.50*	*2.00*
Nopala de Villagrán	10	11.551191	8.956649	6.362106
	50	28.602998	21.677816	14.752633
	100	39.139604	29.693366	20.247128
	250	57.870239	44.039400	30.208561
	500	77.489179	59.169406	40.849633
	1000	104.252583	79.817969	55.383355

Períodos de retorno estructural

Para llegar a estos resultados se realizaron los cálculos y graficas correspondientes por medio del software PRODISIS versión 4.1 de la Comisión Federal de Electricidad “CFE”.

Software PRODISIS.

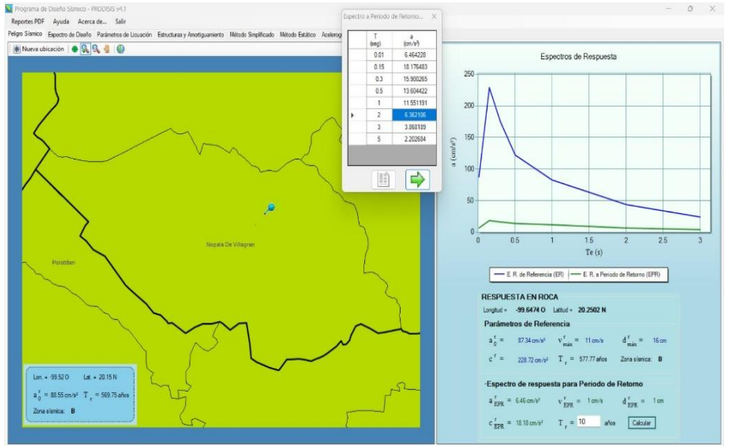
El software para realizar los cálculos y la gráfica solo pide agregar la coordenada en geográficas del sitio de interés y el año que se requiere calcular.



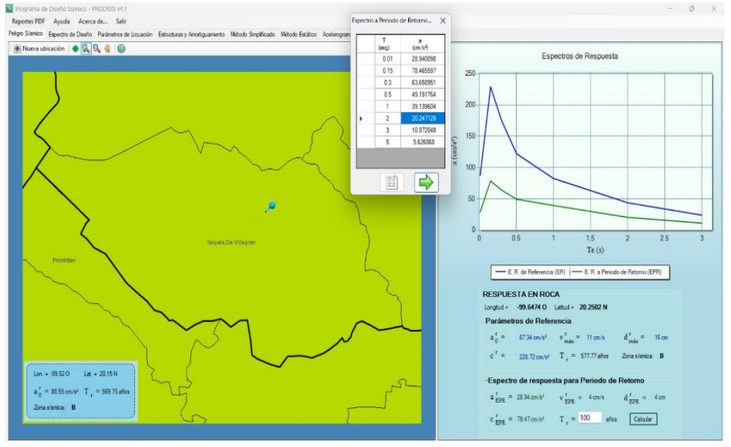
Interfaz PRODISIS

A continuación, se anexan los cálculos y grafica emitida por el software correspondiente a cada año y aceleración solicitada en la Guía de Contenido Mínimo para la elaboración del Atlas Nacional de Riesgos del CENAPRED.

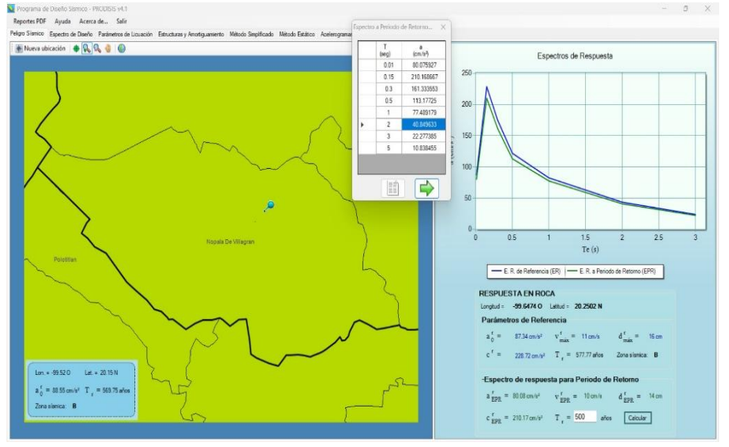
Se muestran las gráficas generadas en PRODISIS para los diferentes años y aceleraciones solicitadas, se representa en el centro de la imagen la tabla con los valores generados, a la derecha graficadas en color verde están representadas aceleraciones de cada año y en color azul son los valores de referencia que ya están predeterminados por el software, en la parte inferior derecha se encuentran los valores de referencia que en su mayoría ya están predeterminados.



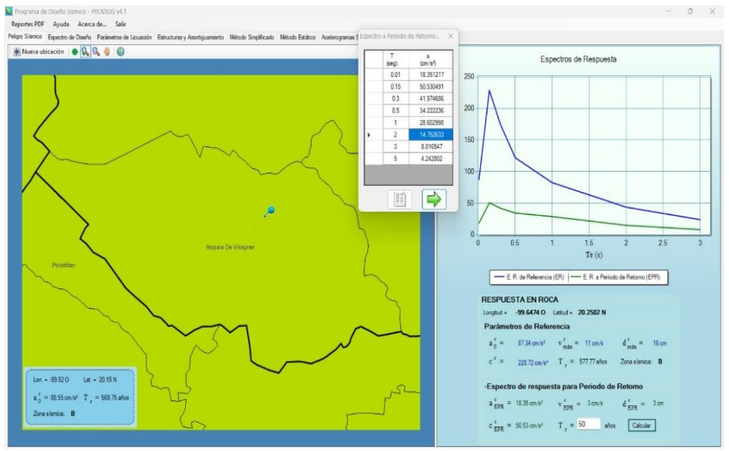
Período de retorno estructural 10 años.



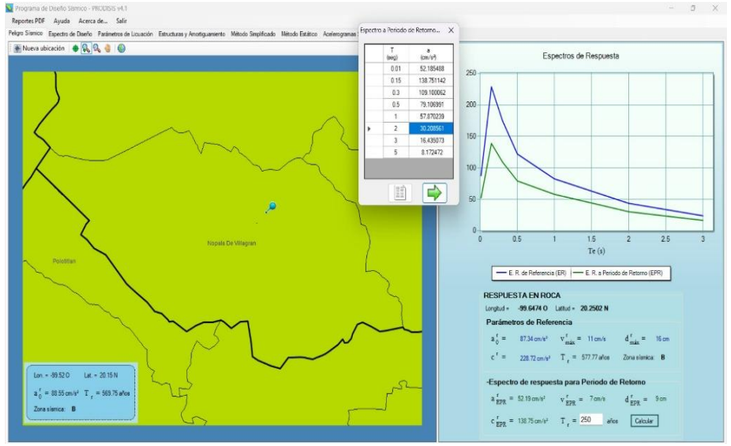
Período de retorno estructural 100 años.



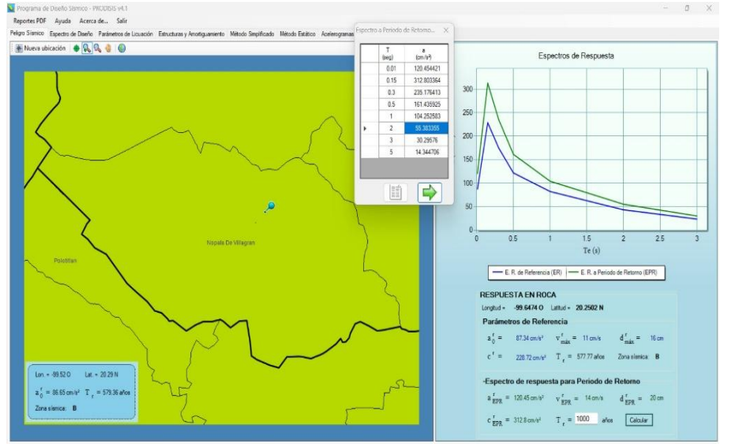
Período de retorno estructural 500 años.



Período de retorno estructural 50 años.



Período de retorno estructural 250 años.



Período de retorno estructural 1,000 años.

Con esta información ya se puede tener conciencia de cómo se comportarían los períodos de retorno en el municipio.

Vulnerabilidad física por sismos

Se entiende como la predisposición de la vivienda a sufrir daños estructurales ante la ocurrencia de un movimiento sísmico, asociada a sus características físicas y estructurales de diseño.

En esta memoria de cálculo se analiza la vulnerabilidad física de la vivienda ante la acción sísmica, debido a que este tipo de edificación concentra una parte importante de las afectaciones observadas durante eventos sísmicos, principalmente por la diversidad de materiales y sistemas constructivos empleados.

El estudio de las características constructivas de las viviendas constituye un elemento fundamental para comprender sus condiciones de vulnerabilidad. A partir de variables como la clase de vivienda y los materiales empleados en muros, techos y pisos, es posible identificar tendencias constructivas regionales y locales. Esta información, incluida en el Censo de Población y Vivienda (INEGI, 2020), permite clasificar la tipología de vivienda de acuerdo con su estructura, materiales y su resistencia ante fenómenos como los sismos.

Asimismo, el análisis de los materiales utilizados en la edificación (industrializados, tradicionales, naturales o de desecho) aporta información sobre la durabilidad, el aislamiento y la seguridad estructural de las viviendas. Estos elementos resultan esenciales para la formulación de políticas públicas orientadas al mejoramiento del parque habitacional y a la reducción del riesgo sísmico.

En este contexto, la evaluación de la vulnerabilidad estructural de la vivienda adquiere especial relevancia, ya que permite cuantificar los posibles daños que pueden sufrir las estructuras ante la acción de fenómenos perturbadores, considerando el tipo de material empleado, la configuración estructural y las condiciones del terreno donde se asientan. De esta manera, el análisis de las características constructivas no solo aporta conocimiento estadístico y urbanístico, sino que también constituye una herramienta estratégica para la gestión de la vulnerabilidad, la planeación territorial y la promoción de una vivienda digna y segura para la población.

Clasificación de la vivienda

Las viviendas se clasifican en cinco tipologías constructivas, definidas a partir de los materiales predominantes en muros y techos, conforme a la clasificación empleada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía en el Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI, 2020). Esta tipología se utiliza para la evaluación cualitativa de la vulnerabilidad sísmica de la vivienda.

A partir del análisis de la información censal, se identifican los siguientes elementos constructivos:

- **Muros de mampostería**: Tabique, bloque, piedra, cantera, entre otros.
- **Techos flexibles**: Material de desecho, lámina de cartón, lámina de asbesto o metálica, palma, madera, teja, tejamanil.
- **Techos rígidos:** Losa de concreto, tabique, ladrillo, terrado con vigueta y bóveda catalana.

La combinación de estos elementos permite definir la tipología estructural de la vivienda, la cual se asocia con distintos niveles de comportamiento sísmico, como se muestra en la siguiente tabla:

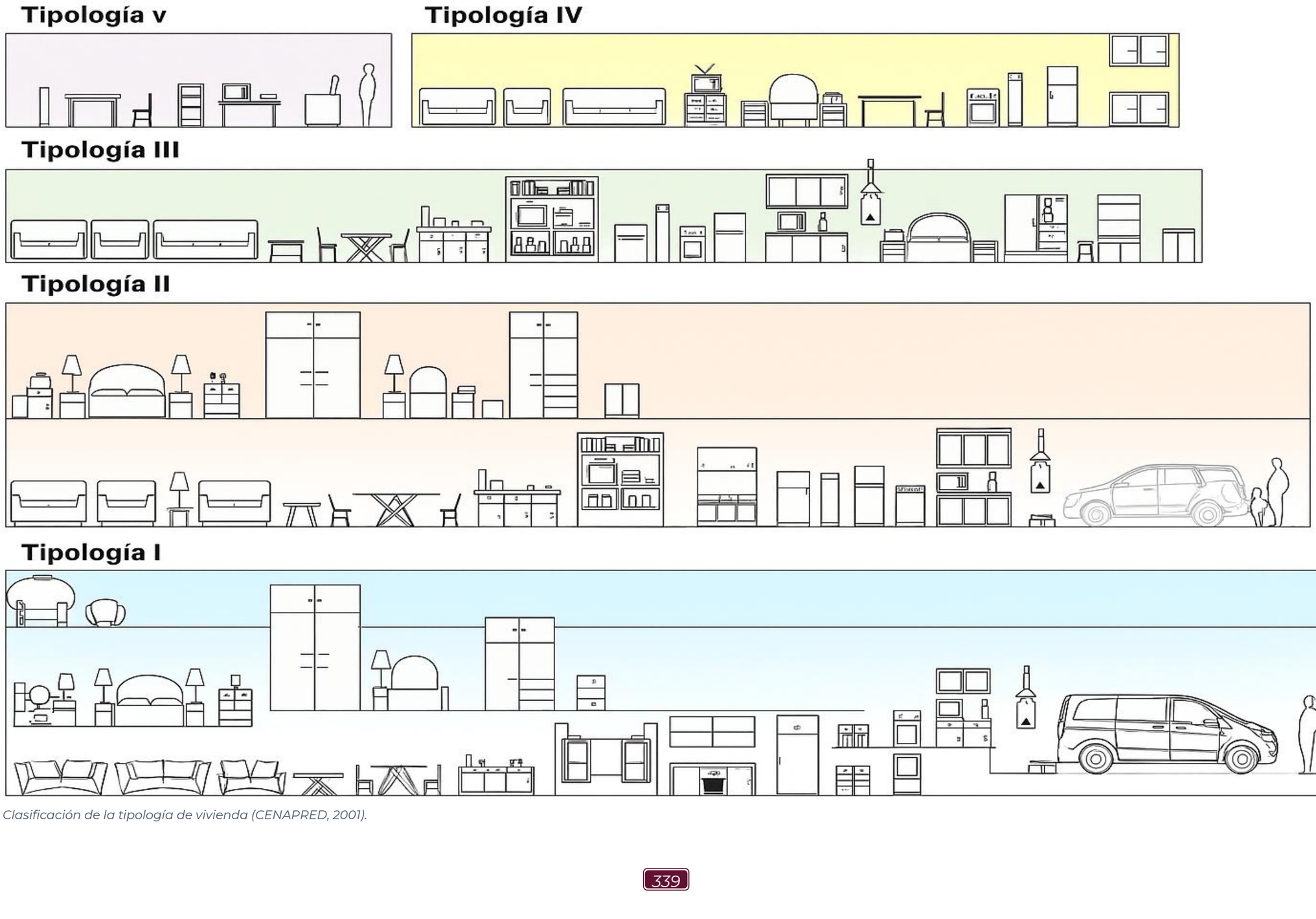
Tipo	Muros	Techos	Tipología	Clasificación Sismo
1	Mampostería	Rígido	1	1
2	Mampostería	Flexible	2	2
3	Adobe	Rígido	3	2.3
4	Adobe	Flexible	4	4
5	Flexible	Flexible	5	3.3

Combinación por método constructivo de vivienda (CENAPRED, 2001).

Tipo de vivienda y sus características.

Una vivienda es un espacio delimitado por muros y techos de cualquier material, con acceso independiente, construido para ser habitado. Las viviendas cumplen funciones básicas como dormir, cocinar, convivir y brindar protección frente al medio ambiente, y pueden estar edificadas con materiales como concreto, tabique, piedra, cantera, madera, palma, lámina de cartón, asbesto o metal, entre otros. La evaluación de la vulnerabilidad física se basa en el análisis de las características constructivas de las viviendas, particularmente en el tipo de material utilizado en muros y techos, ya que estos determinan la resistencia, rigidez y capacidad de disipación de energía frente a sismos. El tipo de piso se considera como un elemento complementario en la caracterización de la vivienda. En México, en el año 2000, aproximadamente 13 de cada 100 viviendas habitadas contaban con piso de tierra; para el año 2020, esta proporción se redujo a 4 de cada 100, lo que refleja una mejora en las condiciones habitacionales (INEGI, 2020).

El siguiente esquema representa 5 diferentes tipologías de vivienda.



Clasificación de la tipología de vivienda (CENAPRED, 2001).

Determinación de la vulnerabilidad física de la vivienda

Para calcular la vulnerabilidad estructural hay un índice que integra las características físicas de la vivienda que la hacen susceptible a los daños asociados a los eventos sismológicos, la expresión es:

$$I_{VF} = \frac{V_i * P_i}{V_p * P_m},$$

donde:

I_{VF}: Representa el índice que mide la vulnerabilidad física de la vivienda.

V_i: Representa la calificación según el tipo de vivienda de acuerdo con el tipo en la siguiente tabla.

V_p = Vivienda con el peor desempeño en relación a su vulnerabilidad.

P_i: Nivel de peligro por sismo o viento en la zona en estudio, más adelante se discute qué valores toma.

P_m: Nivel de peligro máximo por sismo o viento, en la sección anterior se establecen los valores.

La clasificación de la vivienda se establece con base en sus características constructivas, como se muestra en la tabla siguiente:

Tipo	Características de la vivienda
1	Muros de mampostería con techos rígidos.
2	Muros de mampostería con techos flexibles.
3	Muros de adobe con techo rígidos.
4	Muros de adobe con techos flexible.
5	Muros de materiales débiles con techos flexibles.

Clasificación de vivienda (CENAPRED, 2001).

Para fines de evaluación del peligro sísmico, la República Mexicana se divide en cuatro zonas, que van de la A (menor peligro) a la D (mayor peligro).

Zonas de peligro por sismos en México.

En la ecuación, el parámetro P_i se sustituye por uno de los valores indicados en la tabla siguiente, de acuerdo con el área en la que se ubique la región de estudio. En el caso del estado de Hidalgo, como se muestra en el mapa, se utiliza el valor B, ya que corresponde a la zona en la que se localiza.

Zona de peligro	Peligro (P_i)
Zona A	$P_1 = 0.08$
Zona B	$P_2 = 0.14$
Zona C	$P_3 = 0.36$
Zona D	$P_4 = 0.80$

Valores del parámetro Pi según la zona de peligro sísmico (CENAPRED, 2001).

Por su parte, P_m de la expresión para calcular la vulnerabilidad estructural toma en general el valor de 0.08.

Índice de vulnerabilidad social

La evaluación de los desastres en México ha mostrado que las zonas socialmente más desprotegidas, también resultan ser las más afectadas por la acción de los fenómenos perturbadores. En el caso de sismo se ha estimado que el aspecto socioeconómico (factor social) tiene influencia en al menos un 20 por ciento.

Este se considera un indicador de la calidad de los materiales de construcción en dos zonas de estudio (localidades o municipio). Cuando ambas presentan un valor igual al del índice que estima la vulnerabilidad física, la susceptibilidad al riesgo será mayor en aquella donde la población se encuentre en una condición de mayor desprotección social.

Para esto se hace uso del grado de vulnerabilidad social ante desastres, se identifica como I_M, y podrá tomar los siguientes valores.

Valor de I_M	Grado de vulnerabilidad social ante desastres
1	Muy bajo
2	Bajo
3	Medio
4	Alto
5	Muy alto

Valores del grado de vulnerabilidad social ante desastres (CENAPRED, 2001).

Índice de riesgo para estimar la susceptibilidad al daño de la vivienda

Integrando la vulnerabilidad física y la social se propone el siguiente:

$$I_{RF} = I_{VF}\left(0.8 + \frac{I_M}{25}\right)$$

Es claro que el primer factor I_{RF} está relacionado con la vulnerabilidad física y el segundo factor con la vulnerabilidad social, esta última tiene un peso, según se menciona en la sección anterior de un 20 por ciento.

Índice de riesgo, I_{RF} para una vivienda

Para su cálculo, se seguirán los siguientes pasos:

1. Localizar el municipio correspondiente en los mapas de peligro por sismo y viento “Diagnóstico de peligros e identificación de riesgos de desastre en México” 2001.
2. Determinar el valor del nivel de peligro asociado al municipio de estudio y el máximo que se puede representar en la República Mexicana (valores de Pi y Pm).
3. Evaluar el índice relacionado con la vulnerabilidad física I_{VF}.
4. Evaluar el índice relacionado con la vulnerabilidad social I_M.
5. Evaluar el índice de riesgo I_{RF} .

Criterio para estimar el índice de riesgo de forma cualitativa

Una vez evaluado el riesgo a través del índice I_{RF}, para una vivienda individual o un grupo, localidad o municipio, se estable un valor según su índice de riesgo, el nivel de riesgo correspondiente. A continuación, se propone cinco niveles que se representan a continuación:

Valor de I_{RF} , I_A, I_M	Nivel de riesgo.
$0.0 \leq I_{RF}, I_A, I_{MUN} < 0.2$	Muy bajo
$0.2 \leq I_{RF}, I_A, I_{MUN} < 0.4$	Bajo
$0.4 \leq I_{RF}, I_A, I_{MUN} < 0.5$	Medio
$0.6 \leq I_{RF}, I_A, I_{MUN} < 0.8$	Alto
$0.8 \leq I_{RF}, I_A, I_{MUN} \leq 1.0$	Muy alto

Niveles de riesgo (CENAPRED, 2001).

Memoria de cálculo de vulnerabilidad física por sismos - Nopala de Villagrán, Hidalgo, México.

Localidad	Tipo	Calificación de la vivienda por sismos	Zona de peligro	Nivel máximo de peligro	Viviendas con el peor desempeño en relacion a su vulnerabilidad Vp	Clasificación de la vivienda por sismos*Zona de peligro*Nivel máximo de peligro/Vp	Indice de vulnerabilidad fisica zona de peigro media	Nivel de vulnerabilidad.
Nopala de Villagrán	Urbana	1	0.14	0.008	4	0.28	0.2	Bajo
Batha y Barrios	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
El Borbollón	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
El Capulín de Aragón	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
El Fresno (Casas Viejas)	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
El Cedazo	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
Los Cerritos	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
Cuaxithi	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
La Cuchilla	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
Dañu	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
Denthó	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
Humini	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
El Jagüey	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
La Laja	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
Loma Colorada	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
Loma del Progreso	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
Loma del Toro	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
El Mangui	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
Maravillas	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
Las Manzanas	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
La Palma	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
El Pedregoso	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
La Presa	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
La Salita	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
San Lorenzo el Chico	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
San Sebastián Tenochtitlán	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
La Siempreviva	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
Taxtejhe	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
San Sebastián de Juárez	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
Las Cruces	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
Las Campanas	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
La Matanza	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
El Llano	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto

La Cañada	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
El Desierto	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
El Fresnillo	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
La Lechuga	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
Venta Hermosa	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
Aragón	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
Buenavista	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
Los Tepetates	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
Santa Rosa el Marqués	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
Santa Rosa	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
El Campamento	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
Jesús María	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
Deca Buena Vista	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
El Deca	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
Dingüichi	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
Escandón	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
La Esperanza	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
La Estación	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
El Gato	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
La Huerta	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
La Fuente (Jagüey Blanco)	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
El Jazmín (El Potrero)	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
La Luz	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
Ojo de Agua	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
Palo Verde	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
El Paye	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
Peñafiel	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
Puerto Dañu	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
Rancho Nuevo	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
San Ignacio	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
San Lorenzo Amarillo	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
Santa Catalina	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
Santa Cruz	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
El Sauz	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
El Tejocote	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
El Tepeyac	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
Las Vegas	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
Los Nidos	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
El Manantial	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto

El Destello	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
La Martinica	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
Tierra Blanca	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
La Presa Dañu	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
Tequexhido	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
Buenavista	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
San Juanita (Casas Viejas)	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
El Capulín Dañu	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
Devego	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
Pachuquilla	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
Pedregales Borbollón	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
La Reserva	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
Pedregales Dañu	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
El Fresno (Casas Viejas)	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
La Leña	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
La Pila del León	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
Inmobiliaria Avícola Pilgrims Pride	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
El Mirador	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
La Primavera	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
Puerta Blanca	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
La Cañada	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
Ojuelos	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
Los Caballos	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
Los Pozos (La Presa Vieja)	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
El Mogote	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
El Charcón [Rancho]	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
La Herradura (Colonia Campesina) [Rancho]	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
San Isidro	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
Canutillo	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
La Posta	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto
Santa Lucia	Rural	2.3	0.14	0.008	4	0.644	0.6	Alto

Fenómenos hidrometeorológicos

Periodos de retorno por inundación fluvial

Parte I: Adquisición y manipulación de datos esenciales para la elaboración de la simulación de nuestra zona de estudio.

Tratamiento del modelo digital

- **Recopilación de datos**

Los datos recopilados se obtuvieron mediante los mapas digitales de elevación proporcionados por el INEGI, los cuales cuentan con una resolución de 5 metros y fueron descargados de su página oficial. Se descargaron los mapas de elevación en un formato ráster.

Implementación de SIG

- **Manipulación del software ARCMAP**

El software como herramienta de ayuda genera la optimización de los datos lo cual maximiza la resolución y detalle del objetivo del trabajo. De igual manera es importante mencionar la existencia de la página SIATL INEGI que es un modelador de flujos de aguas nacionales y la función de aguas arriba que ayudo como primera referencia para orientarse sobre el MDT a descargar.

Proceso de Trabajo:

1. **Cargar datos**

   Manipulación de archivo del MDT en formato RASTER el cual fue descargado de la página oficial del INEGI, para cargar el archivo se usó la función Import Data.

2. **Combinar ambos mapas mediante MARGE DATA.**

   Permite crear solo un Ráster del área de estudio con formato de coordenadas UTM (14 N).

3. **Pequeñas variaciones en la elevación del terreno pueden tener un impacto significativo en el análisis hidrológico.**

   Las depresiones, definidas como celdas rodeadas por celdas colindantes con elevaciones más altas, y los picos, cuyos valores de elevación son iguales o mayores que los de las celdas colindantes, constituyen elementos importantes a considerar. Ignorar estas características puede conducir a la generación de una red de drenaje defectuosa; por ello, se emplea la herramienta Fill, la cual permite corregir estas irregularidades del modelo de elevación. En el presente caso, dicha herramienta fue aplicada al raster resultante para asegurar la correcta continuidad del flujo y mejorar la precisión del análisis hidrológico.

4. **Aplicación de la herramienta dirección de flujo:**

   TOOLS/SPACE ANALYST TOOLS /HIDROLOGY/FLOW DIRECCTION

   Esta herramienta toma como datos de entrada un MDT y muestra como datos de salida un archivo raster con la dirección del flujo en cada celda. Existen ocho posibles direcciones en cualquier celda, relacionadas con las ocho celdas adyacentes en las cuales el escurrimiento puede viajar.

5. **Acumulación de flujo**

   TOOLS/SPACE ANALYST TOOLS /HIDROLOGY/FLOW ACUMULATION

   La opción Flow Accumulation calcula el flujo acumulado como el total acumulado de las celdas que confluyen hacia cada una de las celdas ubicadas aguas abajo.

6. **Red hídrica (Cálculo)**

   Para el cálculo de la red hídrica se utilizó la herramienta Raster Calculator, en la cual se implementó el código Log10(Flow_Accumulation). Posteriormente, para una mejor visualización de la red de drenaje, se empleó la herramienta Stream Order, que permite jerarquizar los cauces mediante el método de Strahler, considerando únicamente aquellos con un orden mayor a 3. De esta manera, se facilita la identificación de los ríos principales dentro del sistema hídrico analizado.

7. **Convertir los cauces principales en un formato vectorial (Raster to Line).**

   El cauce principal es editado mediante la función Edit Feautures eliminado los cauces tributarios. Usar la herramienta Watershed que usara el punto creado con anterioridad y el raster de Flow Direction. Pasar el archivo resaltante de formato Raster a un Polígono para mejor su funcionalidad y su manipulación. (ToolBox/Conversion Tools/From Raster/Raster to Polygon).

8. **Delimitación del área y perímetro de las cuencas:**

   Atributos/Agregar Campo/Area
   Para agregar los campos adicionales se selecciona el formato DOUBLE; al igual que las unidades deseadas y seleccionamos las medidas en Km^2.

9. **Geometría del cauce:**

   TOOLS/DATA MANAGEMENT TOOLS/FEATURES/FEAUTURES TO VÉRTICES POINTS

   Al emplear esta función, el cauce principal se fracciona en vértices mediante puntos que son representados por nodos que se usaran para obtener los datos necesarios para la obtención del caudal y su diseño.

Diseño y obtención de las pendientes

Para calcular las pendientes se utilizaron los archivos generados con la geometría del cauce mediante la manipulación de los atributos de cada polígono. Proceso para calcular la pendiente de los cauces principales:

1. TABLA DE ATRIBUTOS/ADD FIELD/LONG
2. TOOLS/DATA MANAGEMENT TOOLS/FEATURES/ADD XY CORDINATES
3. SPATIANL ANALYST TOOLS/EXTRACTION/ EXTRAC_MULTI_VALUES_TO_POINTS Y EL MDT
4. Los datos de los campos de coordenadas X Y Z (MDT) así como el número de nodos de cada sección son importados a Excel para su manipulación y cálculos necesarios.
5. Para determinar la distancia entre cada nodo se renombraron; las distancias existentes entre cada nodo, se emplea la ecuación:

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 - (y_2 - y_1)^2}$$

Las distancias resultantes de los nodos se suman y deben ser equivalentes a la longitud del cauce principal.

Cálculo de la pendiente

Tomando como referencia la fórmula de Kirpich (Aparicio, 1992, p. 208), se estima la pendiente del cauce principal:

$$S = \left[\frac{L}{\frac{l_1}{\sqrt{S_1}} + \frac{l_2}{\sqrt{S_2}} + \cdots + \frac{l_m}{\sqrt{S_m}}}\right]$$

Tiempo de concentración y tiempo base de la cuenca:

El tiempo de concentración en hidrología se define como el lapso de tiempo que transcurre desde el final de la lluvia neta hasta el final de la escorrentía directa en una cuenca hidrográfica. Representa el tiempo que tarda en llegar al punto de salida de la cuenca la última gota de lluvia que cae en el punto más alejado y que fluye por escorrentía directa. Este tiempo es crucial en el estudio de inundaciones, ya que indica el equilibrio necesario para alcanzar el caudal máximo con una intensidad de escorrentía constante. Se calcula a partir de diversos métodos que consideran parámetros topográficos como la longitud del cauce principal, la elevación media de la cuenca y la pendiente, siendo esencial para la gestión de recursos hídricos, la conservación del suelo y la planificación de usos del suelo en cuencas hidrográficas. Se puede conocer el tiempo de concentración mediante la ecuación para el cálculo del tiempo de concentración, de retardo, pico y base (Aparicio, 1992, pp. 235–237).

$$t_c = (0.000325)\frac{L^{0.77}}{S^{0.385}} = X \text{ horas}$$

$$d_e = t_c$$

$$t_r = 0.6t_c$$

$$t_p = \frac{d_e}{2} + t_r$$

Intensidad de la precipitación

La intensidad de precipitación denota la rapidez con la que aumenta la altura de la lluvia en relación con el tiempo. Clasificada en niveles ligeros, moderados y fuertes según la cantidad de lluvia acumulada en un intervalo específico, este dato se detalla en una tabla proporcionada en los resultados de la búsqueda. La intensidad de la lluvia se mide en milímetros por hora y se identifica por la visibilidad de las gotas, la formación de charcos y la claridad durante el evento. (SALAS, 2020)

En base a las isoyetas del Atlas de Riesgos con un periodo de retorno de 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200 y 500 años con duraciones de 1 y 24 horas

Se empleó la interpolación logarítmica para estimar la precipitación correspondiente al tiempo de concentración, utilizando los valores medios para las diferentes duraciones.

$$hp_{tc} = \frac{hp_{24} - hp_1}{3.1781} Ln(t_c) + hp_1 \text{ ,}$$

$$i = \frac{hp_{tc}}{t_c}.$$

Gasto pico:

El gasto pico representa el caudal máximo instantáneo registrado durante un evento de precipitación o avenida. Este punto culminante en la curva de hidrograma, que ilustra la variación del caudal a lo largo del tiempo, es esencial en hidrología. Proporciona información crucial sobre la magnitud máxima del flujo de agua en un momento dado, lo que resulta fundamental en el diseño de infraestructuras hidráulicas, la gestión de riesgos de inundaciones y la planificación de recursos hídricos. Comprender y predecir el comportamiento de los ríos y cuencas hidrográficas en situaciones de crecidas extremas depende en gran medida de este valor. (Garcia, 2024) (Bateman, 2007)

Para la estimación del Gasto Pico se empleó el método racional.

- **Método racional:**

El gasto pico se puede calcular mediante la fórmula racional (Aparicio, 1992, p. 209).

$$QP = (0.278)CiA_c$$

donde,

- i –> intensidad
- A_c –> Área de la cuenca
- C –> Coeficiente de escurrimiento

Diseño de los hidrogramas

Un hidrograma es una representación gráfica que muestra cómo varía el caudal de un río o corriente en función del tiempo, generalmente como respuesta a un evento de precipitación.

Todos los valores de las ecuaciones resultantes se utilizan para el diseño de un hidrograma. Este se desarrolla a partir de la metodología del hidrograma unitario adimensional (HUA). Las características del HUA se determinan mediante las expresiones propuestas por Aparicio (1978).

Tiempo de retraso:

$$t_r = 0.6t_c$$

Tiempo de pico:

$$t_p = \frac{d_e}{2} + t_r$$

Tiempo base:

$$t_b = 2.67t_p$$

Hidrograma Unitaria Adimensional	
t/tp (hrs)	*q/qp (m³/s)*
0.00	0.000
0.10	0.010
0.20	0.075
0.30	0.160
0.40	0.280
0.50	0.430
0.60	0.600
0.70	0.770
0.75	0.830
0.80	0.890
0.90	0.970
1.00	1.000
1.10	0.980
1.20	0.920
1.25	0.880
1.30	0.840
1.40	0.750
1.50	0.660
1.60	0.560
1.80	0.420
2.00	0.320
2.20	0.240
2.25	0.220
2.40	0.180
2.50	0.150
2.60	0.130
2.75	0.105
2.80	0.098
3.00	0.075
3.25	0.053
3.50	0.036
3.75	0.026
4.00	0.018
4.25	0.012
4.50	0.009
4.75	0.006
5.00	0.004

Coordenadas del HUA

Hidrogramas resultantes con su periodo de retorno correspondiente al municipio

Tr= 2	
t/tp (s)	*q/qp (m³/s)*
0.0	0.0
340.0	0.1
680.0	0.4
1020.0	0.9
1360.0	1.6
1700.0	2.5
2040.0	3.5
2380.0	4.5
2550.0	4.8
2720.0	5.2
3060.0	5.6
3400.1	5.8
3740.1	5.7
4080.1	5.3
4250.1	5.1
4420.1	4.9
4760.1	4.3
5100.1	3.8
5440.1	3.2
6120.1	2.4
6800.1	1.9
7480.1	1.4
7650.1	1.3
8160.1	1.0
8500.1	0.9
8840.1	0.8
9350.2	0.6
9520.2	0.6
10200.2	0.4
11050.2	0.3
11900.2	0.2
12750.2	0.2
13600.2	0.1
14450.2	0.1
15300.2	0.1
16150.3	0.0
17000.3	0.0

Valores del hidrograma con un periodo de retorno para 2 años

Tr= 5	
t/tp (s)	*q/qp (m³/s)*
0.0	0.0
340.0	0.1
680.0	0.6
1020.0	1.2
1360.0	2.2
1700.0	3.3
2040.0	4.6
2380.0	5.9
2550.0	6.4
2720.0	6.9
3060.0	7.5
3400.1	7.7
3740.1	7.6
4080.1	7.1
4250.1	6.8
4420.1	6.5
4760.1	5.8
5100.1	5.1
5440.1	4.3
6120.1	3.2
6800.1	2.5
7480.1	1.9
7650.1	1.7
8160.1	1.4
8500.1	1.2
8840.1	1.0
9350.2	0.8
9520.2	0.8
10200.2	0.6
11050.2	0.4
11900.2	0.3
12750.2	0.2
13600.2	0.1
14450.2	0.1
15300.2	0.1
16150.3	0.0
17000.3	0.0

Valores del hidrograma con un periodo de retorno para 5 años

Tr= 10	
t/tp (hrs)	*q/qp (m³/s)*
0.000	0.00
340.006	0.09
680.011	0.71
1020.017	1.51
1360.022	2.65
1700.028	4.07
2040.033	5.67
2380.039	7.28
2550.042	7.85
2720.044	8.42
3060.050	9.17
3400.055	9.46
3740.061	9.27
4080.067	8.70
4250.069	8.32
4420.072	7.94
4760.078	7.09
5100.083	6.24
5440.089	5.30
6120.100	3.97
6800.111	3.03
7480.122	2.27
7650.125	2.08
8160.133	1.70
8500.139	1.42
8840.144	1.23
9350.153	0.99
9520.155	0.93
10200.166	0.71
11050.180	0.50
11900.194	0.34
12750.208	0.25
13600.222	0.17
14450.236	0.11
15300.250	0.09
16150.263	0.06
17000.277	0.04

Valores del hidrograma con un periodo de retorno para 10 años

Tr= 20	
t/tp (s)	*q/qp (m³/s)*
0.000	0.00
340.006	0.12
680.011	0.87
1020.017	1.85
1360.022	3.24
1700.028	4.98
2040.033	6.95
2380.039	8.92
2550.042	9.61
2720.044	10.31
3060.050	11.23
3400.055	11.58
3740.061	11.35
4080.067	10.65
4250.069	10.19
4420.072	9.73
4760.078	8.68
5100.083	7.64
5440.089	6.48
6120.100	4.86
6800.111	3.71
7480.122	2.78
7650.125	2.55
8160.133	2.08
8500.139	1.74
8840.144	1.51
9350.153	1.22
9520.155	1.13
10200.166	0.87
11050.180	0.61
11900.194	0.42
12750.208	0.30
13600.222	0.21
14450.236	0.14
15300.250	0.10
16150.263	0.07
17000.277	0.05

Valores del hidrograma con un periodo de retorno para 20 años

Tr= 50	
t/tp (s)	*q/qp (m³/s)*
0.000	0.00
340.006	0.14
680.011	1.02
1020.017	2.17
1360.022	3.79
1700.028	5.82
2040.033	8.12
2380.039	10.42
2550.042	11.24
2720.044	12.05
3060.050	13.13
3400.055	13.54
3740.061	13.27
4080.067	12.46
4250.069	11.91
4420.072	11.37
4760.078	10.15
5100.083	8.94
5440.089	7.58
6120.100	5.69
6800.111	4.33
7480.122	3.25
7650.125	2.98
8160.133	2.44
8500.139	2.03
8840.144	1.76
9350.153	1.42
9520.155	1.33
10200.166	1.02
11050.180	0.72
11900.194	0.49
12750.208	0.35
13600.222	0.24
14450.236	0.16
15300.250	0.12
16150.263	0.08
17000.277	0.05

Valores del hidrograma con un periodo de retorno para 50 años

Tr= 100	
t/tp (s)	*q/qp (m³/s)*
0.000	0.00
340.006	0.14
680.011	1.09
1020.017	2.32
1360.022	4.06
1700.028	6.23
2040.033	8.70
2380.039	11.16
2550.042	12.03
2720.044	12.90
3060.050	14.06
3400.055	14.49
3740.061	14.20
4080.067	13.33
4250.069	12.76
4420.072	12.18
4760.078	10.87
5100.083	9.57
5440.089	8.12
6120.100	6.09
6800.111	4.64
7480.122	3.48
7650.125	3.19
8160.133	2.61
8500.139	2.17
8840.144	1.88
9350.153	1.52
9520.155	1.42
10200.166	1.09
11050.180	0.77
11900.194	0.52
12750.208	0.38
13600.222	0.26
14450.236	0.17
15300.250	0.13
16150.263	0.09
17000.277	0.06

Valores del hidrograma con un periodo de retorno para 100 años

Tr= 200	
t/tp (hrs)	***q/qp (m³/s)***
0.000	0.00
340.006	0.15
680.011	1.16
1020.017	2.47
1360.022	4.31
1700.028	6.63
2040.033	9.25
2380.039	11.87
2550.042	12.79
2720.044	13.71
3060.050	14.95
3400.055	15.41
3740.061	15.10
4080.067	14.18
4250.069	13.56
4420.072	12.94
4760.078	11.56
5100.083	10.17
5440.089	8.63
6120.100	6.47
6800.111	4.93
7480.122	3.70
7650.125	3.39
8160.133	2.77
8500.139	2.31
8840.144	2.00
9350.153	1.62
9520.155	1.51
10200.166	1.16
11050.180	0.82
11900.194	0.55
12750.208	0.40
13600.222	0.28
14450.236	0.18
15300.250	0.14
16150.263	0.09
17000.277	0.06

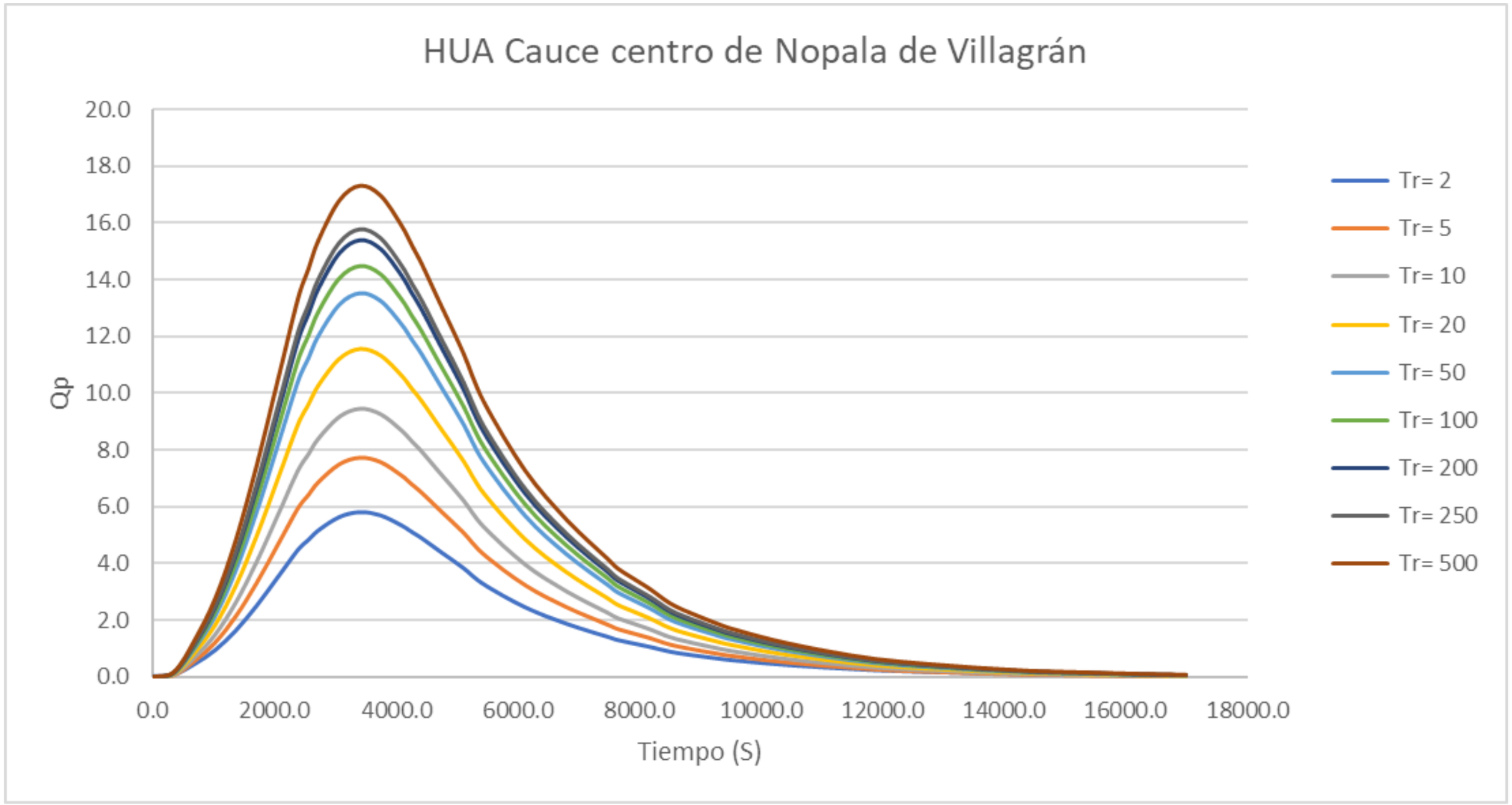
Valores del hidrograma con un periodo de retorno para 200 años

Tr= 250	
t/tp(s)	***q/qp(m³/s)***
0.000	0.00
340.006	0.16
680.011	1.18
1020.017	2.53
1360.022	4.42
1700.028	6.79
2040.033	9.47
2380.039	12.16
2550.042	13.11
2720.044	14.05
3060.050	15.32
3400.055	15.79
3740.061	15.48
4080.067	14.53
4250.069	13.90
4420.072	13.26
4760.078	11.84
5100.083	10.42
5440.089	8.84
6120.100	6.63
6800.111	5.05
7480.122	3.79
7650.125	3.47
8160.133	2.84
8500.139	2.37
8840.144	2.05
9350.153	1.66
9520.155	1.55
10200.166	1.18
11050.180	0.84
11900.194	0.57
12750.208	0.41
13600.222	0.28
14450.236	0.19
15300.250	0.14
16150.263	0.09
17000.277	0.06

Valores del hidrograma con un periodo de retorno para 250 años

Tr= 500	
t/tp (hrs)	***q/qp (m³/s)***
0.000	0.00
340.006	0.17
680.011	1.30
1020.017	2.77
1360.022	4.85
1700.028	7.45
2040.033	10.39
2380.039	13.34
2550.042	14.38
2720.044	15.41
3060.050	16.80
3400.055	17.32
3740.061	16.97
4080.067	15.93
4250.069	15.24
4420.072	14.55
4760.078	12.99
5100.083	11.43
5440.089	9.70
6120.100	7.27
6800.111	5.54
7480.122	4.16
7650.125	3.81
8160.133	3.12
8500.139	2.60
8840.144	2.25
9350.153	1.82
9520.155	1.70
10200.166	1.30
11050.180	0.92
11900.194	0.62
12750.208	0.45
13600.222	0.31
14450.236	0.21
15300.250	0.16
16150.263	0.10
17000.277	0.07

Valores del hidrograma con un periodo de retorno para 500 años


HUA Cauce centro de Nopala de Villagrán
Qp
20.0
18.0
16.0
14.0
12.0
10.0
8.0
6.0
4.0
2.0
0.0
0.0
2000.0
4000.0
6000.0
8000.0
10000.0
12000.0
14000.0
16000.0
18000.0
Tiempo (S)
Tr= 2
Tr= 5
Tr= 10
Tr= 20
Tr= 50
Tr= 100
Tr= 200
Tr= 250
Tr= 500

Hidrogramas resultantes con su periodo de retorno correspondiente para la presa Doxixho.

Tr= 2	
t/tp (s)	q/qp (m³/s)
0.0	0.0
3063.6	1.1
6127.1	8.0
9190.7	17.0
12254.2	29.8
15317.8	45.7
18381.4	63.8
21444.9	81.9
22976.7	88.3
24508.5	94.7
27572.0	103.2
30635.6	106.4
33699.2	104.3
36762.7	97.9
38294.5	93.6
39826.3	89.4
42889.8	79.8
45953.4	70.2
49017.0	59.6
55144.1	44.7
61271.2	34.0
67398.3	25.5
68930.1	23.4
73525.4	19.1
76589.0	16.0
79652.5	13.8
84247.9	11.2
85779.7	10.4
91906.8	8.0
99565.7	5.6
107224.6	3.8
114883.5	2.8
122542.4	1.9
130201.3	1.3
137860.2	1.0
145519.1	0.6
153178.0	0.4

Valores del hidrograma con un periodo de retorno para 2 años

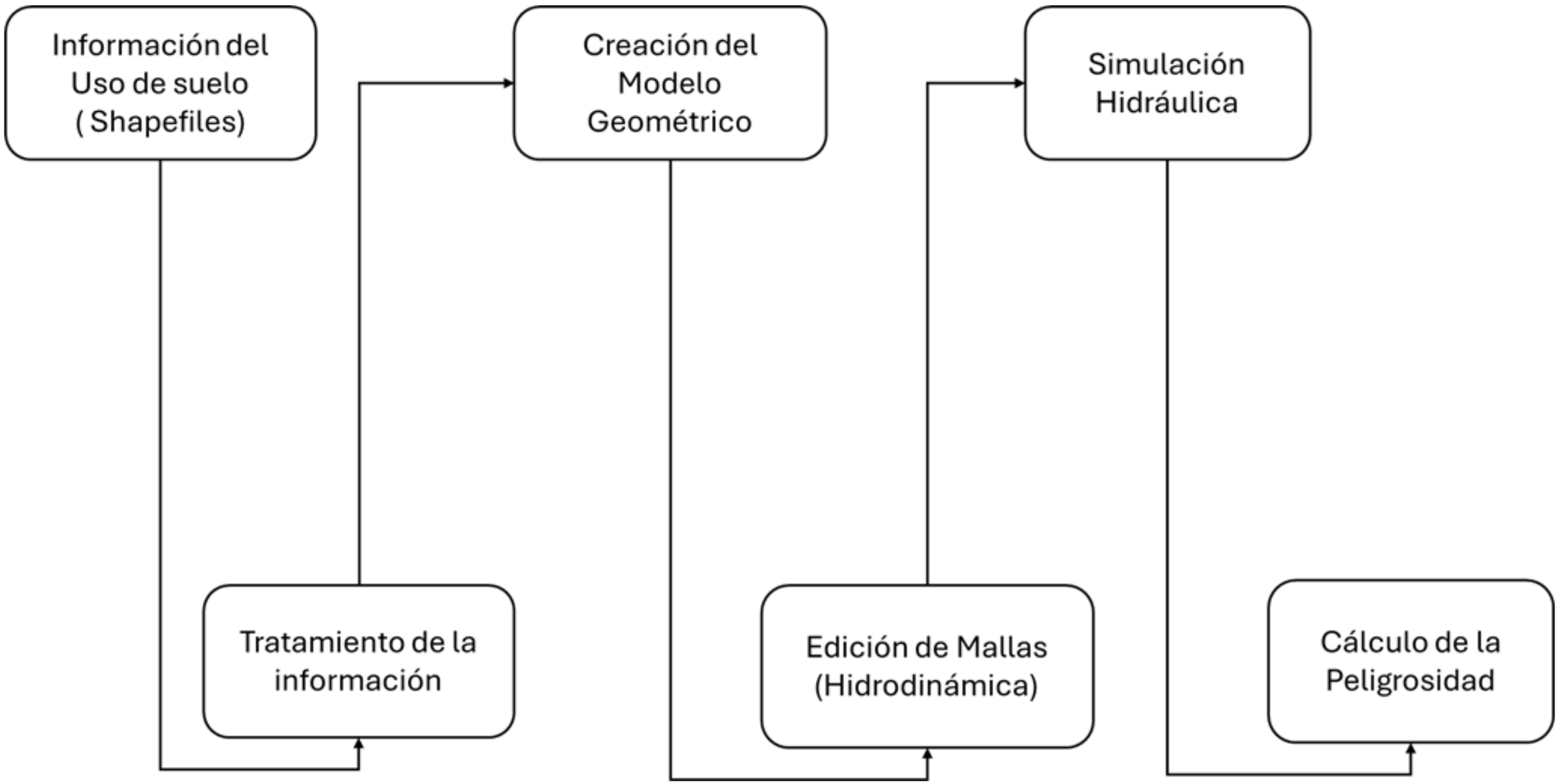
Tr= 20	
t/tp (s)	q/qp (m³/s)
0.000	0.00
3063.559	2.13
6127.119	15.96
9190.678	34.04
12254.238	59.57
15317.797	91.48
18381.356	127.65
21444.916	163.82
22976.695	176.59
24508.475	189.35
27572.034	206.37
30635.594	212.76
33699.153	208.50
36762.713	195.73
38294.492	187.22
39826.272	178.71
42889.831	159.57
45953.391	140.42
49016.950	119.14
55144.069	89.36
61271.188	68.08
67398.306	51.06
68930.086	46.81
73525.425	38.30
76588.984	31.91
79652.544	27.66
84247.883	22.34
85779.663	20.85
91906.781	15.96
99565.680	11.28
107224.578	7.66
114883.477	5.53
122542.375	3.83
130201.274	2.55
137860.172	1.91
145519.071	1.28
153177.969	0.85

Valores del hidrograma con un periodo de retorno para 20 años

Tr= 200	
t/tp (s)	q/qp (m³/s)
0.000	0.00
3063.559	2.90
6127.119	21.75
9190.678	46.40
12254.238	81.20
15317.797	124.70
18381.356	174.00
21444.916	223.30
22976.695	240.70
24508.475	258.10
27572.034	281.30
30635.594	290.00
33699.153	284.20
36762.713	266.80
38294.492	255.20
39826.272	243.60
42889.831	217.50
45953.391	191.40
49016.950	162.40
55144.069	121.80
61271.188	92.80
67398.306	69.60
68930.086	63.80
73525.425	52.20
76588.984	43.50
79652.544	37.70
84247.883	30.45
85779.663	28.42
91906.781	21.75
99565.680	15.37
107224.578	10.44
114883.477	7.54
122542.375	5.22
130201.274	3.48
137860.172	2.61
145519.071	1.74
153177.969	1.16

Valores del hidrograma con un periodo de retorno para 200 años

Parte II: Hidráulica y simulación fluviales el Software IBER



Diseño del modelo en IBER

- **Geometría:**

  Archivo > Importar > Shapefile

Los archivos Shapefile son importados y cargados en el software Iber, creando polígonos y, por ende, una superficie NURBS. Es importante tener bien estructurados y cerrados los polígonos, ya que de lo contrario no se realizarán la geometría correspondiente del modelo.

- **Condiciones de Contorno:**

  Datos > Hidrodinámica > Condiciones De Contorno

Dichas condiciones representan las características físicas del comportamiento del fluido. Estas condiciones de contorno son datos obtenidos al inicio del proyecto, como el valor arrojado por los hidrogramas. Para la condición inicial de entrada que es donde el flujo iniciará, se debe seleccionar el régimen de flujo Después de ello, se ingresa los valores de nuestro hidrograma interpolado, y por último se indica el vértice de nuestro polígono donde se indica que será la salida.

Corte a ello se debe indicar los valores y el lugar donde el fluido saldrá del modelo, esto se realiza mediante la ventana 2D Outlet. Indicando que la condición del fluido pasa a ser de régimen critico/supercrítico; esto se opta por que no se cuenta con más información de salida y si se indica el régimen critico porque las condiciones hidráulicas del modelo dependerán de lo que suceda en aguas arriba dentro de nuestro modelo.

- **Condiciones Iniciales:**

  Datos > Hidrodinámica > Condiciones Iniciales

Específicamente aquí se indica la altura del agua con la que cuenta el modelo al iniciar la simulación. Es nuestro caso el calado que se decidió es de 0 metros con la finalidad de indicar que nuestro rio esta temporalmente seco.

- **Rugosidad**

  Datos > Rugosidad > Uso de suelo

En hidráulica, el concepto de rugosidad se refiere a las irregularidades presentes en las paredes de los canales y tuberías que transportan fluidos. Estas irregularidades afectan la velocidad del flujo debido a las fuerzas que ejercen sobre el fluido y se cuantifica mediante coeficientes empíricos como el coeficiente de rugosidad de Manning (Yepez Osio. M. 2024)

- **Malla**

  Malla > No estructurada > Tamaño por Superficie

La malla son polígonos no curvos que el software diseña para discretizar la geometría y poder resolver las ecuaciones hidráulicas y poder correr el modelo de ahí la necesidad de la geometría para el diseño del mallado.

Nuestra malla al ser elementos planos no cuenta con una elevación topográfica. Es por ello que el archivo ASCII generado con anterioridad es ingresado al modelo para que este cuente con una elevación dando así resultados más cercanos a la realidad.

- **Datos del Problema**

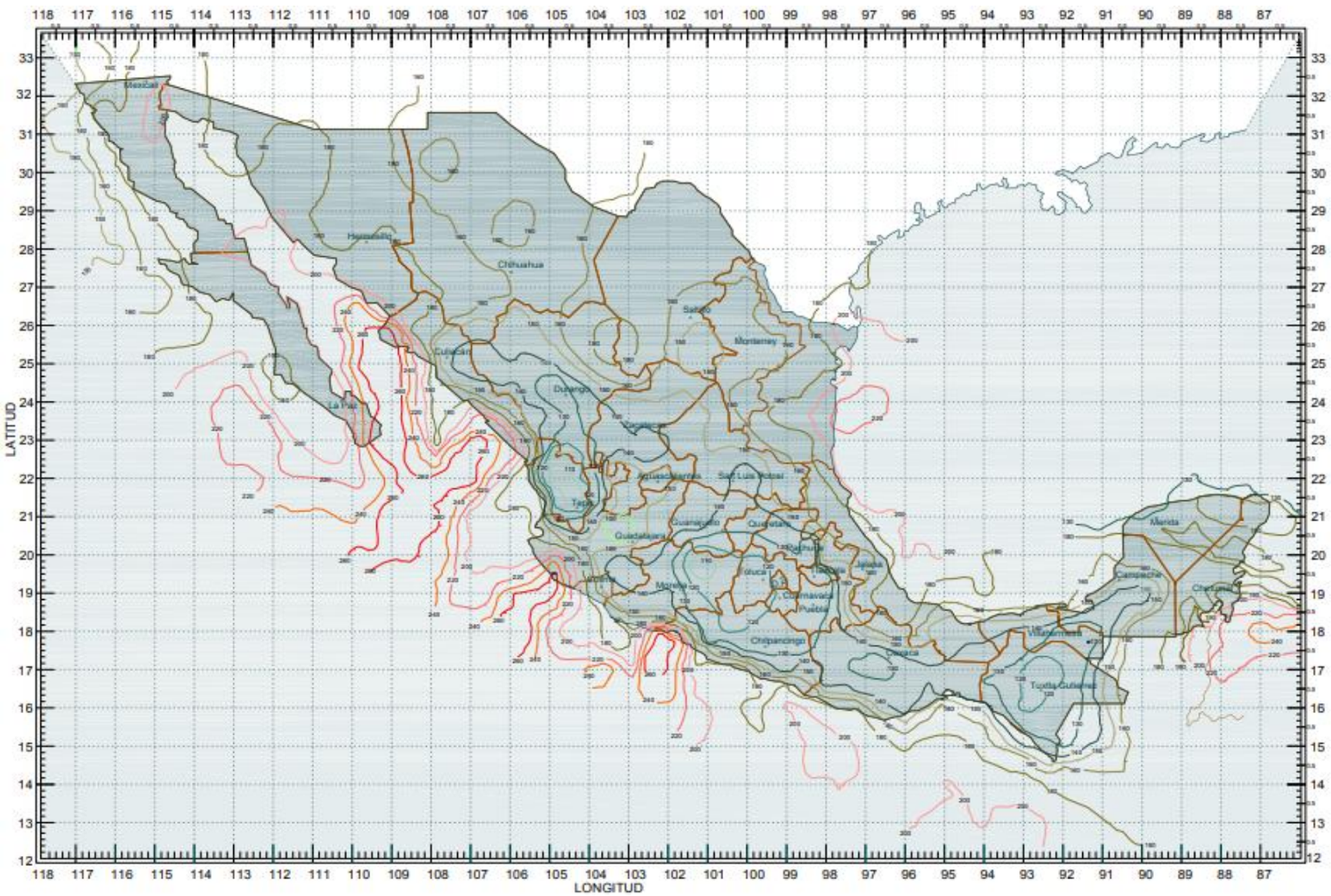
  Datos > Datos del Problema

Antes de lanzar el cálculo se requiere indicar los parámetros del tiempo el cual regirán al modelo. La cantidad de tiempo el cual se regirá el modelo es el tiempo que se establece gracias al hidrograma.

Vulnerabilidad física por vientos

Se define como la susceptibilidad intrínseca de una edificación a sufrir daños ante la exposición de ráfagas de viento que comprometen su integridad estructural. En el presente trabajo se aborda únicamente la vulnerabilidad de la vivienda, al ser uno de los sectores que registra las mayores afectaciones ante la acción del viento, particularmente aquel generado por huracanes. Para ello, se consideran criterios generales orientados a la evaluación de la vulnerabilidad física de las viviendas frente a este tipo de fenómeno perturbador. Las características constructivas de la vivienda constituyen un elemento fundamental para comprender las condiciones de vulnerabilidad. Para abordar esta problemática, CENAPRED (2006) propone un Índice de Susceptibilidad de Daño, el cual permite estimar el nivel de afectación que una edificación puede presentar ante la acción de vientos intensos. Dicho índice es aplicable a distintos niveles de análisis, desde la vivienda individual, pasando por áreas urbanas específicas (como manzanas o localidades), hasta el ámbito municipal. La metodología se basa en la definición del agente perturbador, representado por la velocidad básica del viento, y se apoya en mapas regionales que indican velocidades asociadas a distintos periodos de retorno (CFE, 1993). A partir de esta información, y considerando las características estructurales de cada tipo de vivienda, se asigna un valor del Índice de Susceptibilidad de Daño (ISD), el cual varía de 0, que representa ausencia de daño, a 1, correspondiente a daño total. Este enfoque permite una evaluación simplificada pero eficaz del nivel de afectación, al incorporar elementos como la vivienda principal y las bardas colindantes, así como el grado de rigidez o flexibilidad de sus componentes estructurales.

Para el presente estudio se adopta un periodo de retorno de 200 años como base para la evaluación de la susceptibilidad de daño por viento en viviendas. Este valor, propuesto por la Comisión Federal de Electricidad y respaldado por Meli, es el más comúnmente empleado en el diseño estructural de edificaciones habitacionales, ya que se asocia con la vida útil típica de una construcción (CFE, 1993; Meli, 2001). La evaluación se realiza utilizando los mapas de peligro por viento definidos por la CFE (1993) para dicho periodo de retorno (la siguiente figura), lo que permite una estimación técnica estandarizada del riesgo estructural ante la acción del viento a escala municipal.



Velocidades regionales de la República Mexicana para un período de retorno de 200 años. Fuente: (INIFED, 2014).

Estimación de vulnerabilidad física

Las funciones de vulnerabilidad son valores que se muestran para diferentes tipologías de estructuras y elementos estructurales que se consideran en la memoria.

Tipos	Muros	Techos	Tipología	Clasificación
				Viento
1	Mampostería	Rígido	1	1
2	Mampostería	Flexible	2	2.5
3	Adobe	Rígido	3	2
4	Adobe	Flexible	4	5.5
5	Flexible	Flexible	5	7.6

Diferentes tipologías de estructuras y elementos (CENAPRED, 2006).

Se usaron funciones de vulnerabilidad propuestas para edificación de vivienda y sus componentes ante la incidencia ráfagas de viento de alta intensidad (CENAPRED, 2006), por lo que la fórmula que se utiliza en este caso es la siguiente:

$$ISD_{UH} = \frac{ISD_{EC} + ISD_{BC}}{2}$$

Donde:

ISD_{UH} = representa el índice que mide la vulnerabilidad física de la Unidad-Habitación ante el nivel de intensidad de las ráfagas de viento.

ISD_{EC} = representa el índice que mide la vulnerabilidad física de la edificación ante el nivel de intensidad de las ráfagas de viento.

ISD_{BC} = representa el índice que mide la vulnerabilidad física de la barda de colindancia ante el nivel de intensidad de las ráfagas de viento.

En caso de que no se cuente con este elemento (nivel de intensidad de las ráfagas de viento), se considerará:

$$ISD_{EC} = ISD_{BC}$$

Por lo que resultaría

$$ISD_{UH} = ISD_{EC}$$

Estimación de la vulnerabilidad social

Para este propósito se incorpora el concepto de vulnerabilidad social ante desastres, entendida como el conjunto de factores económicos, sociales y culturales que determinan el grado de capacidad de un grupo social para la atención de la emergencia, así como para su rehabilitación y recuperación frente a un desastre. Este concepto integra además la capacidad de prevención y respuesta ante un fenómeno perturbador, así como la percepción local del riesgo por parte de la población. Se identifica mediante el índice I_M, el cual puede adoptar distintos valores en función del nivel de exposición social (Kuroiwa, 2022).

Valor de I_M	Grado de vulnerabilidad social ante desastres
1	Muy bajo
2	Bajo
3	Medio
4	Alto
5	Muy alto

Valores del grado de vulnerabilidad social ante desastres (CFE, 1993).

Susceptibilidad de daño de la vivienda.

La evaluación de desastres en México ha demostrado que las zonas con mayor vulnerabilidad social suelen ser las más afectadas por fenómenos perturbadores. En el caso de los fenómenos producidos por ráfagas de viento, se estima que el factor socioeconómico influye en al menos un 20 % del riesgo. Integrando la vulnerabilidad física y la social ($ISD_{VF\text{-}VS}$) se propone el siguiente índice:

$$ISD_{VF-VS} = ISD_{UH}\ (0.8 + \frac{I_M}{25})$$

Donde:

$ISD_{VF\text{-}VS}$ = representa el índice de vulnerabilidad relacionado con los factores físicos y sociales.

ISD_{UH} = representa el índice que mide la vulnerabilidad física de la Unidad-Habitación.

Criterio para estimar el índice de riesgo de forma cualitativa

Para evaluar el nivel de riesgo al que está expuesta una vivienda individual o un grupo de viviendas, localidad o municipio, se utiliza el índice $ISD_{VF\text{-}VS}$. CENAPRED, propone cinco niveles de riesgo asociados a rangos establecidos para el índice de vulnerabilidad física y social, los cuales se presentan a continuación:

Valor de $ISD_{VF\text{-}VS}$	Nivel de riesgo
$0.0 \leq ISD_{VF\text{-}VS} < 0.2$	Muy bajo
$0.2 \leq ISD_{VF\text{-}VS} < 0.4$	Bajo
$0.4 \leq ISD_{VF\text{-}VS} < 0.5$	Medio
$0.6 \leq ISD_{VF\text{-}VS} < 0.8$	Alto
$0.8 \leq ISD_{VF\text{-}VS} \leq 1.0$	Muy alto

Niveles de riesgo, (CENAPRED, 2006).

Memoria de cálculo de vulnerabilidad física por vientos - Nopala de Villagrán, Hidalgo, México.										
Localidad	Tipo	Vi	Vp	Pi	PM	IvF	IM	PM+IM/25	IRF=IVF	Nivel de riesgo
Nopala de Villagrán	Urbana	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
Batha y Barrios	Rural	1	2	0.14	0.8	0.0875	2	0.88	0.0098	Muy bajo
El Borbollón	Rural	1	2	0.14	0.8	0.0875	2	0.88	0.0098	Muy bajo
El Capulín de Aragón	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
El Fresno (Casas Viejas)	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
El Cedazo	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
Los Cerritos	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
Cuaxithi	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
La Cuchilla	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
Dañu	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
Denthó	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
Humini	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
El Jagüey	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
La Laja	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
Loma Colorada	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
Loma del Progreso	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
Loma del Toro	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
El Mangui	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
Maravillas	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
Las Manzanas	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
La Palma	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
El Pedregoso	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
La Presa	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
La Salita	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
San Lorenzo el Chico	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
San Sebastián Tenochtitlán	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
La Siempreviva	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
Taxtejhe	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
San Sebastián de Juárez	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
Las Cruces	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
Las Campanas	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
La Matanza	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
El Llano	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
La Cañada	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
El Desierto	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
El Fresnillo	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo

La Lechuga	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
Venta Hermosa	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
Aragón	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
Buenavista	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
Los Tepetates	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
Santa Rosa el Marqués	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
Santa Rosa	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
El Campamento	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
Jesús María	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
Deca Buena Vista	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
El Deca	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
Dingüichi	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
Escandón	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
La Esperanza	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
La Estación	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
El Gato	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
La Huerta	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
La Fuente (Jagüey Blanco)	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
El Jazmín (El Potrero)	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
La Luz	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
Ojo de Agua	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
Palo Verde	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
El Paye	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
Peñafiel	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
Puerto Dañu	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
Rancho Nuevo	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
San Ignacio	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
San Lorenzo Amarillo	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
Santa Catalina	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
Santa Cruz	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
El Sauz	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
El Tejocote	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
El Tepeyac	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
Las Vegas	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
Los Nidos	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
El Manantial	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
El Destello	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
La Martinica	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
Tierra Blanca	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo

La Presa Dañu	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
Tequexhido	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
Buenavista	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
San Juanita (Casas Viejas)	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
El Capulín Dañu	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
Devego	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
Pachuquilla	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
Pedregales Borbollón	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
La Reserva	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
Pedregales Dañu	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
El Fresno (Casas Viejas)	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
La Leña	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
La Pila del León	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
Inmobiliaria Avícola Pilgrims Pride	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
El Mirador	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
La Primavera	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
Puerta Blanca	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
La Cañada	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
Ojuelos	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
Los Caballos	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
Los Pozos (La Presa Vieja)	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
El Mogote	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
El Charcón [Rancho]	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
La Herradura (Colonia Campesina) [Rancho]	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
San Isidro	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
Canutillo	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
La Posta	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo
Santa Lucia	Rural	2.5	2	0.14	0.8	0.21875	2	0.88	0.0245	Muy bajo

Fenómenos socio-organizativos

Grado de vulnerabilidad social

La evaluación del nivel de vulnerabilidad social del municipio ante distintos riesgos o escenarios adversos se sustenta en un enfoque integral que abarca el desarrollo del análisis, los fundamentos conceptuales, las metodologías empleadas y la interpretación de los resultados obtenidos. Este enfoque integra información cuantitativa y cualitativa relacionada con las condiciones socioeconómicas, demográficas y estructurales de la población, con el propósito de identificar las zonas con mayor grado de vulnerabilidad y proponer estrategias de intervención adecuadas.

Obtención de datos socioeconómicos

La información correspondiente a cada uno de los indicadores analizados se obtuvo a partir de datos estadísticos actualizados para el periodo 2020–2023, proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía a escala municipal. Estos datos abarcan aspectos como educación, salud, vivienda, población, empleo e ingresos, los cuales fueron utilizados para asignar ponderaciones específicas de acuerdo con la relevancia de cada indicador socioeconómico.

Cada uno de los rubros evaluados salud, educación, vivienda, empleo e ingresos, y población, recibe una calificación final que se integra mediante un proceso de suma y promedio. En conjunto los Indicadores socioeconómicos. Los valores resultantes se presentan a continuación:

Educación			
Indicador	Rangos (%)	Vulnerabilidad	Valor
Analfabetismo	1.07 a 15.85	Muy baja	0
	15.86 a 30.63	Baja	0.25
	30.64 a 45.41	Media	0.5
	45.42 a 60.19	Alta	0.75
	60.20 o más	Muy alta	1
Población de 6 a 14 años que asiste a la escuela	Rangos (%)	Vulnerabilidad	Valor
	42.72 a 54.17	Muy alta	1
	54.18 a 65.62	Alta	0.75
	65.63 a 77.07	Media	0.5
	77.08 a 88.52	Baja	0.25
	88.53 ó más	Muy baja	0
Grado promedio de escolaridad	Rangos (%)	Vulnerabilidad	Valor
	1 a 3.2	Muy alta	1
	3.3 a 5.4	Alta	0.75
	5.5 a 7.6	Media	0.5
	7.7 a 9.8	Baja	0.25
	9.9 o más	Muy baja	0

Rango de evaluación de factores de educación (CENAPRED, 2021).

Educación				
Indicador	Datos		Grado de vulnerabilidad	Valor asignado
Analfabetismo	%A= porcentaje de analfabetismo	7.30%	Muy baja	0
	P15aA_=Población de 15 años y más analfabeta	940		
	PT15a= Población total de 15 años y más (2020)	12,880		
	A%= (P15aA/PT15a)100			
Población de 6 a 14 años que asiste a la escuela	DEB = Demanda de educación básica	52.04%	Muy alta	1
	PT6_14aAE = Población total de 6 a 14 años que asiste a la escuela	2,696		
	PT5_14a = Población total de 5 a 14 años	5,181		
	DEB=(PT5_14aAE/PT6_14A)100			
Grado promedio de escolaridad	Fuente: SIGEH	8.31	Baja	0.25

Resultados obtenidos para el indicador educacional

Salud			
Indicador	Rangos (%)	Vulnerabilidad	Valor
Médicos por cada 1,000 habitantes	0.20 - 0.39	Muy alta	1
	0.40 - 0.59	Alta	0.75
	0.60 - 0.79	Media	0.5
	0.8 - 0.99	Baja	0.25
	1	Muy baja	0
Tasa de mortalidad infantil (TMI)	Rangos (%)	Vulnerabilidad	Valor
	17.2 - 27.1	Muy baja	0
	27.2 - 37.0	Baja	0.25
	37.1 - 47.0	Media	0.5
	47.1 - 56.9	Alta	0.75
	57.0 o más	Muy alta	1
Población no derechohabiente	Rangos (%)	Vulnerabilidad	Valor
	17.63 a 34.10	Muy baja	0
	34.11 a 50.57	Baja	0.25
	50.58 a 67.04	Media	0.5
	67.05 a 83.51	Alta	0.75
	83.52 ó más	Muy alta	1

Rango de evaluación de factores de salud (CENAPRED.2021).

Salud				
Indicador	Datos		Grado de vulnerabilidad	Valor asignado
Médicos por cada 1,000 habitantes	NoM = Número de médicos en el municipio	20	Muy alta	1
	PT = Población total	16,948		
	PM=(NoM/PT)100	0.12%		
Tasa de mortalidad infantil (TMI)	DM1a = Defunciones de menores de 1 año (2020-2024)	7	Muy baja	0
	Nat = Natalidad (2020-2024)	801		
	TMI=(DM1a/Nat)100	0.87%		
Población no derechohabiente	PND = Población no derechohabiente	12,537	Alta	0.75
	PT = Población total	16,948		
	%PND=(PND/PT)100	73.97%		

Resultados obtenidos para el indicador

Vivienda			
Indicador	Rangos (%)	Vulnerabilidad	Valor
Viviendas sin servicio de agua entubada	0 a 19.96	Muy baja	0
	19.97 a 39.92	Baja	0.25
	39.93 a 59.88	Media	0.5
	59.89 a 79.84	Alta	0.75
	79.85 ó más	Muy alta	1
Viviendas sin servicio de drenaje	Rangos (%)	Vulnerabilidad	Valor
	1.21 a 20.96	Muy baja	0
	20.97 a 40.71	Baja	0.25
	40.72 a 60.46	Media	0.5
	60.47 a 80.21	Alta	0.75
	80.22 ó más	Muy alta	1
Viviendas sin servicio de electricidad	Rangos (%)	Vulnerabilidad	Valor
	0 a 19.76	Muy baja	0
	19.77 a 39.52	Baja	0.25
	39.53 a 59.28	Media	0.5
	59.29 a 79.04	Alta	0.75
	79.05 o más	Muy alta	1

Rango de evaluación de factores de vivienda 1 (CENAPRED, 2021).

Vivienda			
Indicador	Rangos (%)	Vulnerabilidad	Valor
Viviendas con paredes de material de desecho y lámina de cartón	0 a 3.84	Muy baja	0
	3.85 a 7.68	Baja	0.25
	7.69 a 11.52	Media	0.5
	11.53 a 15.36	Alta	0.75
	15.37 ó más	Muy alta	1
Viviendas con piso de tierra	Rangos (%)	Vulnerabilidad	Valor
	1.52 a 20.82	Muy baja	0
	20.83 a 40.12	Baja	0.25
	40.13 a 59.42	Media	0.5
	59.43 a 78.72	Alta	0.75
	78.73 ó más	Muy alta	1
Déficit de vivienda	Rangos (%)	Vulnerabilidad	Valor
	1.63 a 13.72	Muy baja	0
	13.73 a 25.81	Baja	0.25
	25.82 a 37.90	Media	0.5
	37.91 a 49.99	Alta	0.75
	50.00 ó más	Muy alta	1

Vivienda				
Indicador	Datos		Grado de vulnerabilidad	Valor asignado
Viviendas sin servicio de agua entubada	TVDAE = Total de viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada	4,944	Muy baja	0
	TVNDAE = Total de viviendas particulares habitadas que no disponen de agua entubada	201		
	TVPH = Total de viviendas particulares habitadas	5,145		
	%VNDAE = (TVNDAE/TVPH)100	3.91%		
Viviendas sin servicio de drenaje	TVDD = Total de viviendas particulares habitadas que disponen drenaje	4,278	Muy baja	0
	TVNDD = Total de viviendas particulares habitadas que no disponen de drenaje	867		
	TVPH = Total de viviendas particulares habitadas	5,145		
	%VNDD = (TVNDD/TVPH)100	16.85%		
Viviendas sin servicio de electricidad	TVDE = Total de viviendas particulares habitadas que disponen energía eléctrica	5,025	Muy baja	0
	TVNDE = Total de viviendas particulares habitadas que no disponen de energía eléctrica	120		
	TVPH = Total de viviendas particulares habitadas	5,145		
	%VNDE = (TVND/TVPH)100	2.33%		

Vivienda				
Indicador	Datos		Grado de vulnerabilidad	Valor asignado
Viviendas con paredes de material de desecho y láminas de cartón	TVPMD = Total de viviendas particulares habitadas con paredes de material de desecho y lamina de cartón	0	Muy baja	0
	TVPH = Total de viviendas particulares habitadas	5,145		
	%VPMD=(TVPMD/TVPH)100	0.00%		
Viviendas con piso de tierra	TVPT = Total de viviendas particulares habitadas con piso de tierra	93	Muy baja	0
	TVPH = Total de viviendas particulares habitadas	5,145		
	TVPMDT = Total de viviendas particulares habitadas con piso de material diferente de tierra	5,052		
	%VPT = (TVPT/TVPH)100	1.81%		
Déficit de vivienda	TH = Total de hogares	5,145	Muy baja	0
	TVPH = Total de viviendas particulares habitadas	5,145		
	TVPMD = Total de viviendas particulares habitadas con paredes de material de desecho y lámina de cartón	0		
	TVPT = Total de viviendas particulares habitadas con piso de tierra	93		
	DV= ((TH-TVPH+ TVPMD+TVPT) / TVPH)100	1.81%		

Resultados obtenidos para el indicador de vivienda 1.

Empleo e ingresos			
Indicador	Rangos (%)	Vulnerabilidad	Valor
Población económicamente activa (PEA) que recibe ingresos de menos de 2 salarios mínimos	18.41 a 34.50	Muy baja	0
	34.51 a 50.59	Baja	0.25
	50.60 a 66.68	Media	0.5
	66.69 a 82.77	Alta	0.75
	82.78 o más	Muy alta	1
Razón de dependencia	Rangos (%)	Vulnerabilidad	Valor
	37.72 a 57.69	Muy baja	0
	57.70 a 77.66	Baja	0.25
	77.67 a 97.63	Media	0.5
	97.64 a 117.60	Alta	0.75
	117.60 ó más	Muy alta	1
Tasa de desempleo abierto	Rangos (%)	Vulnerabilidad	Valor
	0 a 3.09	Muy baja	0
	3.10 a 6.18	Baja	0.25
	6.19 a 9.27	Media	0.5
	9.28 a 12.36	Alta	0.75
	12.37 ó más	Muy alta	1

Rango de evaluación de empleos e ingresos1, (CENAPRED, 2021).

Empleo e ingresos				
Indicador	Datos		Grado de vulnerabilidad	Valor asignado
Población económicamente activa (PEA) que recibe ingresos de menos de 2 salarios mínimos	PH2SM = Población que percibe hasta 2 salarios mínimos (Dato obtenido mediante proporción basado en datos de INEGI 2000 y 2020)	3,032	Baja	0.25
	PEA = Población económicamente activa	8,329		
	%PEA=(PH2SM/PEA)100	36.40%		
Razón de dependencia	P0_14a = Población de 0 a 14 años	4,068	Media	0.5
	P65a = Población de 65 años y más	2,260		
	P15_64a = Población de 15 a 64 años	10,618		
	RD= ((P0 _14A+P65a) /P15_64a)100	59.60%		
Tasa de desempleo abierto	NoPD = Número de personas desocupadas	120	Muy baja	0
	PEA = Población económicamente activa	8,329		
	TDA=(NoPD/PEA)100	1.44%		

Resultados obtenidos para el indicador de empleos e ingresos

Población			
Indicador	Rangos (%)	Vulnerabilidad	Valor
Densidad de población	1 a 99 Habitantes por km²	Muy baja	0
	100 a 499 Habitantes por km²	Baja	0.25
	500 a 999 Habitantes por km²	Media	0.5
	1,000 a 4,999 Habitantes por km²	Alta	0.75
	Más de 5,000 habitantes por km²	Muy alta	1
Población de habla indígena	Rangos (%)	Vulnerabilidad	Valor
	Más del 40% de la población	Predominantemente indígena	1
	Menos del 40% de la población	Predominantemente no indígena	0
Dispersión poblacional	Rangos (%)	Vulnerabilidad	Valor
	0 a 9.9	Muy baja	0
	10 a 19.9	Baja	0.25
	20 a 29.9	Media	0.5
	30 a 39.9	Alta	0.75
	40 o más	Muy alta	1

Rango de evaluación de factores de población (CENAPRED, 2021).

Población				
Indicador	Datos		Grado de vulnerabilidad	Valor asignado
Densidad de población (km²)	PT = Población total	16,948	Muy baja	0
	ST = Superficie territorial	341.3		
	DP=PT/ST km²	49.66		
Población indígena	P5HLI= Población de 5 años y más que habla una lengua indígena (2020)	50	Predominantemente no indígena	0
	P5 = Población de 5 años y más	15,576		
	%PI=(P5HLI/P5)100	0.32%		
Dispersión poblacional	TPM2500hb = Total de la población que habita en localidades menores a 2,500 habitantes	16,948	Muy alta	1
	PT = Población total	16,948		
	DiPo=(TPM2500hb/PT)100	100.00%		

Resultados obtenidos para indicador de factores de población

Obtención de datos sobre la capacidad de respuesta

La información referente a la capacidad de respuesta se obtuvo mediante la aplicación de un cuestionario dirigido al titular de la Unidad de Protección Civil. Dicho instrumento fue elaborado previamente por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) y tiene como propósito evaluar la capacidad de prevención y respuesta de la dependencia responsable. El diseño del cuestionario puede consultarse en la ilustración correspondiente al instrumento de evaluación de la capacidad de respuesta.

Cabe señalar que a las respuestas afirmativas se les asignó un valor de 0, mientras que a las respuestas negativas se les otorgó un valor de 1. Esta asignación se fundamenta en que una menor capacidad de respuesta por parte del organismo encargado implica un mayor nivel de vulnerabilidad para la población, y viceversa (CENAPRED, 2021).

CUESTIONARIO DE CAPACIDAD DE RESPUESTA			
No.	Pregunta	SI	NO
1	El municipio cuenta con una unidad de protección civil o algún comité u organización comunitaria de gestión del riesgo que maneje la prevención, mitigación, preparación y la respuesta?		
2	¿Cuenta con un plan de emergencia?		
3	¿Cuenta con un consejo municipal el cual podría estar integrado por autoridades municipales y representantes de la sociedad civil para que en caso de emergencia organice y dirija las acciones de atención a la emergencia?		
4	¿Existe una normatividad que regule las funciones de la unidad de Protección Civil (p.ejem. manual de organización?		
5	¿Conoce los programas federales de apoyo para la prevención, mitigación y atención de desastres?		
6	¿Cuenta con un mecanismo de alerta temprana?		
7	¿Cuenta con canales de comunicación (organización a través de los cuales se pueda coordinar con otras instituciones, áreas o personas en caso de una emergencia?		
8	¿Las instituciones de salud municipales cuentan con programas de atención a la población (trabajo social, psicológico, vigilancia epidemiológica) en caso de desastre?		
9	¿Tiene establecidas las posibles rutas de evacuación y acceso (caminos y carreteras) en caso de una emergencia y/o desastre?		
10	¿Tienes establecido los sitios que pueden fungir como helipuertos?		
11	¿Tiene ubicados los sitios que pueden funcionar como refugios temporales en caso de un desastre?		
12	¿Tiene establecido un stock de alimentos, cobertores, colchonetas y pacas de lámina de cartón para casos de emergencia?		
13	Tiene establecido un vínculo con centros de asistencia social (DIF, DICONSA, LICONSA, etc) para la operación de los albergues y distribución de alimentos, cobertores, etc.?		
14	¿Se llevan a cabo simulacros en las distintas instituciones (escuelas, centros de salud, etc.) sobre qué hacer en caso de una emergencia y promueve un Plan de Familiar de Protección Civil?		
15	¿Cuenta con un número de personal activo?		
16	¿El personal está capacitado para informar sobre qué hacer en caso de una emergencia?		
17	¿Cuenta con mapas o croquis de su localidad que tengan identificados puntos críticos o zonas de peligro?		
18	¿Cuenta con el equipo necesario en su unidad para la comunicación tanto para recibir como para enviar información (computadora, internet, fax, teléfono, etc.)?		
19	¿Cuenta con acervos de información históricos de desastres anteriores y las acciones que se llevaron a cabo para atenderlos?		
20	¿Cuenta con equipo para comunicación estatal y/o municipal (radios fijos, móviles y/o portátiles)?		
21	¿Cuenta con algún Sistema de Información Geográfica (SIG) para procesar y analizar información cartográfica y estadística con el fin de ubicar con coordenadas geográficas los puntos críticos en su localidad?		
22	¿Cuenta con algún sistema de Geo Posicionamiento Global (GPS) para georreferenciar puntos críticos en su localidad?		
23	¿Cuál es el grado promedio de escolaridad que tiene el personal activo?		
24	¿Qué actividades realizan normalmente?		
	TOTAL		

Formato del cuestionario de capacidad de respuesta

Obtención de datos sobre la percepción local

Posteriormente, se llevó a cabo trabajo de campo mediante la aplicación de un total de ocho encuestas a la población, utilizando el instrumento mostrado en la ilustración correspondiente al cuestionario de percepción local. Los resultados obtenidos permiten comprender la percepción de la población respecto a los riesgos presentes en el municipio (véase Anexo: Aplicación de encuestas).

A cada respuesta se le asignó un valor de 0, 0.5 o 1, de acuerdo con el tipo de respuesta. Una vez concluida la aplicación de las encuestas, se calculó el valor total de cada una con el objetivo de obtener una calificación individual. Posteriormente, se determinó un puntaje promedio mediante la suma de los resultados de todas las encuestas, dividido entre el número total de instrumentos aplicados. Con base en este valor, se asignó la calificación final y el nivel de vulnerabilidad correspondiente a este indicador.

MUNICIPIO: _____ **ESCOLARIDAD:** _____

NO.	Pregunta	Valores			Total
		A	B	C	
1	¿Dentro de los tipos de peligro que existen (ver el cuadro) cuántos tipos de fuentes de peligro identifica en su comunidad?	De 1 a 5	De 6 a 13	14 o mas	
		1	0.5	0	
2	Respecto a los peligros mencionados en la pregunta no. 1 ¿recuerda o sabe si ha habido emergencias asociadas a estas amenazas en los últimos años?	Si	No	No sé	
		0	1	1	
3	¿Considera que un fenómeno natural se pueda convertir en desastre?	Si	No	No sé	
		0	1	1	
4	¿Considera que su vivienda está localizada en un área susceptible de amenazas (¿Que se encuentra en una ladera, zona sísmica, zona de inundación, Etc.?	Si	No	No sé	
		0	1	1	
5	Ha sufrido la pérdida de algún bien a causa de un desastre natural??	Si	No	No sé	
		0	1	1	
6	En caso de que recuerde algún desastre, los daños que se presentaron en su comunidad fueron	Ninguna fatalidad, daños leves a viviendas o infraestructura (bajo)	Personas fallecidas, algunas viviendas con daño total y daños a infraestructura (Medio)	Personas fallecidas, daño total en muchas viviendas y daños graves en infraestructura (alto)	
		0.25	0.5	1	
7	¿Alguna vez a quedado aislado su comunidad a causa de la interrupción de vías de comunicación, por algunas horas debido a algún tipo de fenómeno?	Si	No	No sé	
		0	1	1	
8	¿Cree que en su comunidad identifican los peligros?	si	No	No sé	
		0	1	1	
9	¿Conoce algún programa, obra o institución que ayuda a disminuir efectos de fenómenos naturales (Construcción de bordos, presas, terrazas, sistema de drenaje, sistema de alertamientos, etc.)?	Si	No	No sé	
		0	1	1	
10	¿En los centros educativos de su localidad o municipio se enseñan temas acerca de las consecuencias que trae consigo un fenómeno natural?	Si	No	No sé	
		0	1	1	
11	¿Alguna vez en su comunidad se han llevado a cabo campañas de información acerca de los peligros existentes en ella?	Si	No	No sé	
		0	1	1	
12	EN caso de haberse llevado campañas de información ¿Cómo se enteró?	No se enteró/no ha habido campañas	A través de medios impresos	A través de radio y televisión	
		1	0.5	0	
13	¿Ha participado en algún simulacro en alguna ocasión?	Si	No	No sé	
		0	1	1	
14	¿Sabe a quién o donde acudir en caso de alguna emergencia?	Si	No		
		0	1		
15.	¿Sabe si existe en su comunidad un sistema de alertamiento para dar aviso a la población sobre alguna emergencia?	Si	No		
		0	1		
16	En caso de haber sido afectado a causa de un fenómeno natural, ¿Se le brindó algún tipo de apoyo?	Si	No	No sé	
		0	1	1	
17	¿Ha sido evacuado a causa de algún fenómeno natural? (inundación, sismo, erupción)	Si	No	No sé	
		0	1	1	
18	De acuerdo con experiencias anteriores ¿considera que su comunidad está lista para afrontar una situación de desastre tomando en cuenta las labores de prevención?	Si	No	No sé	
		0	1	1	
19	¿Existe en su comunidad, localidad o municipio alguna organización que trabaje en la atención de desastres?	Si	No	No sé	
		0	1	1	
20	¿Conoce la existencia de la unidad de protección civil?	Si	No	No sé	
		0	1	1	
21	¿Sabe dónde esté ubicada y que función desempeña la unidad de protección civil?	Se en donde se encuentra y sus funciones	No sé dónde se encuentra y no sé qué hace	Sé que hace pero no sé dónde se encuentra	
		0	1	0.5	
22	¿Estaría preparado para enfrentar otro desastre como el que enfrentó?	Si	No	No sé	
		0	1	1	
23	¿Considera que su comunidad puede afrontar una situación de desastre y tiene la información necesaria?	Si	No	No sé	
		0	1	1	
24	¿Qué tanto puede ayudar la unidad de protección civil?¿Puede afrontar una situación de desastre y tiene la información necesaria?	Mucho	Nada	Poco	
		0	1	0.5	
25	¿Si usted tuviera la certeza de que su vivienda se encuentra en peligro estaría dispuesto a reubicarse?	Si	No		
		0	1		

Cuestionario de percepción local

Resultados

Los tres rubros mencionados anteriormente tienen diferente participación para la determinación del GVS (Grado de Vulnerabilidad Social):

- Indicadores socioeconómicos (R1), tienen un peso de 50%, esto debido a que las condiciones de vida determinan en gran medida el grado de vulnerabilidad.
- A la capacidad de respuesta y prevención (R2) se le atribuye un 25%
- La percepción local del riesgo (R3) tiene un valor del 25%.

Para el cálculo del valor de GVS se emplea la siguiente formula:

$$GVS = (R1 * 0.50) + (R2 * 0.25) + (R3 * 0.25)$$

	Rangos (%)	Vulnerabilidad	Valor
Capacidad de respuesta	0 a 4	Muy alta	0
	4.1 a 8.0	Alta	0.25
	8.1 a 12.0	Media	0.5
	12.1 a 16.0	Baja	0.75
	16.1 ó más	Muy baja	1
Percepción local	Rangos (%)	Vulnerabilidad	Valor
	0 a 5.0	Muy alta	0
	5.1 a 10.0	Alta	0.25
	10.1 a 15.0	Media	0.5
	15.1 a 20.0	Baja	0.75
	20 ó más	Muy baja	1

Rango de evaluación de cuestionarios, (CENAPRED, 2021).

Rubro	Indicador	Sumatoria	Promedio
Salud	3	1.75	0.583
Educación	3	1.25	0.417
Vivienda	6	0	0.000
Empleo e ingresos	3	0	0.000
Población	3	1	0.333
Total		1.333	
Indicador socioeconómico total (Total/5 rubros)			**0.267**

Resultados finales aritméticos.

Rangos con respecto a la suma de las respuestas	Capacidad de prevención y respuesta	Valor asignado según condición de vulnerabilidad
3	Muy alta	**0**
Promedio de las encuestas	Percepción local	Valor asignado según condición de vulnerabilidad
0.96	Muy alta	**0**

Vulnerabilidad social (Elaboración propia a partir de datos de campo, 2025).

En las tablas que se presentan a continuación se muestran los resultados finales de las operaciones aritméticas correspondientes a cada uno de los factores y condiciones considerados para la determinación del grado de vulnerabilidad.

Rango de vulnerabilidad social	
Valor final	Grado de Vulnerabilidad Social Asociada a Desastres
0 a 0.20	Muy baja
0.21 a 0.40	Baja
0.41 a 0.60	Media
0.61 a 0.80	Alta
0.80 ó más	Muy alta

Rango de vulnerabilidad social, (CENAPRED, 2021).

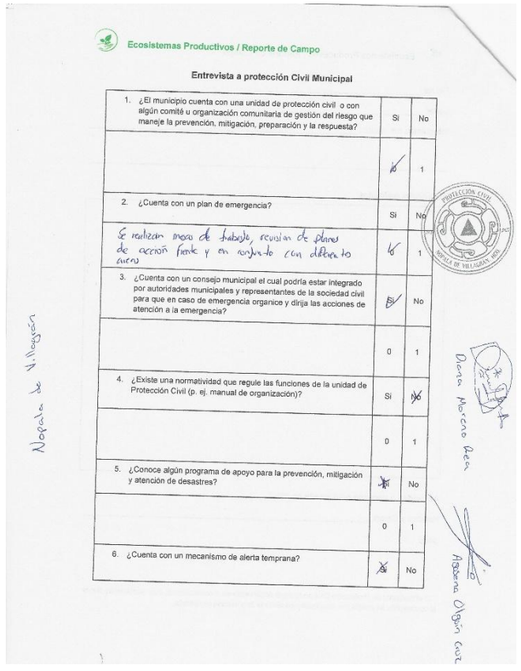
Por su parte, los resultados detallados de las encuestas aplicadas se incluyen en el apartado de Anexos, específicamente en la sección de Aplicación de encuestas. Una vez integrados los resultados correspondientes a los indicadores socioeconómicos, la capacidad de respuesta y la percepción local, estos fueron comparados con los rangos establecidos por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). Como resultado de este análisis, se determinó que el municipio presenta un grado de vulnerabilidad social de nivel medio.

Concepto	Puntaje	Porcentaje (%)	Puntaje final
R1= Indicadores socioeconómicos	0.267	0.5	0.1335
R2=Capacidad de respuesta	0.000	0.25	0
R3= Percepción local	0.000	0.25	0
GVS= (R1×.50) + (R2×.25) + (R3×.25)			
Valor final	**0.1335**	Grado de vulnerabilidad	**Muy baja**

Resultados finales de factores evaluados

ANEXOS

Encuesta de protección civil



Ecosistemas Productivos / Reporte de Campo

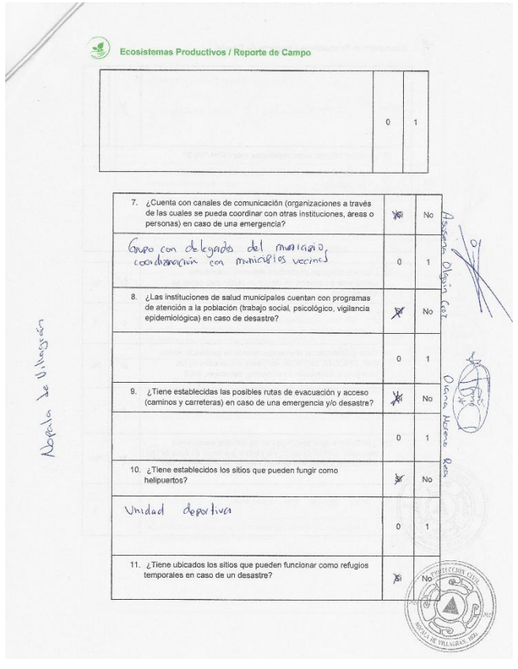
Entrevista a protección Civil Municipal

1. ¿El municipio cuenta con una unidad de protección civil o con algún comité u organización comunitaria de gestión del riesgo que maneje la prevención, mitigación, preparación y la respuesta?	Si	No
		1
2. ¿Cuenta con un plan de emergencia?	Si	No
Se realizan mapas de trabajo, recorridos de planes de acción frente y en conjunto con diferentes áreas		1
3. ¿Cuenta con un consejo municipal el cual podría estar integrado por autoridades municipales y representantes de la sociedad civil para que en caso de emergencia organice y dirija las acciones de atención a la emergencia?		No
	0	1
4. ¿Existe una normatividad que regule las funciones de la unidad de Protección Civil (p. ej. manual de organización)?	Si	
	0	1
5. ¿Conoce algún programa de apoyo para la prevención, mitigación y atención de desastres?		No
	0	1
6. ¿Cuenta con un mecanismo de alerta temprana?		No

Nopala de Villagrán

Diana Moreno Ben

Arianna Olguín Cruz

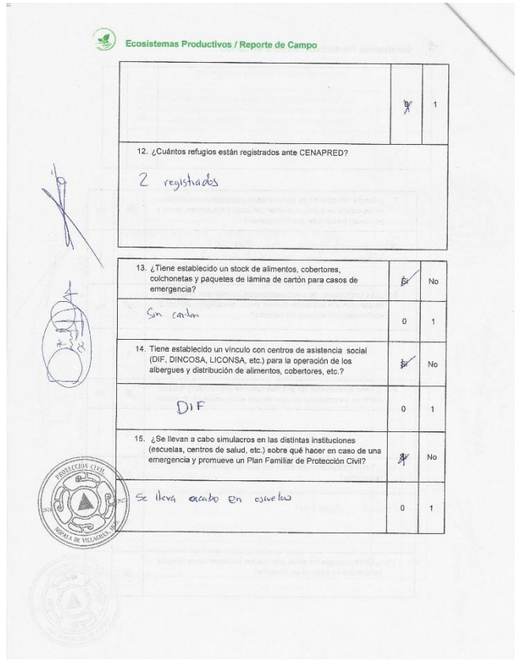


Ecosistemas Productivos / Reporte de Campo

	0	1
7. ¿Cuenta con canales de comunicación (organizaciones a través de las cuales se pueda coordinar con otras instituciones, áreas o personas) en caso de una emergencia?		No
Grupo con delegados del municipio, coordinación con municipios vecinos	0	1
8. ¿Las instituciones de salud municipales cuentan con programas de atención a la población (trabajo social, psicológico, vigilancia epidemiológica) en caso de desastre?		No
	0	1
9. ¿Tiene establecidas las posibles rutas de evacuación y acceso (caminos y carreteras) en caso de una emergencia y/o desastre?		No
	0	1
10. ¿Tiene establecidos los sitios que pueden fungir como helipuertos?		No
Unidad deportiva	0	1
11. ¿Tiene ubicados los sitios que pueden funcionar como refugios temporales en caso de un desastre?		No

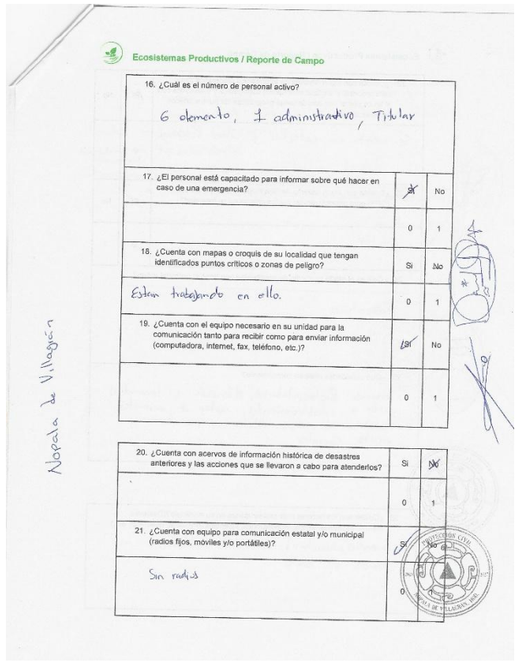
Nopala de Villagrán

Diana Moreno Ben



Ecosistemas Productivos / Reporte de Campo

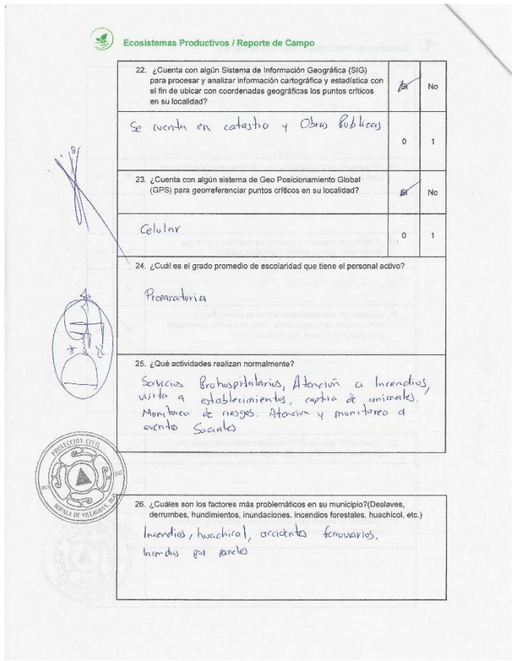
		1
12. ¿Cuántos refugios están registrados ante CENAPRED?		
2 registrados		
13. ¿Tiene establecido un stock de alimentos, cobertores, colchonetas y paquetes de lámina de cartón para casos de emergencia?		No
Sin cartón	0	1
14. Tiene establecido un vínculo con centros de asistencia social (DIF, DINCOSA, LICONSA, etc.) para la operación de los albergues y distribución de alimentos, cobertores, etc.?		No
DIF	0	1
15. ¿Se llevan a cabo simulacros en las distintas instituciones (escuelas, centros de salud, etc.) sobre qué hacer en caso de una emergencia y promueve un Plan Familiar de Protección Civil?		No
Se lleva acabo en escuelas	0	1



Ecosistemas Productivos / Reporte de Campo

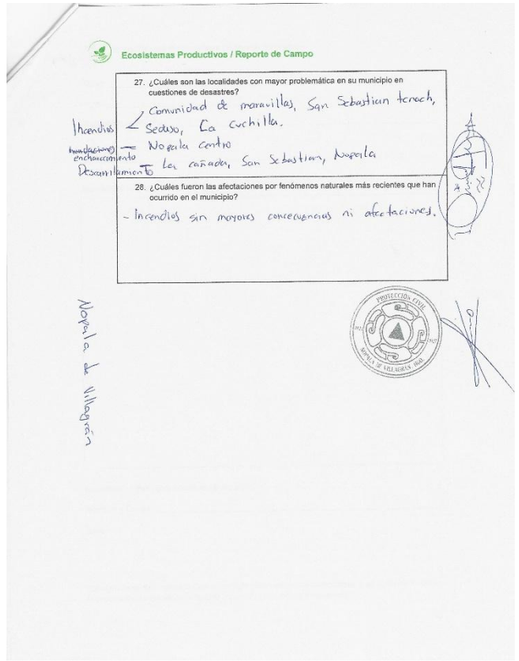
16. ¿Cuál es el número de personal activo?		
6 elemento, 1 administrativo, Titular		
17. ¿El personal está capacitado para informar sobre qué hacer en caso de una emergencia?		No
	0	1
18. ¿Cuenta con mapas o croquis de su localidad que tengan identificados puntos críticos o zonas de peligro?	Si	No
Están trabajando en ello.	0	1
19. ¿Cuenta con el equipo necesario en su unidad para la comunicación tanto para recibir como para enviar información (computadora, internet, fax, teléfono, etc.)?		No
	0	1
20. ¿Cuenta con acervos de información histórica de desastres anteriores y las acciones que se llevaron a cabo para atenderlos?	Si	
	0	1
21. ¿Cuenta con equipo para comunicación estatal y/o municipal (radios fijos, móviles y/o portátiles)?		
Sin radios	0	

Nopala de Villagrán



Ecosistemas Productivos / Reporte de Campo

22. ¿Cuenta con algún Sistema de Información Geográfica (SIG) para procesar y analizar información cartográfica y estadística con el fin de ubicar con coordenadas geográficas los puntos críticos en su localidad?		No
Se cuenta en catastro y Obras Públicas	0	1
23. ¿Cuenta con algún sistema de Geo Posicionamiento Global (GPS) para georreferenciar puntos críticos en su localidad?		No
Celular	0	1
24. ¿Cuál es el grado promedio de escolaridad que tiene el personal activo?		
Preparatoria		
25. ¿Qué actividades realizan normalmente?		
Servicios Prehospitalarios, Atención a Incendios, visita a establecimientos, captura de animales, Monitoreo de riesgos. Atención y monitoreo a eventos Sociales		
26. ¿Cuáles son los factores más problemáticos en su municipio?(Deslaves, derrumbes, hundimientos, inundaciones, incendios forestales, huachicol, etc.)		
Incendios, huachicol, accidentes ferroviarios. Incendios por parcelas		



Ecosistemas Productivos / Reporte de Campo

27. ¿Cuáles son las localidades con mayor problemática en su municipio en cuestiones de desastres?	
Incendios → Comunidad de maravillas, San Sebastian tenoch, Seccion, La cuchilla.	
Inundaciones → Nopala centro	
Deslaves → La cañada, San Sebastian, Nopala	
28. ¿Cuáles fueron las afectaciones por fenómenos naturales más recientes que han ocurrido en el municipio?	
- Incendios sin mayores consecuencias ni afectaciones.	

Nopala de Villagrán

Encuesta de población civil

Azucena

MUNICIPIO: Nopala de Villagrán ESCOLARIDAD: Universidad

NO.	Pregunta	Valores A	B	C	Total
1	¿Conoce de los tipos de peligros que existen (con el cuadro) cuántos tipos de fuentes de peligro identifica en su comunidad?	De 1 a 6 X 1	De 8 a 13 0.5	14 o más 0	1
2	Responda a los peligros mencionados en la pregunta no. 1 ¿marcando a cada uno de los habitó emergencias asociadas a estos amenazas en las últimas años?	Si X 0	No 1	No sé 1	1
3	¿Considera que un fenómeno natural se puede convertir en desastre?	Si X 0	No 1	No sé 1	0
4	¿Considera que su vivienda está localizada en un área susceptible de presentar (Que se encuentre en una ladera, zona alejada, zona de inundación, Etc.?	Si 0	No X 1	No sé 1	1
5	Ha sufrido la pérdida de algún bien a causa de un desastre natural?	Si 0	No X 1	No sé 1	1
6	En caso de que ocurrido algún desastre, los daños que se presentaron en su comunidad fueron	Ninguna totalidad, daños leves o moderados e infraestructura (bajo) 0.25 X	Personas fallecidas, algunos inmuebles con daño total y daños a infraestructura (media) 0.5	Personas fallecidas, daño total en muchos inmuebles y daños graves en infraestructura (alta) 1	0.25
7	¿Alguna vez a quedado aislado su comunidad a causa de la interrupción de vías de comunicación, por algunos tipos daños a algún tipo de fenómeno?	Si 0	No X 1	No sé 1	1
8	¿Cree que en su comunidad identifican los peligros?	Si 0	No X 1	No sé 1	1
9	¿Conoce algún programa, obra o institución que ayuda a disminuir efectos de fenómenos naturales (Construcción de bordos, presas, terrazas, sistema de drenaje, sistema de alcantarillados, etc.)?	Si X 0	No 1	No sé 1	1
10	¿En las ocasiones anteriores de su localidad o municipio se vivieron hechos acerca de los acontecimientos que nos consigo un fenómeno natural?	Si 0	No X 1	No sé 1	0
11	¿Alguna vez en su comunidad se han llevado a cabo campañas de información acerca de los peligros existentes en ella?	Si 0	No 1	No sé X 1	1
12	En caso de haberse llevado campañas de información ¿Cómo se enteró?	No se entendía los habían compañías 1	A través de medios impresos 0.5	A través de radio y televisión 0	1
13	¿Ha participado en algún simulacro en alguna ocasión?	Si X 0	No 1	No sé 1	0
14	¿Sabe o quién o donde acudir en caso de alguna emergencia?	Si X 0	No 1	1	0
15	¿Sabe si existe en su comunidad un sistema de alertamiento para dar aviso a la población sobre alguna emergencia?	Si 0	No X 1	1	1
16	En caso de haber sido afectado a causa de un fenómeno natural, ¿De la ayuda algún tipo de apoyo?	Si 0	No X 1	No sé 1	1
17	¿Ha sido avisado a causa de algún fenómeno natural? (huracanes, sismo, deslaves)	Si 0	No X 1	No sé 1	1
18	En ocasión con experiencias anteriores ¿consideran que su comunidad está lista para afrontar una situación de desastre tomando en cuenta las labores de prevención?	Si X 0	No 1	No sé 1	0
19	¿Existe en su comunidad, localidad o municipio alguna organización que trabaje en la atención de desastres?	Si 0	No X 1	No sé 1	1
20	¿Conoce la existencia de la unidad de protección civil?	Si X 0	No 1	No sé 1	0
21	¿Sabe cómo actuar/actuaría y que función desempeña la unidad de protección civil?	Si en donde se encuentra y sus funciones 0	No sé ubicar ni encuentra y no sé qué hacen 0.5	Sé que hace pero no sé ubicar en encuentra 1	0.5
22	¿Existe preparado para enfrentar otro desastre como el que sufrió?	Si 0	No X 1	No sé 1	1
23	¿Considera que su comunidad puede afrontar una situación de desastre y tiene la información necesaria?	Si 0	No X 1	No sé 1	1
24	¿Qué tanto puede ayudar la unidad de protección civil? ¿Puede afrontar una situación de desastre y tiene la información necesaria?	Mucho 0	Nada 1	Poco X 0.5	0.5
25	¿El usted tuviera la certeza de que su vivienda se encuentra en peligro estaría dispuesto a reubicarse?	Si 0	No X 1	0.5	0

MUNICIPIO: Nopala de V. ESCOLARIDAD: Preparatoria

NO.	Pregunta	Valores A	B	C	Total
1	¿Conoce de los tipos de peligros que existen (con el cuadro) cuántos tipos de fuentes de peligro identifica en su comunidad?	De 1 a 6 X 1	De 8 a 13 0.5	14 o más 0	1
2	Responda a los peligros mencionados en la pregunta no. 1 ¿marcando a cada uno de los habitó emergencias asociadas a estas amenazas en las últimas años?	Si X 0	No 1	No sé 1	0
3	¿Considera que un fenómeno natural se puede convertir en desastre?	Si X 0	No 1	No sé 1	0
4	¿Considera que su vivienda está localizada en un área susceptible de presentar (Que se encuentre en una ladera, zona alejada, zona de inundación, Etc.?	Si 0	No X 1	No sé 1	1
5	Ha sufrido la pérdida de algún bien a causa de un desastre natural?	Si 0	No X 1	No sé 1	1
6	En caso de que ocurrido algún desastre, los daños que se presentaron en su comunidad fueron	Ninguna totalidad, daños leves o moderados e infraestructura (bajo) 0.25 X	Personas fallecidas, algunos inmuebles con daño total y daños a infraestructura (media) 0.5	Personas fallecidas, daño total en muchos inmuebles y daños graves en infraestructura (alta) 1	0.25
7	¿Alguna vez a quedado aislado su comunidad a causa de la interrupción de vías de comunicación, por algunos tipos daños a algún tipo de fenómeno?	Si X 0	No 1	No sé 1	1
8	¿Cree que en su comunidad identifican los peligros?	Si 0	No X 1	No sé 1	1
9	¿Conoce algún programa, obra o institución que ayuda a disminuir efectos de fenómenos naturales (Construcción de bordos, presas, terrazas, sistema de drenaje, sistema de alcantarillados, etc.)?	Si X 0	No 1	No sé 1	1
10	¿En las ocasiones anteriores de su localidad o municipio se vivieron hechos acerca de los acontecimientos que nos consigo un fenómeno natural?	Si 0	No X 1	No sé 1	0
11	¿Alguna vez en su comunidad se han llevado a cabo campañas de información acerca de los peligros existentes en ella?	Si 0	No 1	No sé X 1	1
12	En caso de haberse llevado campañas de información ¿Cómo se enteró?	No se entendía los habían compañías 1	A través de medios impresos 0.5	A través de radio y televisión 0	1
13	¿Ha participado en algún simulacro en alguna ocasión?	Si X 0	No 1	No sé 1	0
14	¿Sabe o quién o donde acudir en caso de alguna emergencia?	Si 0	No X 1	1	0
15	¿Sabe si existe en su comunidad un sistema de alertamiento para dar aviso a la población sobre alguna emergencia?	Si 0	No X 1	1	1
16	En caso de haber sido afectado a causa de un fenómeno natural, ¿De la ayuda algún tipo de apoyo?	Si 0	No X 1	No sé 1	1
17	¿Ha sido avisado a causa de algún fenómeno natural? (huracanes, sismo, deslaves)	Si 0	No X 1	No sé 1	1
18	En ocasión con experiencias anteriores ¿consideran que su comunidad está lista para afrontar una situación de desastre tomando en cuenta las labores de prevención?	Si X 0	No 1	No sé 1	0
19	¿Existe en su comunidad, localidad o municipio alguna organización que trabaje en la atención de desastres?	Si 0	No X 1	No sé 1	1
20	¿Conoce la existencia de la unidad de protección civil?	Si X 0	No 1	No sé 1	0
21	¿Sabe cómo actuar/actuaría y que función desempeña la unidad de protección civil?	Si en donde se encuentra y sus funciones 0	No sé ubicar ni encuentra y no sé qué hacen 0.5	Sé que hace pero no sé ubicar en encuentra 1	0.5
22	¿Existe preparado para enfrentar otro desastre como el que sufrió?	Si 0	No X 1	No sé 1	1
23	¿Considera que su comunidad puede afrontar una situación de desastre y tiene la información necesaria?	Si 0	No X 1	No sé 1	1
24	¿Qué tanto puede ayudar la unidad de protección civil? ¿Puede afrontar una situación de desastre y tiene la información necesaria?	Mucho 0	Nada 1	Poco X 0.5	0.5
25	¿El usted tuviera la certeza de que su vivienda se encuentra en peligro estaría dispuesto a reubicarse?	Si 0	No X 1	0.5	0

Eduardo Cervantes

MUNICIPIO: Nopala de V. Maravillas ESCOLARIDAD: Secundaria

NO.	Pregunta	Valores A	B	C	Total
1	¿Conoce de los tipos de peligros que existen (con el cuadro) cuántos tipos de fuentes de peligro identifica en su comunidad?	De 1 a 6 X 1	De 8 a 13 0.5	14 o más 0	1
2	Responda a los peligros mencionados en la pregunta no. 1 ¿marcando a cada uno de los habitó emergencias asociadas a estas amenazas en las últimas años?	Si X 0	No 1	No sé 1	0
3	¿Considera que un fenómeno natural se puede convertir en desastre?	Si X 0	No 1	No sé 1	0
4	¿Considera que su vivienda está localizada en un área susceptible de presentar (Que se encuentre en una ladera, zona alejada, zona de inundación, Etc.?	Si 0	No X 1	No sé 1	1
5	Ha sufrido la pérdida de algún bien a causa de un desastre natural?	Si 0	No X 1	No sé 1	1
6	En caso de que ocurrido algún desastre, los daños que se presentaron en su comunidad fueron	Ninguna totalidad, daños leves o moderados e infraestructura (bajo) 0.25 X	Personas fallecidas, algunos inmuebles con daño total y daños a infraestructura (media) 0.5	Personas fallecidas, daño total en muchos inmuebles y daños graves en infraestructura (alta) 1	0.25
7	¿Alguna vez a quedado aislado su comunidad a causa de la interrupción de vías de comunicación, por algunos tipos daños a algún tipo de fenómeno?	Si X 0	No 1	No sé 1	0
8	¿Cree que en su comunidad identifican los peligros?	Si 0	No X 1	No sé 1	1
9	¿Conoce algún programa, obra o institución que ayuda a disminuir efectos de fenómenos naturales (Construcción de bordos, presas, terrazas, sistema de drenaje, sistema de alcantarillados, etc.)?	Si X 0	No 1	No sé 1	1
10	¿En las ocasiones anteriores de su localidad o municipio se vivieron hechos acerca de los acontecimientos que nos consigo un fenómeno natural?	Si 0	No X 1	No sé 1	0
11	¿Alguna vez en su comunidad se han llevado a cabo campañas de información acerca de los peligros existentes en ella?	Si 0	No 1	No sé X 1	1
12	En caso de haberse llevado campañas de información ¿Cómo se enteró?	No se entendía los habían compañías 1	A través de medios impresos 0.5	A través de radio y televisión 0	1
13	¿Ha participado en algún simulacro en alguna ocasión?	Si X 0	No 1	No sé 1	0
14	¿Sabe o quién o donde acudir en caso de alguna emergencia?	Si X 0	No 1	1	0
15	¿Sabe si existe en su comunidad un sistema de alertamiento para dar aviso a la población sobre alguna emergencia?	Si 0	No X 1	1	1
16	En caso de haber sido afectado a causa de un fenómeno natural, ¿De la ayuda algún tipo de apoyo?	Si 0	No X 1	No sé 1	1
17	¿Ha sido avisado a causa de algún fenómeno natural? (huracanes, sismo, deslaves)	Si 0	No 1	No sé X 1	1
18	En ocasión con experiencias anteriores ¿consideran que su comunidad está lista para afrontar una situación de desastre tomando en cuenta las labores de prevención?	Si X 0	No 1	No sé 1	0
19	¿Existe en su comunidad, localidad o municipio alguna organización que trabaje en la atención de desastres?	Si 0	No X 1	No sé 1	1
20	¿Conoce la existencia de la unidad de protección civil?	Si X 0	No 1	No sé 1	0
21	¿Sabe cómo actuar/actuaría y que función desempeña la unidad de protección civil?	Si en donde se encuentra y sus funciones 0	No sé ubicar ni encuentra y no sé qué hacen 0.5	Sé que hace pero no sé ubicar en encuentra 1	0.5
22	¿Existe preparado para enfrentar otro desastre como el que sufrió?	Si 0	No X 1	No sé 1	1
23	¿Considera que su comunidad puede afrontar una situación de desastre y tiene la información necesaria?	Si 0	No X 1	No sé 1	1
24	¿Qué tanto puede ayudar la unidad de protección civil? ¿Puede afrontar una situación de desastre y tiene la información necesaria?	Mucho 0	Nada 1	Poco X 0.5	0.5
25	¿El usted tuviera la certeza de que su vivienda se encuentra en peligro estaría dispuesto a reubicarse?	Si 0	No X 1	0.5	0

Juan Gonzalo

MUNICIPIO: Nopala de V. Maravillas ESCOLARIDAD: Secundaria

NO.	Pregunta	Valores A	B	C	Total
1	¿Conoce de los tipos de peligros que existen (con el cuadro) cuántos tipos de fuentes de peligro identifica en su comunidad?	De 1 a 6 X 1	De 8 a 13 0.5	14 o más 0	1
2	Responda a los peligros mencionados en la pregunta no. 1 ¿marcando a cada uno de los habitó emergencias asociadas a estas amenazas en las últimas años?	Si X 0	No 1	No sé 1	0
3	¿Considera que un fenómeno natural se puede convertir en desastre?	Si 0	No X 1	No sé 1	0
4	¿Considera que su vivienda está localizada en un área susceptible de presentar (Que se encuentre en una ladera, zona alejada, zona de inundación, Etc.?	Si 0	No X 1	No sé 1	1
5	Ha sufrido la pérdida de algún bien a causa de un desastre natural?	Si 0	No X 1	No sé 1	1
6	En caso de que ocurrido algún desastre, los daños que se presentaron en su comunidad fueron	Ninguna totalidad, daños leves o moderados e infraestructura (bajo) 0.25 X	Personas fallecidas, algunos inmuebles con daño total y daños a infraestructura (media) 0.5	Personas fallecidas, daño total en muchos inmuebles y daños graves en infraestructura (alta) 1	0.25
7	¿Alguna vez a quedado aislado su comunidad a causa de la interrupción de vías de comunicación, por algunos tipos daños a algún tipo de fenómeno?	Si X 0	No 1	No sé 1	1
8	¿Cree que en su comunidad identifican los peligros?	Si 0	No X 1	No sé 1	0
9	¿Conoce algún programa, obra o institución que ayuda a disminuir efectos de fenómenos naturales (Construcción de bordos, presas, terrazas, sistema de drenaje, sistema de alcantarillados, etc.)?	Si X 0	No 1	No sé 1	1
10	¿En las ocasiones anteriores de su localidad o municipio se vivieron hechos acerca de los acontecimientos que nos consigo un fenómeno natural?	Si 0	No X 1	No sé 1	1
11	¿Alguna vez en su comunidad se han llevado a cabo campañas de información acerca de los peligros existentes en ella?	Si 0	No 1	No sé X 1	1
12	En caso de haberse llevado campañas de información ¿Cómo se enteró?	No se entendía los habían compañías 1	A través de medios impresos 0.5	A través de radio y televisión 0	1
13	¿Ha participado en algún simulacro en alguna ocasión?	Si X 0	No 1	No sé 1	1
14	¿Sabe o quién o donde acudir en caso de alguna emergencia?	Si X 0	No 1	1	0
15	¿Sabe si existe en su comunidad un sistema de alertamiento para dar aviso a la población sobre alguna emergencia?	Si 0	No X 1	1	1
16	En caso de haber sido afectado a causa de un fenómeno natural, ¿De la ayuda algún tipo de apoyo?	Si 0	No X 1	No sé 1	1
17	¿Ha sido avisado a causa de algún fenómeno natural? (huracanes, sismo, deslaves)	Si 0	No X 1	No sé 1	1
18	En ocasión con experiencias anteriores ¿consideran que su comunidad está lista para afrontar una situación de desastre tomando en cuenta las labores de prevención?	Si X 0	No 1	No sé 1	1
19	¿Existe en su comunidad, localidad o municipio alguna organización que trabaje en la atención de desastres?	Si 0	No X 1	No sé 1	0
20	¿Conoce la existencia de la unidad de protección civil?	Si X 0	No 1	No sé 1	0
21	¿Sabe cómo actuar/actuaría y que función desempeña la unidad de protección civil?	Si en donde se encuentra y sus funciones 0	No sé ubicar ni encuentra y no sé qué hacen 0.5	Sé que hace pero no sé ubicar en encuentra 1	0.5
22	¿Existe preparado para enfrentar otro desastre como el que sufrió?	Si 0	No X 1	No sé 1	1
23	¿Considera que su comunidad puede afrontar una situación de desastre y tiene la información necesaria?	Si 0	No X 1	No sé 1	1
24	¿Qué tanto puede ayudar la unidad de protección civil? ¿Puede afrontar una situación de desastre y tiene la información necesaria?	Mucho 0	Nada 1	Poco X 0.5	0.5
25	¿El usted tuviera la certeza de que su vivienda se encuentra en peligro estaría dispuesto a reubicarse?	Si 0	No X 1	0.5	0

Roberto Gonzales

MUNICIPIO: Nopala de V. Bautista ESCOLARIDAD: Primaria

NO.	Pregunta	Valores A	B	C	Total
1	¿Conoce de los tipos de peligros que existen (con el cuadro) cuántos tipos de fuentes de peligro identifica en su comunidad?	De 1 a 6 X 1	De 8 a 13 0.5	14 o más 0	1
2	Responda a los peligros mencionados en la pregunta no. 1 ¿marcando a cada uno de los habitó emergencias asociadas a estas amenazas en las últimas años?	Si 0	No X 1	No sé 1	1
3	¿Considera que un fenómeno natural se puede convertir en desastre?	Si X 0	No 1	No sé 1	0
4	¿Considera que su vivienda está localizada en un área susceptible de presentar (Que se encuentre en una ladera, zona alejada, zona de inundación, Etc.?	Si 0	No X 1	No sé 1	1
5	Ha sufrido la pérdida de algún bien a causa de un desastre natural?	Si 0	No X 1	No sé 1	1
6	En caso de que ocurrido algún desastre, los daños que se presentaron en su comunidad fueron	Ninguna totalidad, daños leves o moderados e infraestructura (bajo) 0.25 X	Personas fallecidas, algunos inmuebles con daño total y daños a infraestructura (media) 0.5	Personas fallecidas, daño total en muchos inmuebles y daños graves en infraestructura (alta) 1	0.25
7	¿Alguna vez a quedado aislado su comunidad a causa de la interrupción de vías de comunicación, por algunos tipos daños a algún tipo de fenómeno?	Si X 0	No 1	No sé 1	1
8	¿Cree que en su comunidad identifican los peligros?	Si 0	No X 1	No sé 1	0
9	¿Conoce algún programa, obra o institución que ayuda a disminuir efectos de fenómenos naturales (Construcción de bordos, presas, terrazas, sistema de drenaje, sistema de alcantarillados, etc.)?	Si X 0	No 1	No sé 1	1
10	¿En las ocasiones anteriores de su localidad o municipio se vivieron hechos acerca de los acontecimientos que nos consigo un fenómeno natural?	Si 0	No X 1	No sé 1	0
11	¿Alguna vez en su comunidad se han llevado a cabo campañas de información acerca de los peligros existentes en ella?	Si 0	No 1	No sé X 1	1
12	En caso de haberse llevado campañas de información ¿Cómo se enteró?	No se entendía los habían compañías 1	A través de medios impresos 0.5	A través de radio y televisión 0	1
13	¿Ha participado en algún simulacro en alguna ocasión?	Si X 0	No 1	No sé 1	0
14	¿Sabe o quién o donde acudir en caso de alguna emergencia?	Si 0	No X 1	1	0
15	¿Sabe si existe en su comunidad un sistema de alertamiento para dar aviso a la población sobre alguna emergencia?	Si 0	No X 1	1	1
16	En caso de haber sido afectado a causa de un fenómeno natural, ¿De la ayuda algún tipo de apoyo?	Si 0	No X 1	No sé 1	1
17	¿Ha sido avisado a causa de algún fenómeno natural? (huracanes, sismo, deslaves)	Si 0	No X 1	No sé 1	1
18	En ocasión con experiencias anteriores ¿consideran que su comunidad está lista para afrontar una situación de desastre tomando en cuenta las labores de prevención?	Si X 0	No 1	No sé 1	0
19	¿Existe en su comunidad, localidad o municipio alguna organización que trabaje en la atención de desastres?	Si 0	No X 1	No sé 1	1
20	¿Conoce la existencia de la unidad de protección civil?	Si X 0	No 1	No sé 1	0
21	¿Sabe cómo actuar/actuaría y que función desempeña la unidad de protección civil?	Si en donde se encuentra y sus funciones 0	No sé ubicar ni encuentra y no sé qué hacen 0.5	Sé que hace pero no sé ubicar en encuentra 1	0.5
22	¿Existe preparado para enfrentar otro desastre como el que sufrió?	Si 0	No X 1	No sé 1	1
23	¿Considera que su comunidad puede afrontar una situación de desastre y tiene la información necesaria?	Si 0	No X 1	No sé 1	1
24	¿Qué tanto puede ayudar la unidad de protección civil? ¿Puede afrontar una situación de desastre y tiene la información necesaria?	Mucho 0	Nada 1	Poco X 0.5	0.5
25	¿El usted tuviera la certeza de que su vivienda se encuentra en peligro estaría dispuesto a reubicarse?	Si 0	No X 1	0.5	0

Yesenia Talantino

MUNICIPIO: Nopala de V. San Sebastián de Juárez ESCOLARIDAD: Secundaria

NO.	Pregunta	Valores A	B	C	Total
1	¿Conoce de los tipos de peligros que existen (con el cuadro) cuántos tipos de fuentes de peligro identifica en su comunidad?	De 1 a 6 X 1	De 8 a 13 0.5	14 o más 0	1
2	Responda a los peligros mencionados en la pregunta no. 1 ¿marcando a cada uno de los habitó emergencias asociadas a estas amenazas en las últimas años?	Si 0	No X 1	No sé 1	1
3	¿Considera que un fenómeno natural se puede convertir en desastre?	Si X 0	No 1	No sé 1	0
4	¿Considera que su vivienda está localizada en un área susceptible de presentar (Que se encuentre en una ladera, zona alejada, zona de inundación, Etc.?	Si 0	No X 1	No sé 1	1
5	Ha sufrido la pérdida de algún bien a causa de un desastre natural?	Si 0	No X 1	No sé 1	1
6	En caso de que ocurrido algún desastre, los daños que se presentaron en su comunidad fueron	Ninguna totalidad, daños leves o moderados e infraestructura (bajo) 0.25 X	Personas fallecidas, algunos inmuebles con daño total y daños a infraestructura (media) 0.5	Personas fallecidas, daño total en muchos inmuebles y daños graves en infraestructura (alta) 1	0.25
7	¿Alguna vez a quedado aislado su comunidad a causa de la interrupción de vías de comunicación, por algunos tipos daños a algún tipo de fenómeno?	Si X 0	No 1	No sé 1	1
8	¿Cree que en su comunidad identifican los peligros?	Si 0	No X 1	No sé 1	0
9	¿Conoce algún programa, obra o institución que ayuda a disminuir efectos de fenómenos naturales (Construcción de bordos, presas, terrazas, sistema de drenaje, sistema de alcantarillados, etc.)?	Si X 0	No 1	No sé 1	1
10	¿En las ocasiones anteriores de su localidad o municipio se vivieron hechos acerca de los acontecimientos que nos consigo un fenómeno natural?	Si 0	No X 1	No sé 1	0
11	¿Alguna vez en su comunidad se han llevado a cabo campañas de información acerca de los peligros existentes en ella?	Si 0	No 1	No sé X 1	1
12	En caso de haberse llevado campañas de información ¿Cómo se enteró?	No se entendía los habían compañías 1	A través de medios impresos 0.5	A través de radio y televisión 0	1
13	¿Ha participado en algún simulacro en alguna ocasión?	Si X 0	No 1	No sé 1	0
14	¿Sabe o quién o donde acudir en caso de alguna emergencia?	Si 0	No X 1	1	0
15	¿Sabe si existe en su comunidad un sistema de alertamiento para dar aviso a la población sobre alguna emergencia?	Si 0	No X 1	1	1
16	En caso de haber sido afectado a causa de un fenómeno natural, ¿De la ayuda algún tipo de apoyo?	Si 0	No X 1	No sé 1	1
17	¿Ha sido avisado a causa de algún fenómeno natural? (huracanes, sismo, deslaves)	Si 0	No X 1	No sé 1	1
18	En ocasión con experiencias anteriores ¿consideran que su comunidad está lista para afrontar una situación de desastre tomando en cuenta las labores de prevención?	Si X 0	No 1	No sé 1	0
19	¿Existe en su comunidad, localidad o municipio alguna organización que trabaje en la atención de desastres?	Si 0	No X 1	No sé 1	1
20	¿Conoce la existencia de la unidad de protección civil?	Si X 0	No 1	No sé 1	0
21	¿Sabe cómo actuar/actuaría y que función desempeña la unidad de protección civil?	Si en donde se encuentra y sus funciones 0	No sé ubicar ni encuentra y no sé qué hacen 0.5	Sé que hace pero no sé ubicar en encuentra 1	0.5
22	¿Existe preparado para enfrentar otro desastre como el que sufrió?	Si 0	No X 1	No sé 1	1
23	¿Considera que su comunidad puede afrontar una situación de desastre y tiene la información necesaria?	Si 0	No X 1	No sé 1	1
24	¿Qué tanto puede ayudar la unidad de protección civil? ¿Puede afrontar una situación de desastre y tiene la información necesaria?	Mucho 0	Nada 1	Poco X 0.5	0.5
25	¿El usted tuviera la certeza de que su vivienda se encuentra en peligro estaría dispuesto a reubicarse?	Si 0	No X 1	0.5	0

Dennis Zamudio

MUNICIPIO: Nopala de V. San Lorenzo El Chico ESCOLARIDAD: Preparatoria

NO.	Pregunta	Valores A	B	C	Total
1	¿Conoce de los tipos de peligros que existen (con el cuadro) cuántos tipos de fuentes de peligro identifica en su comunidad?	De 1 a 6 X 1	De 8 a 13 0.5	14 o más 0	1
2	Responda a los peligros mencionados en la pregunta no. 1 ¿marcando a cada uno de los habitó emergencias asociadas a estas amenazas en las últimas años?	Si X 0	No 1	No sé 1	0
3	¿Considera que un fenómeno natural se puede convertir en desastre?	Si X 0	No 1	No sé 1	0
4	¿Considera que su vivienda está localizada en un área susceptible de presentar (Que se encuentre en una ladera, zona alejada, zona de inundación, Etc.?	Si X 0	No 1	No sé 1	0
5	Ha sufrido la pérdida de algún bien a causa de un desastre natural?	Si 0	No X 1	No sé 1	1
6	En caso de que ocurrido algún desastre, los daños que se presentaron en su comunidad fueron	Ninguna totalidad, daños leves o moderados e infraestructura (bajo) 0.25 X	Personas fallecidas, algunos inmuebles con daño total y daños a infraestructura (media) 0.5	Personas fallecidas, daño total en muchos inmuebles y daños graves en infraestructura (alta) 1	0.25
7	¿Alguna vez a quedado aislado su comunidad a causa de la interrupción de vías de comunicación, por algunos tipos daños a algún tipo de fenómeno?	Si X 0	No 1	No sé 1	1
8	¿Cree que en su comunidad identifican los peligros?	Si 0	No X 1	No sé 1	0
9	¿Conoce algún programa, obra o institución que ayuda a disminuir efectos de fenómenos naturales (Construcción de bordos, presas, terrazas, sistema de drenaje, sistema de alcantarillados, etc.)?	Si X 0	No 1	No sé 1	0
10	¿En las ocasiones anteriores de su localidad o municipio se vivieron hechos acerca de los acontecimientos que nos consigo un fenómeno natural?	Si 0	No X 1	No sé 1	0
11	¿Alguna vez en su comunidad se han llevado a cabo campañas de información acerca de los peligros existentes en ella?	Si 0	No 1	No sé X 1	1
12	En caso de haberse llevado campañas de información ¿Cómo se enteró?	No se entendía los habían compañías 1	A través de medios impresos 0.5	A través de radio y televisión 0	1
13	¿Ha participado en algún simulacro en alguna ocasión?	Si X 0	No 1	No sé 1	0
14	¿Sabe o quién o donde acudir en caso de alguna emergencia?	Si X 0	No 1	1	0
15	¿Sabe si existe en su comunidad un sistema de alertamiento para dar aviso a la población sobre alguna emergencia?	Si X 0	No 1	1	0
16	En caso de haber sido afectado a causa de un fenómeno natural, ¿De la ayuda algún tipo de apoyo?	Si 0	No X 1	No sé 1	0
17	¿Ha sido avisado a causa de algún fenómeno natural? (huracanes, sismo, deslaves)	Si 0	No X 1	No sé 1	0
18	En ocasión con experiencias anteriores ¿consideran que su comunidad está lista para afrontar una situación de desastre tomando en cuenta las labores de prevención?	Si X 0	No 1	No sé 1	0
19	¿Existe en su comunidad, localidad o municipio alguna organización que trabaje en la atención de desastres?	Si 0	No X 1	No sé 1	0
20	¿Conoce la existencia de la unidad de protección civil?	Si X 0	No 1	No sé 1	0
21	¿Sabe cómo actuar/actuaría y que función desempeña la unidad de protección civil?	Si en donde se encuentra y sus funciones 0	No sé ubicar ni encuentra y no sé qué hacen 0.5	Sé que hace pero no sé ubicar en encuentra 1	0.5
22	¿Existe preparado para enfrentar otro desastre como el que sufrió?	Si 0	No X 1	No sé 1	0
23	¿Considera que su comunidad puede afrontar una situación de desastre y tiene la información necesaria?	Si 0	No X 1	No sé 1	0
24	¿Qué tanto puede ayudar la unidad de protección civil? ¿Puede afrontar una situación de desastre y tiene la información necesaria?	Mucho 0	Nada 1	Poco X 0.5	0
25	¿El usted tuviera la certeza de que su vivienda se encuentra en peligro estaría dispuesto a reubicarse?	Si 0	No X 1	0.5	0

Ernestina Romero Hernández

MUNICIPIO: Nopala de V. Maravillas ESCOLARIDAD: Primaria

NO.	Pregunta	Valores A	B	C	Total
1	¿Conoce de los tipos de peligros que existen (con el cuadro) cuántos tipos de fuentes de peligro identifica en su comunidad?	De 1 a 6 X 1	De 8 a 13 0.5	14 o más 0	1
2	Responda a los peligros mencionados en la pregunta no. 1 ¿marcando a cada uno de los habitó emergencias asociadas a estas amenazas en las últimas años?	Si X 0	No 1	No sé 1	0
3	¿Considera que un fenómeno natural se puede convertir en desastre?	Si X 0	No 1	No sé 1	0
4	¿Considera que su vivienda está localizada en un área susceptible de presentar (Que se encuentre en una ladera, zona alejada, zona de inundación, Etc.?	Si 0	No X 1	No sé 1	1
5	Ha sufrido la pérdida de algún bien a causa de un desastre natural?	Si 0	No X 1	No sé 1	1
6	En caso de que ocurrido algún desastre, los daños que se presentaron en su comunidad fueron	Ninguna totalidad, daños leves o moderados e infraestructura (bajo) 0.25 X	Personas fallecidas, algunos inmuebles con daño total y daños a infraestructura (media) 0.5	Personas fallecidas, daño total en muchos inmuebles y daños graves en infraestructura (alta) 1	0.25
7	¿Alguna vez a quedado aislado su comunidad a causa de la interrupción de vías de comunicación, por algunos tipos daños a algún tipo de fenómeno?	Si X 0	No 1	No sé 1	1
8	¿Cree que en su comunidad identifican los peligros?	Si 0	No X 1	No sé 1	0
9	¿Conoce algún programa, obra o institución que ayuda a disminuir efectos de fenómenos naturales (Construcción de bordos, presas, terrazas, sistema de drenaje, sistema de alcantarillados, etc.)?	Si X 0	No 1	No sé 1	1
10	¿En las ocasiones anteriores de su localidad o municipio se vivieron hechos acerca de los acontecimientos que nos consigo un fenómeno natural?	Si 0	No X 1	No sé 1	1
11	¿Alguna vez en su comunidad se han llevado a cabo campañas de información acerca de los peligros existentes en ella?	Si 0	No 1	No sé X 1	1
12	En caso de haberse llevado campañas de información ¿Cómo se enteró?	No se entendía los habían compañías 1	A través de medios impresos 0.5	A través de radio y televisión 0	1
13	¿Ha participado en algún simulacro en alguna ocasión?	Si X 0	No 1	No sé 1	0
14	¿Sabe o quién o donde acudir en caso de alguna emergencia?	Si X 0	No 1	1	0
15	¿Sabe si existe en su comunidad un sistema de alertamiento para dar aviso a la población sobre alguna emergencia?	Si 0	No X 1	1	0
16	En caso de haber sido afectado a causa de un fenómeno natural, ¿De la ayuda algún tipo de apoyo?	Si 0	No X 1	No sé 1	1

Formato tipología de vivienda

6%

FORMATO PARA TIPOLOGÍA DE VIVIENDA.	
INFORMACIÓN GENERAL	Fecha: 28 - Noviembre - 2025
Municipio: Nopala de Villagran	
Modificaciones sufridas:	
ASPECTOS ARQUITECTONICOS.	
Regularidad en planta: buena (simétria) ✓, mala:	
Muros suficientes en dos direcciones: ☑ Sí ☐ No	
Número de niveles: 2 altura de entrepiso: 2.5 m, largo: 15 m	
ASPECTOS ESTRUCTURALES.	
Contó con asesoría profesional: ☐ Sí ☑ No	
MUROS.	
Piezas de mampostería	Ligeros o débiles
☐ Tabique macizo de barro recocido	☐ Enramado cubierto de palma o fibra vegetal
☐ Tabique hueco de barro recocido	☐ Enramado cubierto de lodo
☐ Tabique multiperforado de barro recocido	☐ De madera de materiales precarios
☑ Tabique macizo de concreto	☐ De madera con diagonales
☐ Piedras naturales	☐ De madera contrachapada (triplay) y diagonales
Adobe	Mampostería
☐ Simple (sin elementos de refuerzo)	☐ Simple (sin elementos de refuerzo o confinamiento)
☑ Confinado con castillos y dallas o malla y mortero	☐ Con refuerzo interior dudoso y sin supervisión profesional
Concreto	☐ Deficientemente confinada (aberturas sin refuerzo)
☑ Concreto calado en el lugar	☑ Reforzada interiormente
☐ Paneles prefabricados	☐ Adecuadamente confinada (refuerzo e aberturas)
Espesor de muros: 20 m.	
TECHOS.	Rígido
Flexible	☐ Vigas de acero con bóveda de tabique
☐ Material de desecho	☐ Vigas de acero con bóveda catalana
☐ Cubierto de palma o fibra vegetal	☑ Losa de concreto reforzado
☐ Madera	☐ Prefabricados (Vigueta, bovedilla u otros)
☐ Lámina de cartón asfáltico	Geometría
☐ Lámina de plástico o fibra de vidrio	☑ Plano (horizontal)
☐ Lámina metálica (zinc)	☐ A un agua
☐ Teja de barro	☐ A dos aguas
Tipo de anclaje del techo hacia los muros:	☐ Otro:
Espesor de la losa de concreto o tabique: 18 cm	

3

46%

FORMATO PARA TIPOLOGÍA DE VIVIENDA.	
INFORMACIÓN GENERAL	Fecha: 28 - Nov. - 2025
Municipio: Nopala de Villagran	
Modificaciones sufridas:	
ASPECTOS ARQUITECTONICOS.	
Regularidad en planta: buena (simétria) ✓, mala:	
Muros suficientes en dos direcciones: ☐ Sí ☐ No	
Número de niveles: 1 altura de entrepiso: 2 m, largo: 15	
ASPECTOS ESTRUCTURALES.	
Contó con asesoría profesional: ☐ Sí ☐ No	
MUROS.	
Piezas de mampostería	Ligeros o débiles
☐ Tabique macizo de barro recocido	☐ Enramado cubierto de palma o fibra vegetal
☐ Tabique hueco de barro recocido	☑ Enramado cubierto de lodo
☐ Tabique multiperforado de barro recocido	☐ De madera de materiales precarios
☐ Tabique macizo de concreto	☐ De madera con diagonales
☐ Piedras naturales	☐ De madera contrachapada (triplay) y diagonales
Adobe	Mampostería
☑ Simple (sin elementos de refuerzo)	☐ Simple (sin elementos de refuerzo o confinamiento)
☐ Confinado con castillos y dallas o malla y mortero	☑ Con refuerzo interior dudoso y sin supervisión profesional
Concreto	☐ Deficientemente confinada (aberturas sin refuerzo)
☐ Concreto calado en el lugar	☐ Reforzada interiormente
☐ Paneles prefabricados	☐ Adecuadamente confinada (refuerzo e aberturas)
Espesor de muros: 20 m.	
TECHOS.	Rígido
Flexible	☐ Vigas de acero con bóveda de tabique
☐ Material de desecho	☐ Vigas de acero con bóveda catalana
☐ Cubierto de palma o fibra vegetal	☐ Losa de concreto reforzado
☐ Madera	☐ Prefabricados (Vigueta, bovedilla u otros)
☐ Lámina de cartón asfáltico	Geometría
☐ Lámina de plástico o fibra de vidrio	☐ Plano (horizontal)
☑ Lámina metálica (zinc)	☑ A un agua
☐ Teja de barro	☐ A dos aguas
Tipo de anclaje del techo hacia los muros:	☐ Otro:
Espesor de la losa de concreto o tabique: 15 cm	

4

32%

FORMATO PARA TIPOLOGÍA DE VIVIENDA.	
INFORMACIÓN GENERAL	Fecha: 27-Nov.-2025
Municipio: Nopala de Villagran	
Modificaciones sufridas:	
ASPECTOS ARQUITECTONICOS.	
Regularidad en planta: buena (simétria) ✓, mala:	
Muros suficientes en dos direcciones: ☑ Sí ☐ No	
Número de niveles: 1 altura de entrepiso: 2 m m, largo: 10	
ASPECTOS ESTRUCTURALES.	
Contó con asesoría profesional: ☐ Sí ☐ No	
MUROS.	
Piezas de mampostería	Ligeros o débiles
☐ Tabique macizo de barro recocido	☐ Enramado cubierto de palma o fibra vegetal
☐ Tabique hueco de barro recocido	☑ Enramado cubierto de lodo
☐ Tabique multiperforado de barro recocido	☐ De madera de materiales precarios
☐ Tabique macizo de concreto	☐ De madera con diagonales
☑ Piedras naturales	☐ De madera contrachapada (triplay) y diagonales
Adobe	Mampostería
☑ Simple (sin elementos de refuerzo)	☐ Simple (sin elementos de refuerzo o confinamiento)
☐ Confinado con castillos y dallas o malla y mortero	☑ Con refuerzo interior dudoso y sin supervisión profesional
Concreto	☐ Deficientemente confinada (aberturas sin refuerzo)
☑ Concreto calado en el lugar	☐ Reforzada interiormente
☐ Paneles prefabricados	☐ Adecuadamente confinada (refuerzo e aberturas)
Espesor de muros: 17 m.	
TECHOS.	Rígido
Flexible	☐ Vigas de acero con bóveda de tabique
☐ Material de desecho	☐ Vigas de acero con bóveda catalana
☐ Cubierto de palma o fibra vegetal	☐ Losa de concreto reforzado
☐ Madera	☐ Prefabricados (Vigueta, bovedilla u otros)
☐ Lámina de cartón asfáltico	Geometría
☐ Lámina de plástico o fibra de vidrio	☐ Plano (horizontal)
☐ Lámina metálica (zinc)	☑ A un agua
☑ Teja de barro	☐ A dos aguas
Tipo de anclaje del techo hacia los muros:	☐ Otro:
Espesor de la losa de concreto o tabique: 15 cm	

1

20%

FORMATO PARA TIPOLOGÍA DE VIVIENDA.	
INFORMACIÓN GENERAL	Fecha: 27-Noviembre-2025
Municipio: Nopala de Villagran	
Modificaciones sufridas:	
ASPECTOS ARQUITECTONICOS.	
Regularidad en planta: buena (simétria) ✓, mala:	
Muros suficientes en dos direcciones: ☑ Sí ☐ No	
Número de niveles: 1 altura de entrepiso: 2.5 m m, largo: 16	
ASPECTOS ESTRUCTURALES.	
Contó con asesoría profesional: ☐ Sí ☑ No	
MUROS.	
Piezas de mampostería	Ligeros o débiles
☐ Tabique macizo de barro recocido	☐ Enramado cubierto de palma o fibra vegetal
☐ Tabique hueco de barro recocido	☐ Enramado cubierto de lodo
☐ Tabique multiperforado de barro recocido	☐ De madera de materiales precarios
☑ Tabique macizo de concreto	☐ De madera con diagonales
☐ Piedras naturales	☐ De madera contrachapada (triplay) y diagonales
Adobe	Mampostería
☐ Simple (sin elementos de refuerzo)	☐ Simple (sin elementos de refuerzo o confinamiento)
☐ Confinado con castillos y dallas o malla y mortero	☐ Con refuerzo interior dudoso y sin supervisión profesional
Concreto	☐ Deficientemente confinada (aberturas sin refuerzo)
☑ Concreto calado en el lugar	☑ Reforzada interiormente
☐ Paneles prefabricados	☐ Adecuadamente confinada (refuerzo e aberturas)
Espesor de muros: 18 m.	
TECHOS.	Rígido
Flexible	☐ Vigas de acero con bóveda de tabique
☐ Material de desecho	☐ Vigas de acero con bóveda catalana
☐ Cubierto de palma o fibra vegetal	☑ Losa de concreto reforzado
☐ Madera	☐ Prefabricados (Vigueta, bovedilla u otros)
☐ Lámina de cartón asfáltico	Geometría
☐ Lámina de plástico o fibra de vidrio	☑ Plano (horizontal)
☐ Lámina metálica (zinc)	☐ A un agua
☐ Teja de barro	☐ A dos aguas
Tipo de anclaje del techo hacia los muros:	☐ Otro:
Espesor de la losa de concreto o tabique: 20 cm	

2

Formato para fotografías

FORMATO PARA FOTOGRAFÍAS

Municipio: Nopala de V. Hidalgo
Realizó: Equipo 3

No.	Nombre archivo	Coordenadas			Lugar (Localidad, Calle, etc)	Dirección de la fotografía (AZ)	Hora de la toma	Telefono ó camara	Peligro o riesgo
		X	Y	Z					
150	IMG_110843	20°17.444'	99°48.916'	2259	Huichiapan-Palmillo	150	11:08	Dulce	2 incendio
-	IMG_112437	417390	2243578	2273.5	Huichiapan-Palmillo	264	11:24	Dulce	2. incendio
-	IMG_121044	418132	2241435	2249.	Los cruces	129	12:10	Dulce	2 incendio
>	IMG_122236	419616	2240201	2266.	San Lorenzo el Chico	343	12:22	Dulce	2. inundación
-	IMG_122334	419607	2240211	2269	San Lorenzo El Chico	209	12:23	Dulce	2. inundación
-	IMG_124328	419346	2238421	2281	San Lorenzo El Chico	207	12:49	Dulce	Escuela
-	IMG_130138	417579	2237934	2292	El Fresno	173	13:01	Dulce	Infraestructura
-	IMG_130207	417582	2237939	2288	El Fresno	318	13:02	Dulce	Infraestructura
-	IMG_131221	420446	2236326	2326.7	El Barbollón	287	13:17	Dulce	Vias ferreas
156	IMG_131829	42500	2236327	2326	El Barbollón	224	13:18	Dulce	Vias ferreas
-	IMG_135831	423014	2236086	2321	El Bebollón	72	13:58	Dulce	Talleres e infraestructura
-	IMG_135913	423006	2236080	2318.	El Barbollón	321	13:59	Dulce	Infraestructura
-	IMG_140558	423075	2235955	2332	El Barbollón	178	14:05	Dulce	Infraestructura
-	IMG_152938	429711	2242736	2292	San Sebastian Tenochtitlán	11	15:29	Dulce	2. inundación
-	IMG_153016	429764	2242742	2292	San Sebastián Tenochtitlan	72	15:30	Dulce	2 inundacion
181	IMG_104854	20° 13.977'	99° 39.496'	2397	San Sebastián de Juarez	-	10:48	Dulce	Basurero clandestino
-	IMG_104852	443963	2230798	2393	San Sebastián de Juarez	348	10:48	Dulce	Hundimiento
-	IMG_134254	20° 15' 06.42"	98° 38' 38.5"	2407	Col. Centro	-	13:42	Dulce	Proteccion civil
-	IMG_101330	20° 15' 06.18"	99° 38' 38.5"	2407	Col. Centro	-	10:13	Dulce	Proteccion civil
187	IMG_141316	20° 13.706'	99° 38.188'	2391	El Resplandor	-	14:13	Dulce	Fabrica vidrio soplado
-	IMG-5213	20° 14' 61.96"	98° 35' 30.3"	2419	San Sebastian de Juarez	-	10:49	Alberto	Hundimiento
181	IMG_5187	20° 13.977	99° 35.195	2397	Bertha y Barrios	-	2:29	Alberto	Entrevista
-	IMG_5216	20° 10' 09.9"	98° 31' 59.5"	2354	San Sebastian de Juarez	-	11:26	Alberto	Entrevista
-	IMG_5220	20° 12' 15."2	98° 35' 17.15"	2404	Maravillas	-	12:14	Alberto	Entrevista
-	IMG_4578	20° 16.938'	99° 47.358'	2250	Las Cruces	-	11:49	Trejo	Entrevista

GLOSARIO

Abióticos: elemento no vivo de un ecosistema, como la luz solar, el agua, el suelo, el aire y la temperatura, que influye en las condiciones y el desarrollo de la vida.

Ablación: es el proceso de pérdida de masa que experimenta un objeto sólido debido a la fricción y al calentamiento extremo cuando entra en contacto con la atmósfera de un planeta.

Acelerógrafo: instrumento que registra la aceleración del movimiento del suelo durante un sismo y permite analizar la intensidad del movimiento en un sitio específico.

Acuífero: formación subterránea que almacena y transmite agua; su recarga es esencial para el abastecimiento humano y ambiental.

Aerosolizado: proceso mediante el cual partículas líquidas o sólidas quedan suspendidas en el aire en forma de aerosol, facilitando la transmisión de agentes infecciosos.

Alcalinidad: la alcalinidad se refiere a la presencia de sustancias hidrolizables en agua y como producto de hidrolisis generan el ion hidroxilo.

Altimetría: es la parte de la topografía que se dedica a medir las alturas y estudiar los métodos y técnicas para representar el relieve de un terreno.

Aluvial: depósito o terreno formado por materiales transportados y depositados por corrientes de agua.

Amplificación sísmica: fenómeno mediante el cual las ondas sísmicas aumentan su amplitud al atravesar materiales blandos o poco consolidados, lo que incrementa la intensidad del movimiento del suelo.

Andesítica: lava volcánica de viscosidad media, con un contenido de sílice del 55-60%, que fluye lentamente y formas coladas gruesas. Se asocia a erupciones explosivas, especialmente en zonas de subducción.

Anegamiento: acumulación temporal de agua en la superficie del terreno, generalmente de baja profundidad, ocasionada por precipitaciones intensas, drenaje insuficiente o saturación del suelo, sin que exista necesariamente el desbordamiento de un cuerpo de agua.

Antrópico: aquello que es causado o modificado por la actividad humana.

Arco volcánico: conjunto de volcanes alineados que se forma generalmente en una zona de subducción, donde una placa tectónica se hunde bajo otra.

Basáltica: relativo al basalto; roca ígnea volcánica de composición máfica, rica en hierro y magnesio y de color oscuro.

Biodiversidad: variedad de formas de vida existentes en un lugar determinado, incluyendo plantas, animales, hongos y microorganismos.

Biomasa vegetal: conjunto de materia orgánica de origen vegetal, viva o muerta, presente en un ecosistema forestal o agropecuario, que actúa como combustible durante un incendio forestal.

Bióticos: elemento relacionado con los seres vivos de un ecosistema, como plantas, animales, hongos y microorganismos, así como sus interacciones.

Calcisol: tipo de suelo que presenta una acumulación significativa de carbonatos (generalmente de calcio) en su perfil. Suelen formarse en climas secos y tienen fertilidad variable según su manejo.

Caliza: roca sedimentaria compuesta mayoritariamente por carbonato de calcio que puede disolverse con el tiempo por la acción del agua ligeramente ácida, favoreciendo procesos de karstificación.

Cárcavas: zanja o canal profundo excavado en el terreno por la acción erosiva del agua.

Cauce: canal natural o artificial por el que corre el agua de un río o corriente.

Caudal: volumen de agua que fluye a través de una sección transversal de un cauce por unidad de tiempo, generalmente expresado en metros cúbicos por segundo (m^3/s). Un incremento brusco puede generar desbordamiento.

Ciclón tropical: sistema atmosférico de baja presión que se origina en aguas tropicales o subtropicales, caracterizado por convección intensa, circulación cerrada en niveles bajos y vientos fuertes.

Coerción: es la presión o fuerza que se ejerce sobre una persona para obligarla a hacer algo en contra de su voluntad, ya sea mediante amenazas, intimidación u otras formas de abuso.

Coliformes fecales (cf): se refiere a un subgrupo de bacterias coliformes específicamente asociadas con la contaminación fecal.

Columna de aire: volumen vertical de la atmósfera, considerado desde la superficie terrestre hasta un nivel

superior de referencia, utilizado como unidad conceptual para analizar propiedades atmosféricas integradas como presión, masa, temperatura y contenido de humedad.

Combustión: reacción química que surge de un proceso al combinar combustibles, oxígeno y una temperatura de ignición. La reacción modifica la composición del material, consume el oxígeno y genera altas temperaturas, que encienden nuevos materiales.

Conglomerado: roca sedimentaria formada por fragmentos redondeados cementados entre sí.

Cono de escoria: estructura volcánica cónica formada por fragmentos de lava solidificados rápidamente al enfriarse en el aire durante erupciones explosivas.

Convección: proceso atmosférico mediante el cual el aire caliente asciende, favoreciendo la formación de nubes de desarrollo vertical y tormentas, frecuentes en ciclones tropicales.

Convectivas: proceso de transferencia de calor por el movimiento de fluidos

Convergencia: proceso tectónico mediante el cual dos placas litosféricas se acercan y una puede hundirse bajo la otra (subducción).

Corriente de chorro: banda estrecha de vientos muy intensos en la alta troposfera, con velocidades típicamente superiores a 60 nudos, asociada a fuertes gradientes de temperatura y presión, que controla la circulación atmosférica y la evolución de los sistemas meteorológicos.

Corrientes de aire ascendentes: movimiento vertical de aire hacia arriba en la atmósfera, necesario para la formación de tormentas fuertes.

Corteza terrestre: capa más externa y delgada de la tierra, compuesta por rocas sólidas y materiales minerales.

Cota: altura de un punto en relación con un nivel de referencia como el mar.

Cuenca exorreica: tipo de cuenca que tiene salida natural hacia el mar u otro cuerpo de agua mayor. Se le conoce también como cuenca “abierta”.

Cuenca hidrográfica: territorio delimitado por características naturales del relieve (como montañas o colinas) en el cual el agua de lluvia, ríos o escorrentías superficiales fluye hacia un mismo punto de salida.

Cumulonimbus: nube de gran desarrollo vertical asociada a intensa convección, caracterizada por corrientes ascendentes y descendentes, capaz de generar tormentas eléctricas, lluvias intensas, granizo, rachas fuertes de viento y, en algunos casos, tornados.

Dacítica: lava viscosa, rica en sílice, que fluye lentamente y se asocia a erupciones explosivas, principalmente en zonas de subducción.

Deforestación: pérdida o eliminación de la cubierta forestal, que puede alterar los patrones climáticos y reducir las precipitaciones.

Depósitos coluviales: acumulaciones de fragmentos de suelo y roca mal seleccionados que se concentran al pie de las laderas como resultado de procesos gravitacionales.

Depósitos piroclásticos: acumulaciones de fragmentos volcánicos (como cenizas, lapilli y bloques) que caen tras una erupción explosiva.

Depresión tropical: sistema ciclónico de baja presión que se forma sobre aguas cálidas, con circulación cerrada y vientos máximos sostenidos inferiores a 34 nudos**,** acompañado de convección organizada y precipitaciones intensas.

Deslizamiento / derrumbe: movimiento descendente de suelo o rocas provocado por saturación del terreno debido a lluvias intensas, que puede afectar caminos, viviendas o zonas agrícolas.

Dique: intrusión tabular de magma que corta las estructuras preexistentes de la roca, solidificándose en forma de muro.

Dolina: depresión cerrada del terreno generada por la disolución de rocas solubles o por el colapso de cavidades subterráneas en zonas susceptibles a karstificación.

Domos: estructuras volcánicas formadas por la acumulación de lava muy viscosa que se enfría cerca del cráter sin fluir lejos.

Drenaje: conjunto de estructuras naturales o artificiales que permiten la evacuación o conducción del agua superficial o subterránea.

Ecosistemas: conjuntos de organismos y su entorno que interactúan entre sí; pueden verse afectados por la falta de humedad durante una sequía.

Edafología: describe la distribución, clasificación y propiedades de los suelos en un territorio.

Endémico: se refiere a una enfermedad, organismo o plaga que está presente de manera constante en una región geográfica específica.

Endógeno: relativo a los procesos geológicos que se originan en el interior de la tierra, como el vulcanismo o los movimientos tectónicos.

Epicentro: punto situado en la superficie terrestre directamente sobre el hipocentro de un sismo, donde las ondas sísmicas se perciben con mayor intensidad y los efectos del movimiento telúrico suelen ser más notorios.

Erosión: proceso natural o inducido por el ser humano mediante el cual el suelo se desgasta y se pierde, principalmente por acción del agua o del viento.

Escala de intensidad sísmica: sistema de clasificación que describe los efectos y daños observados de un sismo en la superficie terrestre, en personas, estructuras y el entorno, en función de su manifestación local y no de la energía liberada en el foco sísmico.

Escala saffir-simpson: sistema internacional que clasifica los huracanes del 1 al 5 según la velocidad del viento, estimando con ello posibles daños estructurales e impactos asociados.

Escarpe: pendiente o desnivel abrupto en el terreno, generado por fallas geológicas, erosión o procesos volcánicos.

Escherichia coli (e_coli): es una bacteria presente normalmente en el intestino distal de los organismos de sangre caliente. La mayoría de las cepas de e_coli son inocuas, sin embargo, algunas pueden causar graves intoxicaciones.

Escorrentía pluvial: flujo de agua superficial generado directamente por la precipitación (lluvia), que se produce cuando la intensidad de esta supera la capacidad de infiltración del suelo y la eficiencia del sistema de drenaje.

Estepario: tipo de ambiente o clima caracterizado por vegetación herbácea rala, escasa precipitación y marcada estacionalidad, asociado a regiones semiáridas y condicionado por factores climáticos y edáficos.

Esterococos fecales (enteroc): es un anaerobio facultativo, grampositivo y no esporulante que generalmente aparece como células que tienen formade coco en pares o cadenas cortas, se encuentra comúnmente como un organismo comensal en el tracto gastrointestinal.

Estrés hídrico: condición ambiental que ocurre cuando la disponibilidad de agua en un área o para un organismo es menor que la cantidad que se requiere para satisfacer sus necesidades.

Estructuras hidráulicas: construcciones diseñadas para controlar, almacenar o conducir agua, como presas, diques o canales.

Eyección de masa coronal: fenómeno solar consistente en la expulsión repentina de grandes cantidades de plasma magnetizado desde la corona del sol hacia el espacio interplanetario, capaz de interactuar con el campo magnético terrestre y generar tormentas geomagnéticas.

Faja volcánica transmexicana: provincia geológica y volcánica que atraviesa el centro de México de oeste a este, caracterizada por intenso volcanismo cenozoico asociado a la subducción de las placas de cocos y rivera bajo la placa norteamericana.

Fallas geológicas: fracturas o zonas de ruptura en la corteza terrestre a lo largo de las cuales ocurre desplazamiento relativo de bloques rocosos, como resultado de esfuerzos tectónicos, y que pueden generar sismicidad.

Fenómeno: manifestación en la que se hace patente cualquier cambio en la naturaleza o en los seres humanos.

Fenómenos meteorológicos: eventos atmosféricos como tormentas, lluvias intensas, vientos fuertes o ciclones, que pueden generar riesgos para la población.

Fisiografía: rama de la geografía física y la geología que estudia las formas del relieve terrestre, su origen, evolución y relación con los procesos geológicos y geomorfológicos.

Fisura abertura o fractura estrecha en rocas o materiales geológicos, generalmente sin desplazamiento apreciable, originada por esfuerzos tectónicos, contracción térmica o procesos de enfriamiento.

Fitopatógeno: organismo capaz de producir enfermedades en plantas, como hongos, bacterias, virus o nematodos.

Flancos: partes laterales de una estructura geológica o volcánica, que se extienden desde su zona central o eje hacia los bordes, y cuya morfología refleja los procesos de deformación, acumulación o erosión.

Flujos de bloques: movimientos en masa caracterizados por el desplazamiento rápido de grandes fragmentos

rocosos, generalmente por gravedad, asociados a pendientes pronunciadas, actividad volcánica o inestabilidad estructural del terreno.

Flujos de detritos o lodos: movimientos de masa compuestos por una mezcla de suelo, fragmentos rocosos y agua que se desplazan pendiente abajo con alta velocidad, representando un alto peligro para la población y la infraestructura.

Flujos: movimientos de material geológico que se desplazan de manera continua y deformable bajo la acción de la gravedad, pudiendo involucrar agua, sedimentos, fragmentos rocosos o materiales volcánicos, y cuya dinámica depende de la pendiente y del contenido de fluidos.

Forético: relación biológica donde un organismo utiliza a otro únicamente como medio de transporte, sin causar daño directo en ese momento.

Fósil: resto o señal de un organismo que vivió en épocas geológicas pasadas y que se ha conservado en los estratos de la corteza terrestre.

Fractura geológica: discontinuidad o ruptura en una roca o masa geológica producida por esfuerzos mecánicos, sin desplazamiento significativo de los bloques, que puede actuar como vía de debilidad estructural o de circulación de fluidos.

Fumarola: abertura en la superficie terrestre por donde escapan vapores, gases volcánicos o agua caliente.

Ganadería / pecuario: uso del suelo orientado a la crianza y manejo de ganado mayor o menor. Representa una actividad productiva importante para las comunidades locales.

Gases de efecto invernadero: gases presentes en la atmósfera que retienen el calor y contribuyen al cambio climático, influyendo en los patrones climáticos y las lluvias.

Geodésico: relativo a la geodesia; se refiere a la medición y representación precisa de la forma, dimensiones y posición de puntos sobre la superficie terrestre.

Geodinámica: es la rama de la geología que estudia las fuerzas internas y externas que deforman y modifican la corteza terrestre

Geología: ciencia que estudia la estructura, composición y evolución del globo terrestre, y de las formas de vida que en él han existido en épocas pasadas, a partir del análisis de las rocas, fósiles y estratos.

Geomorfología: rama de la geografía física que estudia las formas del relieve terrestre y los procesos que las generan y modifican.

Georreferenciación: proceso de asignar coordenadas geográficas precisas a un punto o elemento observado en campo, permitiendo su ubicación espacial.

Geotérmico: relacionado con el calor interno de la tierra, sus manifestaciones y su aprovechamiento energético.

Helada: fenómeno meteorológico que ocurre cuando la temperatura del aire desciende a valores iguales o inferiores a 0 °C, provocando la congelación del agua en la superficie del suelo y sobre los objetos expuestos. Las heladas pueden afectar la agricultura, la vegetación natural y la salud de las personas.

Hemaglutinina: proteína de superficie del virus de la influenza que facilita la entrada del virus a la célula.

Herbolaria: conjunto de conocimientos tradicionales sobre el uso medicinal de plantas. Forma parte importante de las prácticas curativas de muchas culturas indígenas.

Hipocentro: lugar en el interior de la tierra donde se origina un terremoto.

Holoceno: época geológica que comenzó hace aproximadamente 11,700 años y se extiende hasta la actualidad.

Huracán: ciclón tropical con vientos sostenidos iguales o mayores a 119 km/h, clasificado en cinco categorías según su intensidad.

Ignición: momento en el que algo se enciende y comienza el fuego.

Incendio forestal: fuego no controlado que se propaga libremente en áreas con vegetación forestal, matorral o pastizal, afectando los ecosistemas, el suelo, la biodiversidad y, en algunos casos, la infraestructura y actividades humanas.

Inestabilidad atmosférica: condición en la que el aire cálido asciende rápidamente, favoreciendo la formación de tormentas y tornados.

Inestabilidad de laderas: proceso geológico o geotécnico en el cual una pendiente pierde su estabilidad debido a saturación del suelo, provocando deslizamientos o derrumbes.

Infiltración: entrada de agua de lluvia al suelo, que en exceso puede causar reblandecimiento, pérdida de cohesión y movimientos de ladera.

Intensidad calórica máxima esperada: cantidad máxima de energía térmica que puede liberar un incendio forestal en función del tipo, carga y continuidad del combustible, así como de la topografía y las condiciones meteorológicas presentes.

Intensidad calórica: cantidad de energía térmica liberada por un incendio forestal durante su desarrollo, en función de la carga, tipo y estado del combustible, así como de las condiciones ambientales presentes.

Intensidad térmica: grado de descenso de la temperatura durante una onda gélida y su capacidad de afectar la salud humana y las actividades cotidianas.

Intensidad: grado de fuerza o energía con que se realiza una acción, se manifiesta un agente físico, un fenómeno, una magnitud, etc.

Interplanetario: zona del espacio, comprendida entre dos o más planetas.

Inundación fluvial: inundación causada por el desbordamiento de un río o arroyo debido a un exceso de caudal en su cauce.

Inundación pluvial: inundación causada por la acumulación directa de agua de lluvia sobre el terreno, cuando esta no puede ser absorbida por el suelo (infiltración) o evacuada eficientemente por los sistemas de drenaje.

Inundación: fenómeno hidrológico extremo definido como la cobertura temporal por agua de terrenos que normalmente están secos.

Inversión térmica: condición atmosférica en la que la temperatura del aire aumenta con la altura, en lugar de disminuir como ocurre normalmente. Este fenómeno provoca que el aire frío quede atrapado cerca del suelo, favoreciendo la formación de heladas durante la noche.

Isla de calor urbano: aumento de temperatura en zonas urbanas debido a la acumulación de calor en superficies artificiales como asfalto o concreto.

Isotacas: son líneas en mapas que conectan puntos con la misma intensidad de viento, utilizadas en meteorología y navegación.

Ixodicida: sustancia química utilizada para controlar o eliminar garrapatas del grupo ixodida.

Karstificación: proceso mediante el cual el agua disuelve progresivamente rocas solubles como la caliza, originando estructuras típicas del relieve kárstico, tales como cuevas, dolinas y oquedades.

Lacustre: depósito perteneciente o relativo a los lagos o que se forma en ellos.

Ladera: pendiente natural del terreno, generalmente en zonas montañosas o inclinadas, susceptible a deslizamientos.

Lapilli: fragmentos volcánicos de tamaño intermedio (entre 2 y 64 mm) expulsados durante una erupción.

Lava basáltica: tipo de lava pobre en sílice y de baja viscosidad, asociada a erupciones predominantemente efusivas, que forma coladas extensas.

Lava viscosa: tipo de lava rica en sílice y de alta viscosidad, con movilidad limitada, capaz de formar domos volcánicos o taponar conductos eruptivos.

Lava: magma que alcanza la superficie terrestre durante una erupción volcánica y fluye o se acumula según su composición química y viscosidad.

Lénticos: son aquellos sistemas de agua dulce en los que su estructura es cerrada y sus aguas permanecen estancadas.

Leptosol: suelo poco profundo, desarrollado sobre roca dura o material poco meteorizado. Tiene bajo potencial agrícola debido a su escasa profundidad y desarrollo.

Litología: es el estudio y la descripción de las características de una roca, como su composición, textura, color y origen.

Litoral: perteneciente o relativo a la orilla o costa del mar.

Litósfera: capa rígida y externa de la tierra, compuesta por la corteza y la porción superior del manto, fragmentada en placas tectónicas responsables de la dinámica geológica y sísmica del planeta.

Lixiviados: líquidos tóxicos generados por la descomposición de residuos, especialmente en vertederos, al filtrarse agua de lluvia a través de la basura.

Lomerío: conjunto de lomas o pequeñas elevaciones del terreno que no alcanzan la categoría de montaña.

Lóticos: se refiere a los ecosistemas acuáticos de agua en movimiento, como ríos y arroyos, se caracterizan por tener un sistema de flujo continuo de agua.

Magma: roca fundida presente en el interior de la tierra, que puede contener gases disueltos y cristales. Al salir a la superficie se convierte en lava.

Malversación: delito especial de apropiación indebida del patrimonio público o administración desleal del mismo que solo puede cometerse por una autoridad o funcionario público.

Matriz de saaty: herramienta del método de análisis jerárquico de procesos (ahp) que permite asignar pesos relativos a diferentes factores mediante comparaciones por pares, para determinar su importancia en un modelo.

Mesozoico: era geológica comprendida entre hace 252 y 66 millones de años, conocida como la era de los dinosaurios.

Modelo digital de elevación (MDE): representación numérica de la superficie terrestre que describe la distribución espacial de las elevaciones del terreno mediante una malla regular de valores altimétricos, utilizada para el análisis geomorfológico, hidrológico y territorial.

Morfoestructural: relativo a la forma y estructura del relieve terrestre, influido por procesos geológicos como el vulcanismo y la tectónica.

Ondas sísmicas: perturbaciones elásticas que se propagan a través del interior y la superficie de la tierra como consecuencia de la liberación súbita de energía en un sismo, y que permiten estudiar la estructura interna del planeta y los efectos del movimiento sísmico.

Oquedades: espacio que en un cuerpo sólido queda vacío, natural o artificialmente.

Parteaguas o divisoria de aguas: línea imaginaria que une los puntos más altos del relieve y que separa las aguas que fluyen hacia diferentes cuencas o sistemas de drenaje.

Partículas suspendidas: fragmentos de polvo y tierra que quedan flotando en el aire durante y después de una tormenta, pudiendo permanecer por días o meses.

Pastizal: ecosistema dominado por vegetación herbácea, principalmente gramíneas, que presenta combustibles finos de rápida ignición y propagación superficial del fuego.

Patogenicidad: capacidad de un microorganismo para causar enfermedad en un hospedero.

Pendiente del terreno: inclinación o grado de inclinación de una superficie terrestre, que influye en el uso del suelo y el escurrimiento del agua.

Perenne: masa de agua, como un río o un lago, que mantiene un flujo o volumen de agua constante a lo largo de todo el año, o al menos durante la mayor parte del año, incluso en épocas de sequía.

Período estructural: tiempo que tarda una estructura en completar una oscilación completa cuando vibra libremente; depende de su rigidez, masa y distribución de elementos.

Phaeozem: suelo fértil con alto contenido de materia orgánica y buena capacidad de retención de agua. Es común en regiones con vegetación de pastizal o agrícola.

Piroclástico: se refiere a los fragmentos sólidos que se generan en erupciones explosivas, como cenizas, lapilli y bloques.

Placas tectónicas: es una teoría unificadora que explica una variedad de características y acontecimientos geológicos. Este se basa en un sencillo modelo de la tierra que expone quela litosfera se encuentra fragmentada.

Planeación territorial: conjunto de estrategias que utilizan información técnica, como la zonificación eólica, para organizar el uso del territorio y definir áreas adecuadas para el desarrollo de infraestructura sin afectar zonas sensibles.

Pleistoceno: época del periodo cuaternario, anterior al holoceno, caracterizada por repetidas glaciaciones; abarca desde hace 2.58 millones de años hasta 11,700 años atrás.

Pluviométrico: se refiere a todo lo relacionado con la medición de la lluvia o el uso de un pluviómetro, un instrumento para medir la cantidad de precipitación.

Polífago: organismo que puede alimentarse o desarrollarse sobre múltiples especies de plantas o animales, aumentando su capacidad de diseminación.

Precipitación: cantidad de agua que cae en forma de lluvia, nieve o granizo. En este contexto, influye directamente en la saturación del suelo y en la posibilidad de deslizamientos.

Presa: infraestructura hidráulica construida para almacenar agua, regular caudales o generar energía.

Proliferación: el aumento rápido y abundante del número de algo, ya sea células, organismos, objetos o ideas

Provincia fisiográfica: división del territorio basada en características físicas del paisaje como el relieve, la geología y la altitud. Se utiliza para clasificar diferentes regiones del país según su morfología y origen geológico.

Proyectil basáltico: fragmento de lava basáltica eyectado durante erupciones explosivas, que puede tener diversas formas y tamaños.

Red hídrica: conjunto de corrientes, ríos, canales y cuerpos de agua interconectados que permiten el flujo y distribución del recurso hídrico en una región.

Región hidrológica: área geográfica delimitada por características hidrológicas comunes que agrupa una o varias cuencas. En México, el país se divide en regiones hidrológicas para la planeación y gestión del recurso agua.

Regosol: suelo joven con escaso desarrollo de horizontes. Se encuentra comúnmente en áreas con depósitos recientes o inestables. Su fertilidad varía según el material de origen.

Relieve: conjunto de formas diversas que accidentan la superficie del globo terráqueo.

Roca ígnea: roca formada por la solidificación y cristalización del magma, ya sea en el interior de la corteza terrestre (intrusiva) o en la superficie durante erupciones volcánicas (extrusiva).

Roca metamórfica: roca resultante de la transformación mineralógica y estructural de rocas preexistentes, sometidas a condiciones elevadas de presión y temperatura, sin llegar a la fusión.

Roca sedimentaria: roca originada por la acumulación, compactación y cementación de sedimentos derivados de la meteorización de otras rocas, restos orgánicos o precipitación química.

Rocas aluviales: materiales como gravas, arenas, limos y arcillas que han sido transportados y depositados por ríos o corrientes de agua.

Rocas lacustres: sedimentos como arcillas, limos, arenas finas o carbonatos que se depositan en el fondo de lagos.

Saturación del suelo: condición en la cual el terreno contiene la máxima cantidad de agua posible, reduciendo su estabilidad y aumentando el riesgo de deslizamientos.

Sensación térmica: percepción del frío por parte del cuerpo humano, influenciada por factores como el viento, la humedad y la temperatura ambiente.

Sequía: periodo prolongado de déficit de precipitación que reduce la humedad del combustible vegetal, incrementando el riesgo y la severidad de los incendios forestales.

Sílice: compuesto químico (sio_2) presente en muchas rocas. Su concentración en el magma determina la viscosidad de la lava y el tipo de erupción.

Silvícolas: relativo al aprovechamiento, conservación y manejo de los recursos forestales, especialmente de los bosques.

Sincrético / sincretismo: fusión de elementos culturales, especialmente religiosos, provenientes de distintas tradiciones. En contextos indígenas, se refiere a la combinación de creencias prehispánicas y católicas.

Sismicidad: es la frecuencia, distribución y magnitud de los sismos en una región determinada.

Sismógrafo: instrumento utilizado para detectar, registrar y medir movimientos sísmicos, especialmente ondas sísmicas que viajan por la corteza terrestre.

Solidos suspendidos totales (sst): son partículas sólidas suspendidas en el agua, que pueden causar turbidez e inhibir el crecimiento vegetal al reducir la fotosíntesis cuando están presentes en concentraciones elevadas.

Subducción: proceso por el cual una placa tectónica se hunde bajo otra. Es una zona clave para la formación de volcanes y terremotos.

Subsidencia: es el hundimiento progresivo de la superficie del terreno, que puede ser causado por la extracción de fluidos subterráneos como agua, petróleo o gas, o por la desaparición de material debido a la minería y el colapso de cavidades naturales o artificiales.

Talud: superficie inclinada natural o artificial del terreno que puede presentar condiciones de estabilidad o inestabilidad según sus características físicas y ambientales.

Taxonómico: relativo a la clasificación científica de organismos según sus características biológicas.

Tefra: material fragmentado expulsado durante una erupción volcánica, como ceniza, lapilli y bombas volcánicas.

Topografía: conjunto de características del relieve de una región, como su forma, altitud, pendientes y orientación.

Tormenta tropical: etapa de un ciclón tropical con vientos entre 63 y 118 km/h. Presenta lluvias fuertes, oleaje elevado y recibe un nombre oficial.

Tormenta: fenómeno meteorológico que puede incluir lluvia intensa, viento fuerte, descargas eléctricas u otros elementos capaces de provocar daños.

Triángulo del fuego: modelo que explica que el fuego necesita tres cosas para existir: calor, oxígeno y combustible.

Trinchera: fosa oceánica profunda que se forma en zonas de subducción, justo donde una placa se introduce bajo otra.

Umbral térmico: valor de temperatura establecido como referencia para identificar desviaciones o anomalías en las condiciones climatológicas.

Unidad hidrológica: porción del territorio delimitada con base en criterios hidrológicos, como patrones de drenaje, divisorias de aguas y direcciones de flujo. Las subcuencas y cuencas son tipos de unidades hidrológicas.

Urbanización: proceso mediante el cual un territorio se transforma con infraestructura y edificaciones que modifican las condiciones térmicas locales.

Vaguada: zona de baja presión atmosférica alargada que, en meteorología, causa inestabilidad, nubosidad y lluvias.

Vegetación: conjunto de plantas que crecen en un área determinada; puede ser natural o inducida. Es fundamental para la regulación del clima, protección del suelo y mantenimiento de la biodiversidad.

Vertisol: suelo arcilloso con alta capacidad de expansión y contracción según el contenido de agua. Puede presentar grietas profundas en épocas secas y es difícil de manejar para cultivos debido a su comportamiento físico.

Vibrio fischeri: es una bacteria marina simbiótica conocida por producir luminiscencia en los órganos emisores de luz de varios peces y calamares.

Volcán cuaternario: volcán que ha tenido actividad durante el cuaternario, una era geológica que comenzó hace 2.6 millones de años y sigue hasta el presente.

Volcanes: aberturas en la corteza terrestre por donde emergen magma, gases y otros materiales desde el interior de la tierra.

Vórtice: estructura de flujo atmosférico caracterizada por el movimiento rotacional del aire alrededor de un eje, asociada a zonas de baja presión y a la intensificación de sistemas meteorológicos.

Vulcanismo: conjunto de procesos relacionados con el ascenso del magma, su expulsión en forma de lava y gases, y la formación de estructuras volcánicas.

Zonificación eólica: proceso técnico mediante el cual se identifican y clasifican áreas con potencial para generar energía a partir del viento, considerando variables como velocidad del viento, relieve y ubicación geográfica.

BIBLIOGRAFÍA

Aceves Quesada, J. F., Legorreta Paulín, G., Lugo Hubp, J., Umaña Romero, J., & Legorreta Cuevas, H. A. (2017). Sistemas de información geográfica y cartografía geomorfológica aplicados al inventario de deslizamientos y cartografía de susceptibilidad en la cuenca del río El Estado, Pico de Orizaba, México. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía.

Agencia Federal de Aviación Civil. (2020). *Notificaciones de accidentes e incidentes*. Gobierno de México. https://www.gob.mx/afac/acciones-y-programas/notificaciones-de-accidentes-e-incidentes

AGUA.org.mx, (2021). Contaminación en México. https://agua.org.mx/agua-contaminacion-en-mexico/#:~:text=Se%20dice%20que%20el%20agua,acu%C3%ADferos%20o%20incluso%20el%20mar.

Alcántara-Ayala, I. (2008). Deslizamientos. En I. Alcántara-Ayala & A. S. Goudie (Eds.), Geomorfología y Naturaleza (pp. 189-220). Editorial Síntesis.

Alvarez, A. (2024, 18 diciembre). Guía: Enfermedades y plagas de los cultivos. Hydro Environment - Inovación Agricola En un Click. https://hydroenv.com.mx/id124/

API RP 752 (2003). Management of Hazards Associated with Location of Process Plant Buildings. American Petroleum Institute.

Arakelian, G. 2012. Polyphagous Shot Hole Borer (Euwallacea sp.) vectoring Fusarium Dieback (Fusarium sp.). En línea: http://www.rcdsmm.org/wpcontent/uploads/2016/11/Polyphagousshot-hole-borer.pdf. Fecha de consulta: enero de 2019.

Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (2019). Ilustración de una planta industrial con chimeneas [Imagen]. https://www.metropol.gov.co/ambiental/calidad-del-aire/Paginas/Generalidades/Como-se-contamina-el-aire.aspx

ASCE. (2016). Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures (ASCE/SEI 7-16). American Society of Civil Engineers.

Atlas Nacional de Riesgos. (s. f.). Glosario. Recuperado de http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/IGOPP/glosario.php

Atlas Nacional de Riesgos. (s. f.). http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/

Avelar-Roblero, J. U., Ortega Escobar, H. M., Mancilla Villa, O. R., Ramírez Ayala, C., Mendoza Saldívar, I., & Gardezi, A. K. (2025). Calidad agronómica de las aguas residuales en los distritos de riego Tula y Alfajayucan. Revista Internacional de Contaminación Ambiental. https://www.revistascca.unam.mx/rica/index.php/rica/article/view/54478

Ayuntamiento de Nopala de Villagrán. (2024). *Plan municipal de desarrollo Nopala 2024–2027* [PDF]. https://www.nopaladevillagran.gob.mx/uploads/PLAN%20MUNICIPAL%20DE%20DESARROLLO%20NOPALA%202024%20-%202027-.pdf

Ayuntamiento de Nopala de Villagrán. (2024). Plan Municipal de Desarrollo 2024-2027 [Archivo PDF]. Municipio de Nopala de Villagrán. https://www.nopaladevillagran.gob.mx/uploads/PLAN%20MUNICIPAL%20DE%%20DESARROLLO%20NOPALA%202024%20-%202027-.pdf

Baggio JS, Forcelini BB, Wang NY, Ruschel RG, Mertely JC, Peres NA. 2021. Outbreak of leaf spot and fruit rot in Florida strawberry caused by Neopestalotiopsis spp. Plant Disease, 105(2): 305-315

BBC. (2016). BBC News Mundo. Obtenido de Así es el mosquito "Aedes aegypti": https://www.bbc.com/mundo/noticias/2016/01/160112_salud_mosquito_enfermedades_zika_dengue_chikungunya_america_latina_lb

Best, M. G. (2017). Igneous and metamorphic petrology (2nd ed.). Wiley-Blackwell.

Boggs, S. (2012). Principles of sedimentology and stratigraphy (5th ed.). Pearson Education.

Bonel Ramírez, R. (2019). Materiales peligrosos en transporte ferroviario. Asociación Mexicana de Ferrocarriles. Recuperado de https://amf.org.mx/wp-content/uploads/2019/04/IngRaulBonelFERROMEX.pdf

Bonfil Batalla, G. (1987). *México profundo: una civilización negada*. México: Grijalbo.

Boore, D. M., Thompson, E. M., & Cadet, H. (2011). Regional correlations of VS30 and velocities averaged over depths less than and greater than 30 meters.

Bulletin of the Seismological Society of America, 101(6), 3046–3059. https://doi.org/10.1785/0120110031

Borcherdt, R. D. (1994). Estimates of site-dependent response spectra for design (methodology and justification). Earthquake Spectra, 10(4), 617–653. https://doi.org/10.1193/1.1585780

Brady, N. C., & Weil, R. R. (2017). The nature and properties of soils (15ª ed.). Pearson.

Brandonaggie. (2022). Cattle fever tick projects. Kaufman Lab. https://kaufmanlab.entomology.tamu.edu/2022/09/23/cattle-fever-tick-project/

Bush, L. M., & Vazquez-Pertejo, M. T. (2024). Brucelosis. Manual MSD Versión Para Profesionales. https://www.msdmanuals.com/es/professional/enfermedades-infecciosas/bacilos-gramnegativos/brucelosis?ruleredirectid=757

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2012, 6 de junio). Ley General de Protección Civil [Última reforma publicada DOF 21-12-2023]. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPC.pdf

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2023). *Ley General de Protección Civil* (Última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 21 de diciembre de 2023). https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPC.pdf

Cámara Nacional del Autotransporte de Carga. (2022). Manual de buenas prácticas en el transporte de materiales peligrosos. CANACAR.

Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos. (2022). Accidentes de tránsito: Un problema de salud pública. Gobierno de México. https://www.gob.mx/capufe/articulos/accidentes-de-transito-un-problema-de-salud-publica

Campa Madrid, A. K. (2020). Implicaciones socioambientales de la minería a cielo. Tijuana. Obtenido de https://www.colef.mx/posgrado/wp-content/uploads/2020/09/Campa-Madrid-Ana-Karen-MAIA.pdf

Ceballos Liceaga, S. E., Carbajal Sandoval, G., Mayo Guerra, L., Calvo Flores, M., Lam Osnaya, N., Padilla Monroy, M. A., . . . Moreno Castro, J. G. (2021). MANUAL DE PROCEDIMIENTOS ESTANDARIZADOS PARA LA VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA DE LAS ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR VECTOR. Recuperado el 13 de noviembre de 2025, de Gobierno de México, Dirección General de Epidemiología: https://epidemiologia.salud.gob.mx/gobmx/salud/documentos/manuales/36_Manual_ETV.pdf

CENAPRED (2007). Estimación simplificada de la amenaza por incendios forestales. Centro Nacional de Prevención de Desastres.

CENAPRED (2007). Modelación de radios de afectación por explosiones en instalaciones de gas. Secretaría de Gobernación. Disponible en cenapred.unam.mx.

CENAPRED (2007). Modelación de radios de afectación por explosiones en instalaciones de gas. Secretaría de Gobernación. Disponible en cenapred.unam.mx.

CENAPRED (2013). Sismos: SISMOS FINAL.indd

CENAPRED (2019). Tormentas de polvo del Sahara en México. https://www.gob.mx/cenapred/articulos/tormentas-de-polvo-del-sahara-en-mexico

CENAPRED (2021). Atlas Nacional de Riesgos. Centro Nacional de Prevención de Desastres.

CENAPRED (2021). Serie Fascículos de Riesgos Químicos. Centro Nacional de Prevención de Desastres. www.cenapred.unam.mx

CENAPRED. (2006). Guía básica para la elaboración de atlas estatales y municipales de peligros y riesgos. Centro Nacional de Prevención de Desastres.

CENAPRED. (2006). Guía básica para la elaboración de atlas estatales y municipales de peligros y riesgos: evaluación de la vulnerabilidad física y social [PDF]. Secretaría de Gobernación. https://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/57.pdf

CENAPRED. (2008). Fascículo: Inestabilidad de laderas (2ª ed., 2ª reimpresión). Secretaría de Seguridad y

Protección Ciudadana; Centro Nacional de Prevención de Desastres.

CENAPRED. (2021). Ciclones tropicales. Centro Nacional de Prevención de Desastres. Recuperado de: https://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/5-FASCCULOCICLONESTROPICALES.PDF

CENAPRED. (2021). Evaluación de la Vulnerabilidad Física y Social. Serie: Atlas Nacional de Riesgos. https://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/57.pdf

CENAPRED. (2021). PROCEDIMIENTO PARA CALCULAR LA SUSCEPTIBILIDAD DE DAÑO POR VIENTO DE EDIFICACIÓN PARA VIVIENDA a NIVEL MUNICIPAl. https://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/499-PROCEDIMIENTO_PARA_CALCULAR_LA_SUSCEPTIBILIDAD_DE_DAO_POR_VIENTO_DE_EDIFICACION_PARA_VIVIENDA_A_NIVEL_MUNICIPAL.pdf

CENAPRED. (2021). Serie de fascículos Ciclones Tropicales. Recuperado de: https://www.gob.mx/cenapred/documentos/fasciculo-ciclones-tropicales

CENAPRED. (2022) Atlas Nacional de Riesgos. Fenómenos hidrometeorológicos. Ciclones tropicales. http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/portal/fenomenos/

CENAPRED. (2023). Actualización de capas de índice de peligro y riesgo para el ANR por ciclones tropicales y marea de tormenta hasta 2021, y temperaturas extremas. Recuperado de: https://www1.cenapred.unam.mx/DIR_INVESTIGACION/2023/1erTrimestre/Fraccion_XLI/RH/230222_RH_marea_de_tormenta-temperaturas_extremas.pdf

CENAPRED. (2025). *Estudios de velocidad del viento y riesgo asociado*. Centro Nacional de Prevención de Desastres.

CENAPRED. (s/f). Fenómenos Sanitario-Ecológicos y Residuos sólidos urbanos en México. (M. L. Calva Rodríguez, Ed.) Recuperado el 13 de noviembre de 2025, de Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/935373/TEMA_1_Fenomenos_Sanitario_Ecologicos.pdf

CENAPRED. Guía de prácticas sobre riesgos químicos. Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana, versión electrónica 2021. Disponible en cenapred.unam.mx.

Centro de Información Química para Emergencias. (2024). Guía de Respuesta en Caso de Emergencia (GRE 2024). Gobierno de México. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/914690/II.3_GRE2024__1_-.pdf

Centro Nacional de Prevención de Desastres & Comisión Nacional Forestal. (2014). Incendios forestales [Fascículo 159]. CENAPRED / CONAFOR.

Centro Nacional de Prevención de Desastres (2021). Evaluación de la Vulnerabilidad Física y Social.

Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), “Tormentas severas” pp. 14-22, 2010: Fasc_tormentasSeveras_29jul_2010.indd

Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). (2014). Guía básica para la elaboración de atlas estatales y municipales de peligros y riesgos. Gobierno de México.

Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). (2014). Guía básica para la elaboración de atlas estatales y municipales de peligros y riesgos. Gobierno de México.

Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). (s. f.). Fenómenos. Atlas Nacional de Riesgos. Recuperado de: http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/portal/fenomenos/

Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). (s.f.). ¡Peligro, tornado! Conoce las medidas de autoprotección [infografía]. Coordinación Nacional de Protección Civil.

Centro nacional de prevención de desastres [CENAPRED]. (2021). Comienza la temporada de frentes fríos. Gobierno de México. https://www.gob.mx/cenapred/articulos/comienza-la-temporada-de-frentes-frios#:~:text=Los%20frentes%20fr%C3%ADos%20traen%20ondas,ganader%C3%ADa%20y%20la%20navegaci%C3%B3n%20mar%C3%ADtima&text=La%20temporada%20de%20frentes%20fr%C3%ADos%20comprende%20el%20periodo%20de%20septiembre,Protecci%C3%B3n%20Civil%20de%20tu%20localidad.

Centro Nacional de Prevención de Desastres. (15 de julio de 2019). *¿Qué pasa con el granizo?* Recuperado de https://www.gob.mx/cenapred/articulos/que-pasa-con-el-granizo

Centro Nacional de Prevención de Desastres. (2006). Guía básica para la identificación y análisis de riesgos (L. Flores Corona, O. López Bátriz, M. Á. Pacheco Martínez, C. Reyes Salinas, D. Rivera Vargas & V. Ramos Radilla, Eds.). https://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/57.pdf

Centro Nacional de Prevención de Desastres. (2006). Guía básica para la elaboración de atlas estatales y municipales de peligros y riesgos: evaluación de la vulnerabilidad física y social. Secretaría de Gobernación.

Centro Nacional de Prevención de Desastres. (2016). Guía metodológica para la elaboración de atlas estatales y municipales de peligros y riesgos. Secretaría de Gobernación. Recuperado el 20/11/2025 En sitio web: https://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/44.pdf

Centro Nacional de Prevención de Desastres. (2018). Preguntas frecuentes sobre fenómenos hidrometeorológicos. Gobierno de México. Recuperado el 20/11/2025 En sitio web: https://www.gob.mx/cenapred/articulos/preguntas-frecuentes-sobre-fenomenos-hidrometeorologicos

Centro Nacional de Prevención de Desastres. (2019). ¿Sabes qué es una helada? https://www.gob.mx/cenapred/articulos/sabes-que-es-una-helada

Centro Nacional de Prevención de Desastres. (2019). Tormentas de polvo del Sahara en México. Gobierno de México. Recuperado de: https://www.gob.mx/cenapred/articulos/tormentas-de-polvo-del-sahara-en-mexico

Centro Nacional de Prevención de Desastres. (2020). Atlas Nacional de Riesgos: Guía técnica para la elaboración de mapas de peligro. Secretaría de Gobernación. Recuperado el 20/11/2025 En sitio web: https://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx

Centro Nacional de Prevención de Desastres. (2021). Guía básica para la elaboración de atlas estatales y municipales de peligro y riesgos (1.a ed.).

Centro Nacional de Prevención de Desastres. (2021). Infografía “Karsticidad” [PDF]. México: SEGOB/CENAPRED. Recuperado de https://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/300-INFOGRAFAKARSTICIDAD.PDF

Centro Nacional de Prevención de Desastres. (2021). Infografía “Karsticidad” [PDF]. México: SEGOB/CENAPRED. Recuperado de https://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/300-INFOGRAFAKARSTICIDAD.PDF

Centro Nacional de Prevención de Desastres. (s/f). ¿Qué hacer antes y durante una tormenta eléctrica? gob.mx. Recuperado el 10 de noviembre de 2025, de https://www.gob.mx/cenapred/articulos/que-hacer-antes-y-durante-una-tormenta-electrica-215078

Centro Nacional de Prevención y Control de Enfermedades. (2018). Gobierno de México. Obtenido de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/510255/ZIKA.pdf

CFE. (1993). Manual de diseño por viento. Comisión Federal de Electricidad.

Chacón, J., Irigaray, C., Fernández, T., & El Hamdouni, R. (2006). Ingeniería de georrecursos y medio ambiente: evaluación de la susceptibilidad y peligrosidad de los movimientos de ladera. Boletín Geológico y Minero, 117(1), 43-61.

Cluff, L. (2016). The collapsed [Fotografía]. Getty Images.

CNN. (2016). CNN en español. Obtenido de https://cnnespanol.cnn.com/2016/01/29/cual-es-la-diferencia-entre-zika-chikunguna-y-dengue

Comisión Federal de Electricidad [CFE]. (1993). Manual de diseño por viento (1.a ed.). https://es.scribd.com/document/236768318/CFE-Viento-1993-pdf

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. (2025). *Áreas naturales protegidas*. Retrieved July 15, 2025, de: https://www.gob.mx/conanp/documentos/areas-naturales-protegidas-278226

Comisión Nacional Forestal (2022). Triángulo del fuego. Ilustración elaborada por la Dirección de Capacitación y Divulgación

Comisión Nacional Forestal (2023). Reporte nacional de incendios forestales 2023. Comisión Nacional Forestal.

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). (2020). Inventario Nacional Forestal y de Suelos. Gobierno de México.

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). (2021). Informe nacional de incendios forestales en México 2021. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. https://www.gob.mx/conafor

Comisión Nacional Forestal. (2015). Guía básica para la prevención y el combate de incendios forestales. CONAFOR.

Comisión Nacional Forestal. (2015). Manual de capacitación básica en manejo del fuego. Comisión Nacional Forestal.

Comisión Nacional Forestal. (2022). Manual para el manejo del fuego en ecosistemas forestales. CONAFOR.

Comisión Nacional Forestal. (2023). Estadísticas y causas de los incendios forestales en México. CONAFOR.

Comisión Nacional Forestal. (2023). Fogata mal apagada como causa de incendios forestales. Fotografía de la Coordinación de Prevención de Incendios Forestales.

Comisión Nacional Forestal. (2024) Incendio de pastizal en área agrícola. Fotografía del archivo técnico.

Comisión Nacional Forestal. (2024). Incendios en pastizales y áreas agropecuarias: prevención y control. CONAFOR.

Comisión Nacional Forestal. (2025). Áreas prioritarias para la atención de incendios forestales en México. CONAFOR.

Comisión Nacional Forestal. (2025). Definición y criterios de áreas prioritarias para incendios forestales. CONAFOR.

CONABIO. (2006). Capital natural de México, Volumen I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F.

CONABIO. (2020). *Provincias fisiográficas de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/provFisiograficas

CONABIO. (2020). *Sistemas montañosos de México: Eje Neovolcánico*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Obtenido de https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/sierra

CONAFOR (2015). Guía para la elaboración de mapas de peligro y riesgo por incendios forestales. Comisión Nacional Forestal, México.

CONAFOR (2022). Manual de manejo del fuego. Comisión Nacional Forestal, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México.

CONAFOR (2023). Sistema de Predicción de Peligro por Incendios Forestales. Comisión Nacional Forestal, México.

CONAFOR (2025). Lineamientos técnicos para la prevención y combate de incendios forestales. Comisión Nacional Forestal, México.

CONAGUA. (2015). Programa Nacional Hídrico 2014–2018. Comisión Nacional del Agua. https://www.gob.mx/conagua

CONAGUA. (2016). Banco Nacional de Datos de Aguas Superficiales (BANDAS) [Base de datos]. Comisión Nacional del Agua. https://www.gob.mx/conagua

CONAGUA. (2020). Inventario Nacional de Cuencas Hidrológicas. Comisión Nacional del Agua. https://www.gob.mx/conagua

CONAGUA. (2021). Estadísticas del Agua en México. Comisión Nacional del Agua. https://www.gob.mx/conagua

CONAGUA. (2024). Resultados de la Red Nacional de Medición de Calidad del Agua (RENAMECA). https://www.gob.mx/conagua/es/articulos/resultados-de-la-red-nacional-de-medicion-de-calidad-del-agua-renameca?idiom=es

CONAGUA. (s.f). Situación de los recursos hídricos. SINAV.https://sinav30.conagua.gob.mx:8080/SINA/?opcion=calidad

Conaza-Sedeso. Plan de acción para combatir la desertificación en México. México. 1994. Disponible en: www.conaza.gob.mx.

Congreso del Estado Libre y Soberano de Hidalgo. (2015). *Ley para la protección al ambiente del Estado de Hidalgo*. Recuperado de: https://www.congreso-hidalgo.gob.mx/biblioteca_legislativa/leyes_cintillo/Ley%20para%20la%20Proteccion%20al%20Ambiente%20del%20Estado%20de%20Hidalgo.pdf

Coordinación General de Protección Civil. (2009). Folleto: Inundaciones. Secretaría de Gobernación, Gobierno de México. Recuperado de http://www.proteccioncivil.gob.mx/work/models/ProteccionCivil/Resource/377/1/images/folleto_i.pdf

Coordinación Nacional de Protección Civil, (2022) "Fenómenos hidrometeorológicos, tormentas severas": https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/719296/TEMA_3._FENOMENOS_HIDROMETEOROLOGICOS.pdf

Cornell, C. A. (1968). Engineering seismic risk analysis. Bulletin of the Seismological Society of America, 58(5), 1583–1606.

Crosta, G. B., & Agliardi, F. (2003). A methodology for physically based rockfall hazard assessment. Natural Hazards and Earth System Sciences, 3(5), 407–422.

Cruz Escamilla, J., Meneses, E., & Uribe Alcántara, E. (2019). Reactivación de fallas geológicas en respuesta al cambio de los esfuerzos en la corteza: ejemplos del sector oriente de la Sierra de Pachuca. Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías, 6(12), 81-85. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. http://portal.amelica.org/ameli/journal/595/5952961019/ AmeliCA

Cueto, R. G., & García, J. L. (2024). Las ondas cálidas en Mexicali, Baja California, México: morbilidad, mortalidad y vulnerabilidad al calor. Investigaciones Geográficas Boletín del Instituto de Geografía, 114. https://doi.org/10.14350/rig.60848

Dai, F. C., & Lee, C. F. (2002). Landslide characteristics and slope instability modeling using GIS, Lantau Island, Hong Kong. Geomorphology, 42(3-4), 213–228.

de https://cnnespanol.cnn.com/2016/01/29/cual-es-la-diferencia-entre-zika-chikunguna-y-dengue

DGCS, UNAM. (2025). El Servicio Sismológico Nacional expandirá su monitoreo en el país. UNAM. https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2025_624.html DGCS UNAM

DGE. (2023). Dirección General de Epidemiología. Recuperado de: Gobierno de México: https://datos.covid-19.conacyt.mx/

Dougherty, M., Smith, K., & Wright, D. B. (2023). Urban Flood Hydrology: Modeling and Management. John Wiley & Sons.

Droege, O. A. (2005). LA IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO DE LOS ECOSISTEMAS. Guatemala.

El Heraldo de México, "¿Qué es una tormenta eléctrica y cómo protegerse de ella?" 12 agosto, 2025. ¿Qué es una tormenta eléctrica y cómo protegerse de ella? - El Heraldo de México

ENAH. (2016). Escuela Nacional de Antropología e Historia. Recuperado de: https://www.enah.edu.mx/index.php/posgaf-lgac/lgac-4

Enfermedades, C. N. (2018). Gobierno de México. Recuperado el 13 de noviembre de 2025, de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/510255/ZIKA.pdf

EPA (2016). Risk Management Program Guidance for Offsite Consequence Analysis. U.S. Environmental Protection Agency.

Erika Cecilia Gutiérrez. (2023). El Universal Hidalgo. https://www.eluniversalhidalgo.com.mx/municipios/continuan-bajas-temperaturas-en-hidalgo-y-preven-heladas-en-los-proximos-dias/

Escudero, X., Guarner, J., Galindo Fraga, A., Escudero Salamanca, M., Alcocer Gamba, M. A., & Del Río, C. (2020). La pandemia de Coronavirus SARS-CoV-2 (COVID-19): Situación actual e implicaciones para México. doi:10.24875/ACM.M20000064

Escuela Nacional de Antropología e Historia. (2016). Escuela Nacional de Antropología e Historia. https://www.enah.edu.mx/index.php/posgaf-lgac/lgac-4

ESDAI. (2023). Universidad Panamericana. Obtenido de: ¿Qué son los eventos culturales y como se clasifican?: https://blog.up.edu.mx/posgrados-esdai/que-son-los-eventos-culturales-y-como-se-clasifican

Espinosa Lorca, M. I. (2017). Análisis de la demanda sísmica de diferentes tipos de sismos chilenos en base a la atenuación de alta frecuencia.

Esteva, L. (1967), "Criterios para la construcción de espectros para diseño sísmico", Tercer Simposio Panamericano de Estructuras, Caracas, Universidad Central de Venezuela.

Esteva, L. (1976), "Seismicity", en C. Lomnitz y E. Rosenblueth (eds.), Seismic Risk and Engineering Decisions, Ámsterdam, Elsevier.

Estrada, K. M. (2023). Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). Obtenido de: Entendiendo los fenómenos socioorganizativos: conceptos fundamentales: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/854261/Tema_1_Socio-organizativos.pdfhttps://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/854261/Tema_1_Socio-organizativos.pdf

Estudyiando. (2020). Obtenido de: No conformidad social: definición y ejemplos: https://estudyando.com/no-conformidad-social-definicion-y-ejemplos/

European Space Agency. (2025). *Orbit Visualisation Tool: 2024FS5* [Sitio web]. https://neotools.neo.s2p.esa.int/ovt?object=2024FS5

European Space Agency. (s. f.). *Risk list*. ESA Near-Earth Object Coordination Centre. Recuperado el 11 de diciembre de 2025, de https://neo.ssa.esa.int/risk-list

FAO (2006). Manejo del fuego en ecosistemas forestales. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Roma.

FAO (2015). *World reference base for soil resources 2014. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps* (Update 2015). FAO, World Soil Resources Reports No. 106. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

FAO. (2006). Fire management: Voluntary guidelines. Principles and strategic actions. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Farr, T. G., Rosen, P. A., Caro, E., Crippen, R., Duren, R., Hensley, S., ... & Alsdorf, D. (2007). *The Shuttle Radar Topography Mission*. Reviews of Geophysics, 45(2), RG2004. https://doi.org/10.1029/2005RG000183

FEMA. (2003). NEHRP Recommended Provisions for Seismic Regulations for New Buildings and Other Structures (FEMA 450). Federal Emergency Management Agency.

Fernández Monroy, V. M., & Moncada Benavides, D. N. (2022). Detección de mecanismos de daño en ductos de transporte de hidrocarburos. CIATEQ

Fernández, T., Irigaray, C., El Hamdouni, R., & Chacón, J. (2003). Metodología para la elaboración de mapas de susceptibilidad de movimientos de ladera mediante sistemas de información geográfica (SIG). Revista de la Sociedad Geológica de España, 16(1-4), 59-73.

Ferrari, L. (2000). *Avances en el conocimiento de la Faja Volcánica Transmexicana durante la última década*. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, *53*, 84–92. http://boletinsgm.igeolcu.unam.mx/bsgm/vols/epoca03/5301/ferrari.pdf

Ferrari, L., López-Martínez, M., Aguirre-Díaz, G. J., & Carrasco-Núñez, G. (2012). Space-time patterns of Cenozoic arc volcanism in central Mexico: From the Sierra Madre Occidental to the Mexican Volcanic Belt. Geological Society of America Special Papers, 442, 1–39.

Fletcher, T. D., Andrieu, H., & Hamel, P. (2013). Understanding, management and modelling of urban hydrology and its consequences for receiving waters: A state of the art. Advances in Water Resources, *51*, 261-279.

FletesMex. (2023). Transporte de mercancías peligrosas: Normativa y seguridad en México. Recuperado de https://fletesmex.com.mx/transporte-de-mercancias-peligrosas-normativa-y-seguridad-en-mexico.html

Flores, P., & Alcántara Ayala, I. (2008). Susceptibilidad a deslizamientos superficiales de suelo en el municipio de Temoaya, México: aplicación del análisis multicriterio. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, 65, 65–76

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2006). Fire management: Voluntary guidelines. FAO.

Freeze, R. A., & Cherry, J. A. (1979). Groundwater. Prentice-Hall.

García Jiménez, F., Fuentes Mariles, Ó., & Matías Ramírez, L. G. (2002). Sequías (1ª ed.). Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). https://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/8-FASCCULOSEQUAS.PDF

García, D., Aguilar, A., & López, M. (2020). Evaluación de la velocidad de onda de corte (Vs30) en el centro de México mediante métodos indirectos. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, 37(3), 456–472.

García, E. Modificaciones al sistema climático de Köppen adaptado para México. Instituto de Geografía, UNAM. México. 1988.

García, L., Torres, M., & Ramírez, J. (2020). Seguridad en el transporte de materiales peligrosos. Universidad Nacional Autónoma de México.

GeBe Arquitectura. (2025). Sismos, su origen y comportamiento. https://gebearquitectura.com/2022/04/26/sismos-y-la-importancia-sobre-que-se-cimienta-una-estructura/

Gilligan TM, Wright DJ, Gibson LD. 2008. Olethreutine moths of the midwestern United States, an identification guide. Ohio Biological Survey, Columbus, Ohio. 334 pp.

Gobierno de México, Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana [Seguridad], Coordinación Nacional de Protección Civil [CNPC], & Centro Nacional de Prevención de Desastres [CENAPRED]. (s. f.). Atlas Nacional de Riesgos. Gobierno de México. http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/visor-capas.html

Gobierno de México. (2024). 13044 Nopala de Villagrán 2024. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/887849/13044NopalaDeVillagran2024.pdf

Gobierno del Estado de Hidalgo. (2025). *Zonas protegidas de Hidalgo* [PDF]. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. https://s-medioambiente.hidalgo.gob.mx/pdf/SEANP.pdf

Goda, K., & Atkinson, G. M. (2011). Probabilistic characterization of seismic hazard for complex source zones. Bulletin of the Seismological Society of America, 101(1), 266–285. https://doi.org/10.1785/0120100165

González Galván, J. A. (2015). *El Valle del Mezquital: una mirada desde la cultura y el desarrollo comunitario*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

González, M., & Ramírez, J. (2010). Dinámica de la vegetación secundaria en bosques de táscate. Revista Mexicana de Biodiversidad, 81(2), 321-330.

Goodsell, D. S. (2020). Protein Data Bank. Recuperado de: https://pdb101.rcsb.org/sci-art/goodsell-gallery/coronavirus

Guía básica para elaboración de atlas estatales y municipales de peligros y Riesgos: Fenómenos geológicos (1.a ed.). (2006). Serie: Atlas Nacional de Riesgos.

Gutiérrez, F., Parise, M., De Waele, J., & Jourde, H. (2014). A review on natural and human-induced geohazards and impacts in karst. *Earth-Science Reviews, 138*, 61-88. https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2014.08.002

Guzmán Aguilar, F. (2020, 23 de octubre). Crean Tecnosoles para el desarrollo de milpas en la CDMX. Gaceta UNAM. https://www.gaceta.unam.mx/crean-tecnosoles-para-el-desarrollo-de-milpas-en-la-cdmx/

Guzzetti, F., Carrara, A., Cardinali, M., & Reichenbach, P. (2007). Landslide hazard evaluation: A review of current techniques and their application in a multi-scale study, Central Italy. Geomorphology, 31(1–4), 181–216.

Halfpoint. (2025). Installation in unfinished corridor of a modern building [Fotografía]. Getty Images.

Hernández, M. (2023, 9 de enero). Establece la UNAM red permanente para monitorear sismos. Gaceta UNAM. https://www.gaceta.unam.mx/establece-la-unam-red-permanente-para-monitorear-sismos/ Gaceta UNAM

Herrera Cáceres, C. y Rosillo Peña, M. (2019). Confort y eficiencia energética en el diseño de edificaciones. Universidad del Valle.

Herrera, G., & Notti, D. (2018). Técnicas de teledetección aplicadas al estudio de movimientos del terreno. En J. M. Mateos & J. C. García (Eds.), Avances en Geomorfología y Riesgos Naturales (pp. 145-162). Publicaciones de la Universidad de Cantabria.

Herrera-González, M. (2023). Función ecológica y servicios ambientales de los bosques templados. Instituto de Estudios Ambientales Sierra Norte.

Hidalgo, E. (2021). Club de escritura fuentetaja. Obtenido de Las inconformidades sociales origen, incremento, desenlace y desconcierto social.: https://clubdeescritura.com/obra/11755723/las-inconformidades-sociales-origen-incremento-desenlace-y-desconcierto-social/

Idsports. (2022). Obtenido de: Ejemplos de eventos deportivos: https://www.idsports.es/articulo/ejemplos-eventos-deportivos

IMSS. (2022). LINEAMIENTOS PARA LA CONTINUIDAD SALUDABLE DE LAS ACTIVIDADES ECONÓMICAS ANTE COVID - 19. Recuperado de: INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL: https://coronavirus.gob.mx/wp-content/uploads/2022/10/2022.10.10LineamientoCovidActividadesEconomicasNN.pdf

INECC. (2025). Sistema Nacional de Información de la Calidad del Aire (SINAICA) – SCICA. https://sinaica.inecc.gob.mx/scica/

INEGI (2001). Uso del suelo y vegetación, escala 1:250000 serie ii (continuo nacional).

INEGI (2021). Uso del suelo y vegetación, escala 1:250000 serie vii (continuo nacional).

INEGI. (2001). Conjunto de Datos Fisiográficos de México. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. https://www.inegi.org.mx

INEGI. (2001). Síntesis de Información geográfica del estado de México. Recuperado de https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos

INEGI. (2010). Compendio de información geográfica municipal: Nopala de Villagrán, Hidalgo (Ficha municipal y cartografía). Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) Recuperado de inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/13/13044.pdf

INEGI. (2010). Metodología para la generación y actualización de la información de uso del suelo y vegetación. Serie VII. Escala 1:250 000.

INEGI. (2013). Continuo de Elevaciones Mexicano (CEM) [Modelo digital de elevación]. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. https://www.inegi.org.mx

INEGI. (2016). Modelo de Elevación Digital 15 m (MED 15) [Capa raster]. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. https://www.inegi.org.mx

INEGI. (2017). Importancia de la vegetación en México.

INEGI. (2020). *Conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación. Serie VI*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Obtenido de https://www.inegi.org.mx

INEGI. (2020). De Estadística y Geografía, I. N. Banco de indicadores. https://www.inegi.org.mx/app/indicadores/?t=123&ag=13006#bodydataExplorer#D123

INEGI. (2020). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825197537.pdf

INEGI. (2021). Guía para la interpretación de cartografía Uso del suelo y vegetación Escala 1:250 000 Serie VII / Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México: INEGI, C2021. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (México). https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/889463902836.pdf.

INEGI. (s. f.). Uso de suelo y vegetación. Carta USV.

INEGI. Aspectos generales del territorio mexicano. Recursos naturales. Edafología. Disponible en: http://mapserver.inegi.org.mx.

Influenza aviar. (2025). OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud. https://www.paho.org/es/temas/influenza-aviar

Instituto de Ingeniería, UNAM. (2020) La red acelerográfica del Instituto de Ingeniería y su integración a la Red Sísmica Mexicana. UNAM. https://www.iingen.unam.mx/es-mx/Investigacion/Proyecto/Paginas/Laredaceleregraficadelinstitutodeingenieria.aspx IINGEN UNAM

Instituto Geográfico Nacional. (s.f.). *Geomorfología*. Atlas Nacional de España. https://atlasnacional.ign.es/wane/Geomorfolog%C3%ADa

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2013). *Conjunto de datos vectoriales de elevación continua E15*. Aguascalientes, México: INEGI.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2013). *Conjunto Nacional de Datos Edafológicos,*

escala 1:250 000, serie III. Aguascalientes, México: INEGI.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2021). *Nueva estructura de las actividades económicas*. https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825199258.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2024). *Marco Geoestadístico* [Base de datos]. Estados Unidos Mexicanos. https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=794551132173

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2010). *Compendio de información geográfica municipal 2010: Nopala de Villagrán, Hidalgo* (Clave geoestadística 13044) [Archivo PDF]. https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/13/13044.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2010). Compendio de información geográfica municipal 2010: Nopala de Villagrán, Hidalgo (Serie III, Escala 1:250 000). México: INEGI. Recuperado de https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/13/13044.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2010). Compendio de información geográfica municipal 2010: Nopala de Villagrán, Hidalgo (Clave geoestadística 13044) [Archivo PDF]. https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/13/13044.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2010). Compendio de información geográfica municipal 2010: Nopala de Villagrán, Hidalgo (Serie III, Escala 1:250 000). México: INEGI. Recuperado de https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/13/13044.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2010). *Datos geográficos [Ficha técnica]*. https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/13/13044.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2010). *Datos geográficos: [Número 13/13044]*. México: INEGI. Recuperado de https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/13/13044.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2010). *Datos geográficos del municipio de Nopala de Villagrán Hidalgo*. https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/13/13044.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2014). Guía para la interpretación de la cartografía: Edafología. Escala 1:250 000. Serie III [PDF]. INEGI. https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825076221.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2020). Censo de Población y Vivienda 2020. INEGI. https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (s. f.). *Ficha de descripción bibliográfica del recurso (UPC 889463769361)*. Recuperado el 14 de julio de 2025, de https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463769361

Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa. (2014). Normas y especificaciones para estudios, proyectos, construcción e instalaciones, Volumen 4. Seguridad estructural, Tomo III: Diseño por viento, p. 13.

Investigación y Desarrollo. (2025). ¿Cómo se forma el granizo? Ciencia. https://invdes.com.mx/ciencia-ms/ciencia-como-se-forma-el-granizo/

Irigaray, C., & Chacón, J. (1999). Prevención de riesgos geológicos: movimientos de ladera. En J. Chacón & C. Irigaray (Eds.), Riesgos Geológicos (pp. 97-146). Editorial Ariel.

Jet Propulsion Laboratory. (s. f.). *Center for NEO Studies (CNEOS)*. NASA. Recuperado de https://cneos.jpl.nasa.gov/

Kaboom Eventos. (2013). Obtenido de: ¿Qué define realmente un evento masivo?: https://kaboomeventos.com.ar/definicion-de-eventos-masivos/

Koivisto, S. (1995). Is Daphnia magna an ecologically representative zooplankton species in toxicity tests?. Environmental Pollution 90 (2): 263-267.

Kramer, S. L. (1996). Geotechnical Earthquake Engineering. Prentice Hall.

Kuroiwa, J. (2022). Reducción de desastres: Viviendo en armonía con la naturaleza. Lima, Perú.

La Voz de Galicia. (2025). Medio Ambiente exige al Gobierno que rectifique su zonificación eólica. La Voz de Galicia. https://www.lavozdegalicia.es/noticia/economia/2025/02/26/medio-ambiente-exige-gobierno-rectifique-zonificacion-eolica/00031740596956319579590.htm

Liu, X., Shao, S., & Shao, S. (2024). Landslide susceptibility zonation using the analytic hierarchy process (AHP) in the Great Xi'an Region, China. Scientific Reports, 14, 2941.

López Bárcenas, F. (2013). *Autonomía y derechos indígenas en México*. México: Ediciones CIESAS.

López Cervantes, F. J., & Amezcua Jiménez, A. (2025). INFORME SEMANAL DE VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA DENGUE. Recuperado de: Subsecretaría de Prevención y Promoción: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/1035843/Dengue_2025_SE44.pdf

López-Marín, R. (2015). Perspectivas contemporáneas de la agricultura sostenible. Centro de Investigación en Sistemas Productivos.

Martínez, R. (2019). Impacto ambiental de los derrames químicos en zonas urbanas. Instituto de Ecología Aplicada.

Martínez-Roldán, L. (2024). Sistemas agrícolas tradicionales y su importancia en el desarrollo rural. Editorial Horizonte Verde.

Mateos, R. M. (2010). Movimientos de ladera: conceptos, factores y evaluación de la susceptibilidad. En J. J. Durán & M. Montes (Eds.), Introducción a la Geología Práctica (pp. 223-240). Instituto Geológico y Minero de España (IGME).

Matías Ramírez, L. G., Fuentes Mariles, Ó. A., García Jiménez, F., & Centro Nacional de Prevención de Desastres [CENAPRED]. (2008). Fascículo heladas. En Scribd (Violeta Ramos Radilla, Vol. 2). https://www.cenapred.unam.mx/PublicacionesWebGobMX/buscar_buscaSubcategoria.

McGuire, R. K. (2004). Seismic Hazard and Risk Analysis. Earthquake Engineering Research Institute.

Meli, R. (2001). Diseño estructural (2.ª ed.). Limusa.

Montes, J. M. (2024). Afloramientos de sedimentos finos que ilustran procesos de acumulación en antiguas cuencas lacustres. Recuperado de https://speedstar71.blogspot.com/2024/08/las-bardenas-reales-un-desierto-en-el.html

Montgomery, D. C., & Runger, G. C. (2014). Applied statistics and probability for engineers (6th ed.). John Wiley & Sons.

Nañez, S. (2019). PROGRAMA DE MANEJO DEL FUEGO.

NASA JPL. (2013). *Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) Global 1 arc second*. NASA Jet Propulsion Laboratory. https://www2.jpl.nasa.gov/srtm

NASA Space Place (2025). What Is a Dust Storm? https://www.nesdis.noaa.gov/about/k-12-education/dust-ash-fire-smoke/what-dust-storm

NASA. (2025). *Radiation storms* en *Solar storms and flares*. NASA Science. Recuperado de https://science.nasa.gov/sun/solar-storms-and-flares/#radiation-storm

NASA. (s. f.). *ARC-2009-ACD09-0108-021* [Imagen]. NASA Image and Video Library. https://images.nasa.gov/details/ARC-2009-ACD09-0108-021

NASA. (s. f.). *Meteors and Meteorites: Facts*. NASA Science. https://science.nasa.gov/solar-system/meteors-meteorites/facts/

NASA/JPL. (2000). *Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), Version 3.0*. NASA EOSDIS Land Processes Distributed Active Archive Center (LP DAAC).

National Environmental Satellite, Data, and Information Service. (s. f.). What is a dust storm? National Oceanic and Atmospheric Administration. Recuperado de: https://www.nesdis.noaa.gov/about/k-12-education/dust-ash-fire-smoke/what-dust-storm

National Geographic. (2022) "¿Qué es un tsunami?" ¿Qué es un tsunami? | National Geographic | National Geographic

National Oceanic and Atmospheric Administration, National Environmental Satellite, Data, and Information Service. (2018). Tormenta de polvo sobre el Golfo Pérsico captada por el satélite NOAA-20 el 13 de mayo de 2018. (Imagen satelital). Recuperado de: https://www.nesdis.noaa.gov/about/k-12-education/dust-ash-fire-smoke/what-dust-storm

Olivera-Villaseñor, A., & Rodríguez-Castellanos, A. (2005). Transporte de hidrocarburos por ductos: eficiencia

y riesgos. Revista de Energía y Medio Ambiente, 12(3), 45–58

Olivera-Villaseñor, R. E., & Rodríguez-Castellanos, A. (2012). Estudio del riesgo en ductos de transporte de gasolinas y diésel en México. Instituto Politécnico Nacional.

OMS, (2021). Directrices mundiales de la OMS sobre la calidad del aire. https://www.who.int/es/news-room/questions-and-answers/item/who-global-air-quality-guidelines

ONU. (2025). Lucha contra el terrorismo. https://www.un.org/es/global-issues/countering-terrorism

Ordaz Hernández, A., Esquivel Arzate, R. K., Hernández Santana, J. R., & Cabadas Báez, H. V. (2019). Susceptibilidad a desprendimientos de rocas en la urbanización La Teresona-Zopilocalco Norte, Toluca: premisas para el desarrollo comunitario. Investigaciones Geográficas, (99), e59888.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2022). Inocuidad de los alimentos. FAO. https://www.fao.org/food-safety/es/

Organización Meteorológica Mundial (OMM). (2018). Guía de prácticas climatológicas (WMO-No. 100). Organización Meteorológica Mundial.

Organización Meteorológica Mundial (OMM). (2018). Guía de prácticas climatológicas (WMO-No. 100).

Organización Mundial de la Salud. (2021). Guía sobre riesgos químicos y salud pública. OMS.

Organización Mundial de la Salud. (2023). Enfermedades transmitidas por los alimentos. OMS. https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-safety

Organización Mundial de la Salud. (s. f.). Floods. Recuperado de https://www.who.int/health-topics/floods

Organización Panamericana de la Salud. (2021). Guía técnica para la gestión de riesgos químicos en el transporte terrestre. OPS.

Palacios Anzules, Ítalo del C., & Moreno Castro, D. W. (2022). Contaminación ambiental. RECIMUNDO, 6(2), 93–103.

Pastor, J. L., Flores-Arias, M. T., & García, R. (2018). Estudio comparativo del potencial de licuación de suelos saturados. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, 70(3), 761–781. https://doi.org/10.18268/BSGM2018v70n3a761

Pastor, J. L., Flores-Arias, M. T., & García, R. (2018). Estudio comparativo del potencial de licuación de suelos saturados. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, 70(3), 761–781. https://doi.org/10.18268/BSGM2018v70n3a761

Peralta-Carreta, C. (2019). Clasificación del uso de suelo y vegetación. Madera y Bosques, 25(3).

Petróleos Mexicanos. (2020). Política de Seguridad, Salud en el Trabajo, Protección Ambiental y Desarrollo Sustentable

PNAS. (2005). This Week in PNAS Proceedings Of The National Academy Of Sciences, 102(8), 2673-2674. https://doi.org/10.1073/iti0805102

PNUD. (2022). El PNUD en México. Obtenido de “Gestión de riesgos y resiliencia urbana”: https://www.undp.org/es/mexico/noticias/que-es-un-sistema-de-alerta-temprana-basado-en-comunidades-para-la-resiliencia-al-cambio-climatico

Portal de Centro Nacional de Prevención de Desastres. (2022). Atlas Nacional de Riesgos. Ciclones tropicales. Recuperado el 20/11/2025 En sitio web: http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/portal/fenomenos/

Press, F., & Siever, R. (2014). Understanding Earth (7th ed.). W. H. Freeman and Company.

Prieto González R. et al., (2010) “Tormentas severas”. Serie fascículos. Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) p.p. 23-27: Fasc_tormentasSeveras_29jul_2010.indd

Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA). (2025). Emergencias químicas en México. Gobierno de México. https://www.gob.mx/profepa/articulos/emergencias-quimicas-en-mexico

Productora Nacional de Biológicos Veterinarios (PRONABIVE). (2018). Tuberculosis bovina en México. Gobierno de México. https://www.gob.mx/pronabive/articulos/tuberculosis-bovina-en-mexico

Queensland Government, s/a. Bacterial leaf scorh – a nursery industry biosecurity threat. En línea: https://www.ngia.com.au/Attachment?Action=Download&Attachment_id=1835

Rebollar-Alviter A, Silva-Rojas HV, FuentesAragón D, Acosta-González U, Martínez-Ruiz M, Parra-Robles BE. 2020. An emerging strawberry fungal disease associated with root rot, crown rot and leaf spot caused by Neopestalotiopsis rosae in Mexico. Plant Disease, 104(8), 2054-2059

Revista de la Facultad de Medicina de la UNAM. (2010). Revista de la Facultad de Medicina. Recuperado de: Revista de la Facultad de Medicina: https://www.scielo.org.mx/pdf/facmed/v65n4/2448-4865-facmed-65-04-40.pdf

Reyes, D. (2024). Edificio colapsado [Fotografía]. Ciudad de México, México.

Rhoton, S., & De Enciclopedia Significados, E. (2025, 20 octubre). Sismo: qué es, tipos, causas y consecuencias. Enciclopedia Significados. https://www.significados.com/sismo/

Rodríguez Velázquez, R.I. (2014). Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). Obtenido de Manual de Protección Civil: https://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/293-MANUALDEPROTECCINCIVIL.PDF

Rodríguez-González, A., & Fernández-Turiel, J. L. (2015). Las geoformas volcánicas y su modelado morfométrico con Sistemas de Información Geográfica (SIG) / Volcanic landforms and their morphometric modeling with Geographic Information Systems (GIS). Universidad de Las Palmas de Gran Canaria; Instituto de Ciencias de la Tierra Jaume Almera (ICTJA-CSIC).

Romero-Rojas, W., Vázquez-Jiménez, R., & Ramos-Bernal, R. N. (2019). Estudio de susceptibilidad a procesos de remoción en masa. Caso de estudio: Zona centro del Estado de Guerrero, México, mediante herramientas geotecnológicas. Revista Cartográfica, 98.

Rotativo. (2024). Crisis de Agua Potable en Nopala de Villagrán por deuda con CFE. https://rotativo.com.mx/estados/hidalgo/crisis-agua-potable-en-nopala-villagran-por-deuda-con-cfe_1520802_102.html

Rzedowski, J. (2006). Vegetación de México (1.ª ed.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).

Salud sin Daño. (2024). Guías actualizadas de la OMS sobre la calidad del aire y sus implicancias para los países latinoamericanos: Una breve síntesis sobre las nuevas directrices de calidad del aire. https://lac.saludsindanio.org/media/4546/download?inline=1

Salvador, D. G. C., Ernesto Núñez Flores, Roberto Ramírez García, Julio César Romero. (n.d.). Evitar desgracias por la sequía. Ciencia UNAM. https://ciencia.unam.mx/leer/141/Evitar_desgracias_por_la_sequia

Santamaría, S., Bablon, M., Quidelleur, X. et al. (2024). Blossoming of the Pleistocene volcanism in the Ecuadorian Andes: a review based on new and recent geochronological data. Bulletin of Volcanology, 86, 80. DOI:10.1007/s00445-024-01767-z.

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2021). Una apicultura sana previene la varroasis. Gobierno de México. https://www.gob.mx/agricultura/articulos/una-apicultura-sana-previene-la-varroasis

Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (2011). NOM-002-SCT/2011: Listado de las substancias y materiales peligrosos más usualmente transportados. Diario Oficial de la Federación. Recuperado de https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4623/SCT2a/SCT2a.htm

Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (2023). Guía técnica para el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos. Gobierno de México.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (2023). Normas oficiales mexicanas para el transporte de sustancias peligrosas. SCT.

Secretaría de Cultura del Estado de Hidalgo. (2020). *Regiones geoculturales del estado de Hidalgo*. Gobierno del Estado de Hidalgo. Recuperado de: https://cultura.hidalgo.gob.mx

Secretaría de Cultura del Estado de Hidalgo. (2022). *Nopala de Villagrán: Mbost'ã Nopala de Villagrán, Donde abundan los nopales* (Cuaderno municipal). Pachuca de Soto, Hidalgo: Autor. Recuperado de http://sigeh.hidalgo.gob.mx/pags/info_reg/munici

pal/13044%20-%20Nopala%20de%20Villagr%C3%A1n.pdf

Secretaría de Gobernación. (2015). ¿Qué es la Red Sísmica Nacional? Gobierno de México. https://www.gob.mx/segob/articulos/que-es-la-red-sismica-nacional Gobierno de México

Secretaria de Marina (SEMAR). (2015) “Historia de los Tsunamis en México” Historia de los Tsunamis en México | Secretaría de Marina | Gobierno | gob.mx

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales & Comisión Nacional Forestal. (2018). Estrategia nacional de manejo del fuego. SEMARNAT–CONAFOR.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2015). *Temperatura media anual*. Atlas Digital Geográfico del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Recuperado el 14 de julio de 2025, de https://gisviewer.semarnat.gob.mx/aplicaciones/atlas2015/atm_TMedia.html

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2003). Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003, especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar [PDF]. Diario Oficial de la Federación. https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/3281/1/nom-022-semarnat-2003.pdf

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2004). Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003, especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=658648&fecha=20/10/2004

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2011). Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011, que establece los criterios para clasificar a los residuos de manejo especial, determinar cuáles están sujetos a plan de manejo y el procedimiento para la formulación de los planes de manejo. Diario Oficial de la Federación. https://sidof.segob.gob.mx/notas/docFuente/5286505

Secretaría de Protección Civil del Estado de Veracruz. (2025). *Tormentas eléctricas: recomendaciones para la población* [PDF]. Gobierno del Estado de Veracruz. https://www.veracruz.gob.mx/proteccioncivil/wp-content/uploads/sites/5/2025/05/Torm_-electricas_RecPob_2025.pdf

Secretaría de Salud. (2009). Norma Oficial Mexicana NOM-251-SSA1-2009, Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios. Diario Oficial de la Federación.

Secretaría de Salud. (2021). MANUAL DE PROCEDIMIENTOS ESTANDARIZADOS PARA LA VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA DE LAS ENFERMEDADES TRASMITIDAS POR VECTOR (ETV).

Secretaría de Salud. (2021). Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-2021, Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de la calidad del agua. Diario Oficial de la Federación.

Secretaría de Salud. (2022). Informe sobre efectos de la temporada invernal en la salud pública. Gobierno de México.

Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana (2023). *Entendiendo los fenómenos socio-organizativos* [PDF]. Gobierno de México. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/854266/Chat_Entendiendo_los_Fen_menos_RSO_Resuelto.pdf

Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana; Centro Nacional de Prevención de Desastres. (2008). Fascículo: Inestabilidad de laderas (2ª ed., 2ª reimpresión).

Segerstrom, K. (1961). Geología del suroeste del estado de Hidalgo y del noreste del estado de México: Boletín de la Asociación Mexicana de Geológos Petroleros, 13(3-4), 147-168. Recuperado de: https://mapserver.sgm.gob.mx/lexico/AtotonilcoElGrande.pdf

SEMARNAT & CONAFOR. (2018). Estrategia nacional de manejo del fuego. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; Comisión Nacional Forestal.

SEMARNAT (2019). Guía para la elaboración de planes de emergencia y contingencia. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Semarnat y CP. Evaluación de la degradación del suelo causada por el hombre en la República Mexicana,

escala 1: 250 000. Memoria Nacional 2001-2002. México. 2003.

Semarnat y UACh. Evaluación de la pérdida de suelos por erosión hídrica y eólica en la República Mexicana, escala 1: 1 000 000. Memoria 2001-2002. México. 2003.

SEMARNAT. (2016). *Atlas Nacional de Medio Ambiente*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Obtenido de https://www.semarnat.gob.mx

SEMARNAT. (2017). Residuos sólidos urbanos y de manejo especial. https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/residuos-solidos-urbanos-y-de-manejo-especial

SEMARNAT. (2018). Fuentes de contaminación atmosférica. https://www.gob.mx/semarnat/articulos/fuentes-de-contaminacion-atmosferica

SEMARNAT. (2018). *Recuadro 3.1* [Archivo HTML]. En *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México 2018*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Recuperado de https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe18/tema/recuadros/recuadro3_1.html

SEMARNAT. (2019). Programa de Manejo Integrado de Recursos Hídricos en México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. https://www.gob.mx/semarnat

SEMARNAT. (2024). Documentos del Inventario Nacional de Emisiones. https://www.gob.mx/semarnat/documentos/documentos-del-inventario-nacional-de-emisiones

SEMARNAT. (s. f.). 3 programas de remediación y conclusiones. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/155842/3_programas__de_remediacion_y_conclusiones.pdf

Semarnat. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Edición 2008. Compendio de Estadísticas Ambientales. México. 2008.

SENASICA – Dirección General de Sanidad Vegetal. (2019, mayo). Aviso público: Cancro de los cítricos (Xanthomonas citri) V2. Ficha técnica n.° 3. Gobierno de México.

SENASICA– Dirección General de Sanidad Vegetal. (2016, marzo). Ficha técnica No. 62: Escarabajo barrenador polífago (Euwallacea sp.) [PDF]. Gobierno de México. https://ucanr.edu/sites/default/files/2018-07/287316.pdf

SENASICA, Dirección General de Sanidad Vegetal. (s. f.). Guía de síntomas y daños de la enfermedad de Pierce (Xylella fastidiosa subsp. fastidiosa V2). Gobierno de México. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/466560/10_GDSyD-PCV_Xylella_fastidiosa_subsp._fastidiosaV2.pdf

Servicio de Clima Espacial México (SCiESMEX). (s. f.). *Servicio de Clima Espacial México – SCiESMEX*. Universidad Nacional Autónoma de México. https://www.sciesmex.unam.mx/

Servicio Geológico Mexicano (SGM). (2007). *Carta geológica F14-11, escala 1:250 000*. México: Secretaría de Economía.

Servicio Geológico Mexicano (SGM). (2020). Carta Geológico-Minera Pachuca F14-4, escala 1:250 000. Secretaría de Economía. Recuperado de https://www.sgm.gob.mx

Servicio Geológico Mexicano. (2017, 22 de marzo). Sismología de México. Recuperado el 15 de noviembre de 2025, de https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Riesgos-geologicos/Sismologia-de-Mexico.html

Servicio Geológico Mexicano. (s. f.). ¿Qué es la geología? [PDF]. Recuperado de: https://www.sgm.gob.mx/webdocs/geologia/hidalgo.pdf

Servicio Meteorológico Nacional (2020). Tipos de Sequía https://www.gob.mx/smn/videos/tipos-de-sequia

Servicio Meteorológico Nacional (SMN). (2023). Normales climatológicas 1991–2020. Comisión Nacional del Agua.

Servicio Meteorológico Nacional (SMN). (2023). Normales climatológicas 1991–2020. Comisión Nacional del Agua.

Servicio Nacional De Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, S. N. (2020). Garrapata Boophilus spp. gob.mx. https://www.gob.mx/senasica/acciones-y-programas/campana-nacional-para-el-control-de-la-garrapata-boophilus-spp

Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. (2021). Erradicación de Xanthomonas citri subsp. citri (cancro cítrico) de Australia [Nota]. Gobierno de México. https://prod.senasica.gob.mx/ALERTAS/inicio/pages/single.php?noticia=8133

Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). (2025). Atlas sanitario: Residuos de plaguicidas en huevo (RPB). https://dj.senasica.gob.mx/AtlasSanitario/storymaps/rpb.html

Servicio Sismológico Nacional (SSN). (2025). Catálogo de sismos históricos de México (1900–2024). Universidad Nacional Autónoma de México. https://www.ssn.unam.mx

Servicio Sismológico Nacional (SSN). (2025). Catálogo de sismos históricos de México (1900–2024). Universidad Nacional Autónoma de México. https://www.ssn.unam.mx

Servicio Sismológico Nacional. (2014.). Sitio web del SSN. http://www.ssn.unam.mx/

Silva Armas, M. (2024). Alertan sobre Onda Fría que afectará al país; entérate dónde. 24 Horas. https://24-horas.mx/mexico/alertan-sobre-onda-fria-que-afectara-al-pais-enterate-donde/

SINAVE. (2025). Aviso Epidemiológico. Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/1042444/AE-Chikungunya-20251210.pdf

Sismología de México. (2025, 2 mayo). https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Riesgos-geologicos/Sismologia-de-Mexico.html

Sistema de Predicción de Peligro de Incendios Forestales de México. (s. f.). Forestales UJED. Recuperado de: https://forestales.ujed.mx/incendios2/

Sistema Nacional de Vigilancia y Monitoreo de Plagas (SINAVIMO). (s. f.). Xanthomonas citri subsp. citri. https://www.sinavimo.gob.ar/plaga/xanthomonas-citri-subsp-citri

Sociedad Española de Mecánica del Suelo e Ingeniería Geotécnica (SEMSIG). (2024). Boletín de la SEMSIG, núm. 216. https://semsig.org/wp-content/uploads/2024/07/Boletin-216-Completo_compressed.pdf

Sociedad Española de Mecánica del Suelo e Ingeniería Geotécnica (SEMSIG). (2024). Boletín de la SEMSIG, núm. 216. https://semsig.org/wp-content/uploads/2024/07/Boletin-216-Completo_compressed.pdf

Subsecretaría de Prevención y Promoción de la Salud, Centro Nacional de Programas Preventivos y Control de Enfermedades. (s. f.). Guía para la vigilancia y el control de la brucelosis. Gobierno de México. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/36343/GuiaBrucelosis.pdf

Tarbuck, E. J., Lutgens, F. K., & Tasa, D. G. (2016). Earth: An introduction to physical geology (12th ed.). Pearson.

Tipos de delincuencia: ¿cómo reconocerlos y diferenciarlos? (07). Obtenido de Universidad Europea: https://peru.universidadeuropea.com/blog/tipos-delincuencia/

Tipos de Sequía | EcoExploratorio: Museo de Ciencias de Puerto Rico. (n.d.). https://ecoexploratorio.org/amenazas-naturales/sequias/tipos-de-sequia/.

Tipos de sequía. (n.d.). Www.miteco.gob.es. https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/observatorio-nacional-de-la-sequia/que-es-la-sequia/observatorio_nacional_sequia_1_1_tipos_sequia.html

Transportation. (2024). Panorama del transporte de hidrocarburos en México. Secretaría de Energía.

UACJ. (2012). Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Recuperado el 14 de noviembre de 2025, de Instituto de Ciencias Biomédicas: https://www.uacj.mx/ICB/UEB/documentos/1.%20PLAGAS.pdf

UACJ. (agosto de 2012). Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Recuperado el 14 de noviembre de 2025, de Instituto de Ciencias Biomédicas: https://www.uacj.mx/ICB/UEB/documentos/1.%20PLAGAS.pdf

UGM ("Sismología y Geodesia"). (s.f.). SISMOLOGÍA Y GEODESIA. UGM. https://www.ugm.org.mx/publicaciones/geos/pdf/geos02-2/SISG02-2.pdf

UNAM Global. (2023, 18 de agosto). Alta contaminación de «E. coli» en el Valle del Mezquital. https://unamglobal.unam.mx/global_revista/contaminacion-e-coli-valle-del-mezquital/

United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR), & International Science Council (ISC). (2025). *UNDRR–ISC Hazard Information Profiles – 2025 Update: TL0403 Maritime Accident* United Nations Office for Disaster Risk Reduction; International Science Council.

United States Geological Survey (USGS). (2023). Global Vs30 Map and Site Conditions Database. U.S. Geological Survey. https://earthquake.usgs.gov/data/vs30/

Universidad Europea. (2024). Tipos de delincuencia: ¿cómo reconocerlos y diferenciarlos? Obtenido de Universidad Europea: https://peru.universidadeuropea.com/blog/tipos-delincuencia/

Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). (s.f.). Manual de procedimientos para prevenir y minimizar los riesgos originados por agentes químicos. Instituto de Física. https://www.abogadogeneral.unam.mx/sites/default/files/archivos/RepositorioCont/4_Institutos/56._InstFisica/12_ManualAgentesQuimicos.pdf

Uriarte D. (2025). Mi ciudad.mx. Obtenido de: Tipos de inconformes: https://www.miciudad.mx/contenido/tipos-de-inconformes/

Van Westen, C. J., Rengers, N., Terlien, M. T. J., & Soeters, R. (2008). Use of geomorphological information in indirect landslide susceptibility assessment. Natural Hazards, 30(3), 399–419.

Vaquero, M. (2023). Riesgos asociados a la operación de ductos en zonas urbanas y rurales. Instituto Mexicano del Petróleo.

Vázquez-Salvador, N., Escolero-Fuentes, O. A., & otros. (2020). Impacto de la recarga inducida con aguas residuales en la calidad del agua subterránea del Valle del Mezquital. Revista Internacional de Contaminación Ambiental.

Wald, D. J., & Allen, T. I. (2007). Topographic slope as a proxy for seismic site conditions (Vs30) and amplification around the globe. Bulletin of the Seismological Society of America, 97(5), 1379–1395. https://doi.org/10.1785/0120060267

Walpole, R. E., Myers, R. H., Myers, S. L., & Ye, K. (2012). Probability and statistics for engineers and scientists (9th ed.). Pearson Education.

Zamora Canales, A. (2024). Olas de calor: un aviso claro del futuro. Gaceta UAEH. https://uaeh.edu.mx/gaceta/5/numero64/junio/calor-futuro.html

Zarza, L. F. (2025). ¿Qué es y cómo se forma el granizo? iAgua. https://www.iagua.es

SISTEMA ESTATAL DE
PROTECCIÓN CIVIL
HIDALGO