Diagnósticos de Procesos de Remoción en Masa en las Sierras del Estado de Veracruz

Estudio de caso “Sierra de Otontepec”

PC
Secretaría de Protección Civil

Gobierno del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave
Secretaría de Protección Civil
Dirección General de Prevención de Riesgo de Desastres

Directorio

Ing. Cuitláhuac García Jiménez
Gobernador Constitucional del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave,
Coordinador del Sistema Estatal de Protección Civil y
Presidente del Consejo Estatal de Protección Civil

Dra. Guadalupe Osorno Maldonado
Secretaria de Protección Civil y
Secretaria Ejecutiva del Consejo Estatal de Protección Civil

Lic. Alma Angélica Fuertes Jara
Directora General de Prevención de Riesgo de Desastres

Diagnósticos de Procesos de Remoción en Masa en las Sierras del Estado de Veracruz
Estudio de caso: Sierra de Otontepec

Elaboración 2022

DIAGNÓSTICOS DE PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA EN LAS SIERRAS DEL ESTADO DE VERACRUZ

ESTUDIO DE CASO: SIERRA DE OTONTEPEC

Contenido

1. Introducción 4
1.1 Conceptos básicos para la identificación de Procesos de Remoción en Masa 5
1.2 Localización 8
1.3 Área natural protegida 9
1.4 Fisiografía 9
1.5 Geología 10
1.6 Geomorfología 11
1.7 Edafología 13
1.8 Uso de suelo y vegetación 14
1.9 Clima 15
1.10 Hidrografía 18
2. Población en la sierra 19
2.1 Población en zonas de media, alta y muy alta susceptibilidad a deslizamientos 19
2.2 Población vulnerable en zonas de media, alta susceptibilidad a deslizamientos 24
2.2.1 Población vulnerable a nivel municipal 24
2.2.2 Población vulnerable a nivel localidad 29
3. Registro de eventos 31
3.1 Casos de estudio o antecedentes 33
3.1.1 Ixcatepec, Ixcatepec (09 de enero de 2022) 33
3.1.2 Santo Domingo, Chontla (20 de octubre de 2022) 34
4. Factores detonantes y condicionantes que influyen en la ocurrencia de deslizamientos en la sierra 35
5. Algunas consideraciones que tomar en cuenta 41
6. Recomendaciones 42
6.1 Recomendaciones para la Población 42
6.2 Recomendaciones para las Autoridades Municipales 45
6.3 Recomendaciones para otros Integrantes del Sistema Estatal de Protección Civil 49

1. Introducción

En los últimos años, el estudio de la relación entre los fenómenos naturales y la sociedad ha generado un gran interés por parte de diferentes niveles del gobierno, con el fin de saber cómo actuar antes, durante y después de dichos eventos y así, poder garantizar la seguridad y bienestar de la población. El análisis de fenómenos perturbadores ha sido un tema que cada día adquiere más presencia en las agendas de gobernantes comprometidos con la comprensión de la relación que existe entre los desastres, el desarrollo económico, el medio ambiente y la sustentabilidad.

Un componente fundamental en la comprensión de estas relaciones, es la vulnerabilidad, que está constituida por la combinación de aspectos de índole social, económica, cultural, política e institucional, conformados a través del desarrollo histórico de la sociedad. La vulnerabilidad puede definirse como la propensión de la población a ser afectada por el impacto potencial de alguna amenaza, ya sea de origen natural, socio-natural o antropogénica.

Los desastres no son naturales, sino socialmente construidos; éstos reflejan la materialización del riesgo, el cual resulta del impacto potencial de diversas amenazas en una sociedad vulnerable y expuesta a las mismas. Por ello, más allá del entendimiento de la potencial distribución y dinámica espacial y/o temporal de las amenazas, cuya relevancia es incuestionable, son precisamente la vulnerabilidad y la exposición los ingredientes del binomio que expresa fehacientemente los procesos de construcción social del riesgo que se deben atender con la finalidad de disminuir el riesgo de desastres[1].

La reducción y/o mitigación de riesgos de desastre se ha convertido en un punto de reflexión obligada cada vez en más órdenes de decisión, debido principalmente a las consecuencias del impacto de los desastres en muchas de las ciudades del país.

Para evitar la expansión de los asentamientos humanos en zonas susceptibles, así como mitigar las afectaciones de la población que ya se encuentra en una zona de riesgo, es necesario elaborar estudios sobre las características físicas del territorio que den a la población en general y a las autoridades, elementos para disminuir el impacto de los fenómenos naturales, con la finalidad de guiar el desarrollo de las comunidades hacia una planificación sustentable.

Para la realización de los Diagnósticos de Procesos de Remoción en Masa de las Sierras del Estado de Veracruz, se actualizó la cartografía existente en el Atlas de Riesgo del Estado de Veracruz. La delimitación de las sierras, se realizó mediante el apoyo del Modelo Digital del Terreno de INEGI para la identificación de la orografía que presente geoformas con pendientes variables entre los 10° a 80°; el inventario de Procesos de Remoción en Masa de la Secretaría de Protección Civil; así como los asentamientos

[1] Alcántara-Ayala, Irasema, Garza Salinas, Mario, López García, Alejandra, Magaña Rueda, Víctor, Oropeza Orozco, Oralia, Puente Aguilar, Sergio, Rodríguez Velázquez, Daniel, Lucatello, Simone, Ruiz Rivera, Naxhelli, Tena Núñez, Ricardo Antonio, Urzúa Venegas, Myriam, & Vázquez Rangel, Gloria. (2019). Gestión Integral de Riesgo de Desastres en México: reflexiones, retos y propuestas de transformación de la política pública desde la academia. Investigaciones geográficas, (98), 00002. https://doi.org/10.14350/rig.59784

humanos en localidades rurales y urbanas localizadas dentro de la cartografía de susceptibilidad Media, Alta y Muy Alta a deslizamientos.

1.1 Conceptos básicos para la identificación de Procesos de Remoción en Masa

En nuestro país y específicamente en el estado, un gran número de personas están expuestas a procesos de remoción en masa, eventos que la población identifica de diferentes maneras (coloquiales y/o tecnicismos) como por ejemplo: deslizamientos, inestabilidades de laderas, derrumbe de taludes naturales, entre otros.

De acuerdo a la Ley General de Protección Civil la inestabilidad de laderas está clasificada como: Un agente perturbador que forma parte de los Fenómenos Geológicos, de manera que engloba todos los eventos de procesos de remoción en masa[2]. Estos se pueden describir como un movimiento del terreno pendiente abajo de roca, suelo y en algunas ocasiones vegetación, que se desplazan por la intervención de la gravedad, condiciones climatológicas, geológicas y geomorfológicas, como la composición del suelo, resistencia de los materiales, pendiente, fallas o agrietamientos en la roca, precipitaciones, sismos, entre otras. Así como factores causados por el hombre como el corte del terreno para la construcción de una vivienda o carretera, actividad minera, sobre carga de taludes, deforestación, etc.

Algunos eventos dependiendo de las condiciones pueden presentarse de manera rápida, ocurriendo en segundos, mientras que otros pueden tomar horas, semanas, meses, o aún lapsos mayores para que se desarrollen. Para la identificación general de los distintos Procesos de Remoción en Masa se delimitan 3 grupos básicos, los cuales son[3]:

Caídos o Derrumbes. Son movimientos abruptos de suelos y fragmentos aislados de rocas que se originan en pendientes abruptas y acantiladas, por lo que el movimiento es prácticamente de caída libre, rodando y rebotando; se incluye:

- Desprendimientos. Caída de suelos producto de la erosión o de bloques rocosos, atendiendo a discontinuidades estructurales (grietas, planos de estratificación o fracturamiento) proclives a la inestabilidad.

- Vuelcos o volteos. Caída de bloques rocosos con giro hacia adelante y hacia afuera, propiciado por la presencia de discontinuidades estructurales (grietas de tensión, formaciones columnares o diaclasas) que tienden a la vertical.

[2] Art. 2 Fracción XXIII de la Ley General de Protección Civil; consultada en: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lgpc.htm 21/09/22

[3] Monitoreo de laderas con fines de evaluación y alertamiento, CENAPRED, 2014.

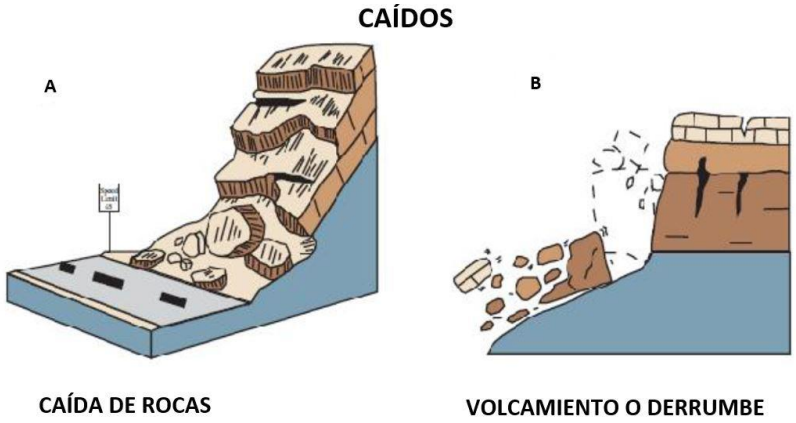


Fig. 1. Diagrama general para la identificación de caídos o derrumbes
Fuente: Landslide types and processes. USGS, 2004.

Deslizamientos. Son movimientos de una masa de materiales térreos pendiente abajo, sobre una o varias superficies de falla delimitadas por la masa estable o remanente de una ladera. Por la forma de la superficie de falla, se distinguen en:

- Rotacionales. Deslizamientos en los que su superficie principal de falla resulta cóncava hacia arriba (forma de cuchara o concha), definiendo un movimiento rotacional de la masa inestable de suelos y/o fragmentos de rocas con centro de giro por encima de su centro de gravedad. A menudo estos deslizamientos rotacionales ocurren en suelos arcillosos blandos, aunque también se presentan en formaciones de rocas blandas muy intemperizadas.

- Traslacionales. Deslizamientos en los que la masa de suelo y/o fragmentos de rocas se desplaza hacia afuera y hacia abajo, a lo largo de una superficie de falla más o menos plana, con muy poco o nada de movimiento de rotación o volteo. Usualmente determinan deslizamientos someros en suelos granulares, o bien están definidos por superficies de debilidad en formaciones rocosas, tales como planos de estratificación, juntas y zonas de diferente alteración o meteorización de las rocas.

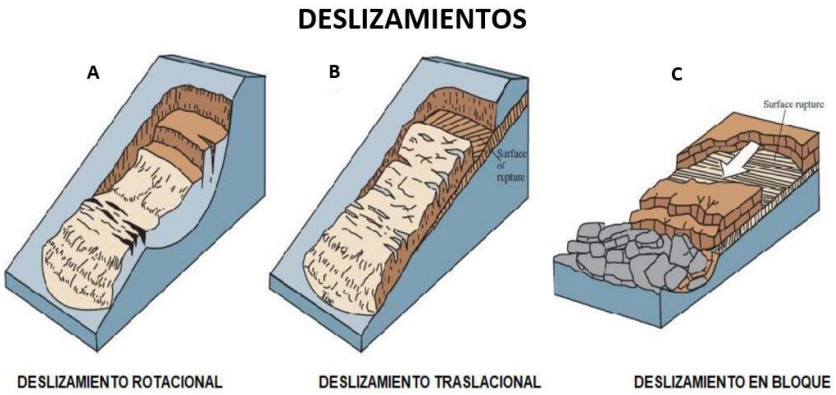


Fig. 2. Diagrama general para la identificación de deslizamientos.
Fuente: Landslide types and processes. USGS, 2004.

Flujos. Son movimientos de suelos y/o fragmentos de rocas pendiente abajo de una ladera, en donde sus partículas, granos o fragmentos tienen movimientos relativos dentro de la masa que se mueve o desliza sobre una superficie de falla. Los flujos pueden ser de muy lentos a muy rápidos, así como secos o húmedos; pueden distinguirse:

- Flujos de lodo. Masa de suelo y agua que fluye pendiente abajo muy rápidamente, y que contiene por lo menos 50 % de granos de arena y limo, y partículas arcillosas.

- Flujos de tierra o suelo. Masa de suelo y agua que fluye pendiente abajo muy rápidamente, y que contiene por lo menos 50 % de granos de grava, arena y limo.

- Flujos o avalancha de detritos. Movimiento rápido de una mezcla en donde se combinan suelos sueltos, fragmentos de rocas y vegetación con aire y agua entrampados, formando una masa viscosa o francamente fluida que fluye pendiente abajo.

- Creep o flujo muy lento. A diferencia de los casos anteriores, es un movimiento constante pero muy lento de suelos y rocas pendiente abajo, en el que no se define con precisión la superficie de falla.

- Lahar. Flujo de suelos o detritos que se origina en las laderas de un volcán, generalmente disparado por lluvias intensas que erosionan depósitos volcánicos, deshielo repentino por actividad volcánica, o bien por rotura o desbordamiento de represas de agua.

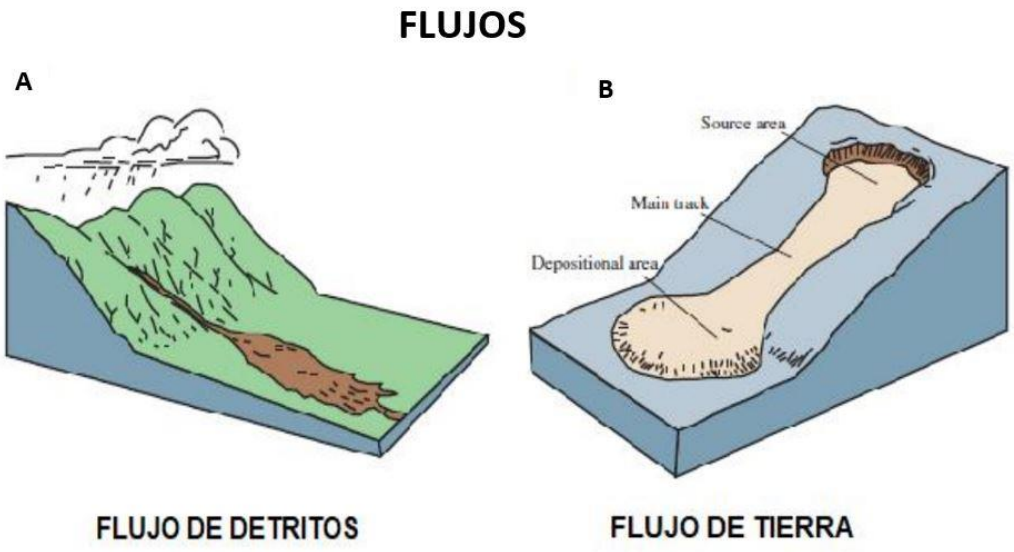


Fig. 3. Diagrama general para la identificación de flujos.
Fuente: Landslide types and processes. USGS, 2004.

1.2 Localización

La Sierra de Otontepec se localiza en la parte Noreste del estado de Veracruz, con colindancia en el suroeste con el estado de Hidalgo, en el este con el municipio de Tamiahua, al norte con Ozuluama de Mascareñas y al sur con Álamo Temapache, la superficie de la sierra comprende 433.98 km^2, que representa el 0.6 % de la superficie total del Estado, esta sierra se encuentra entre las coordenadas 21° 04’ y 20° 16’ de latitud Norte, 98° 34’ y 97° 52’ de longitud Oeste.

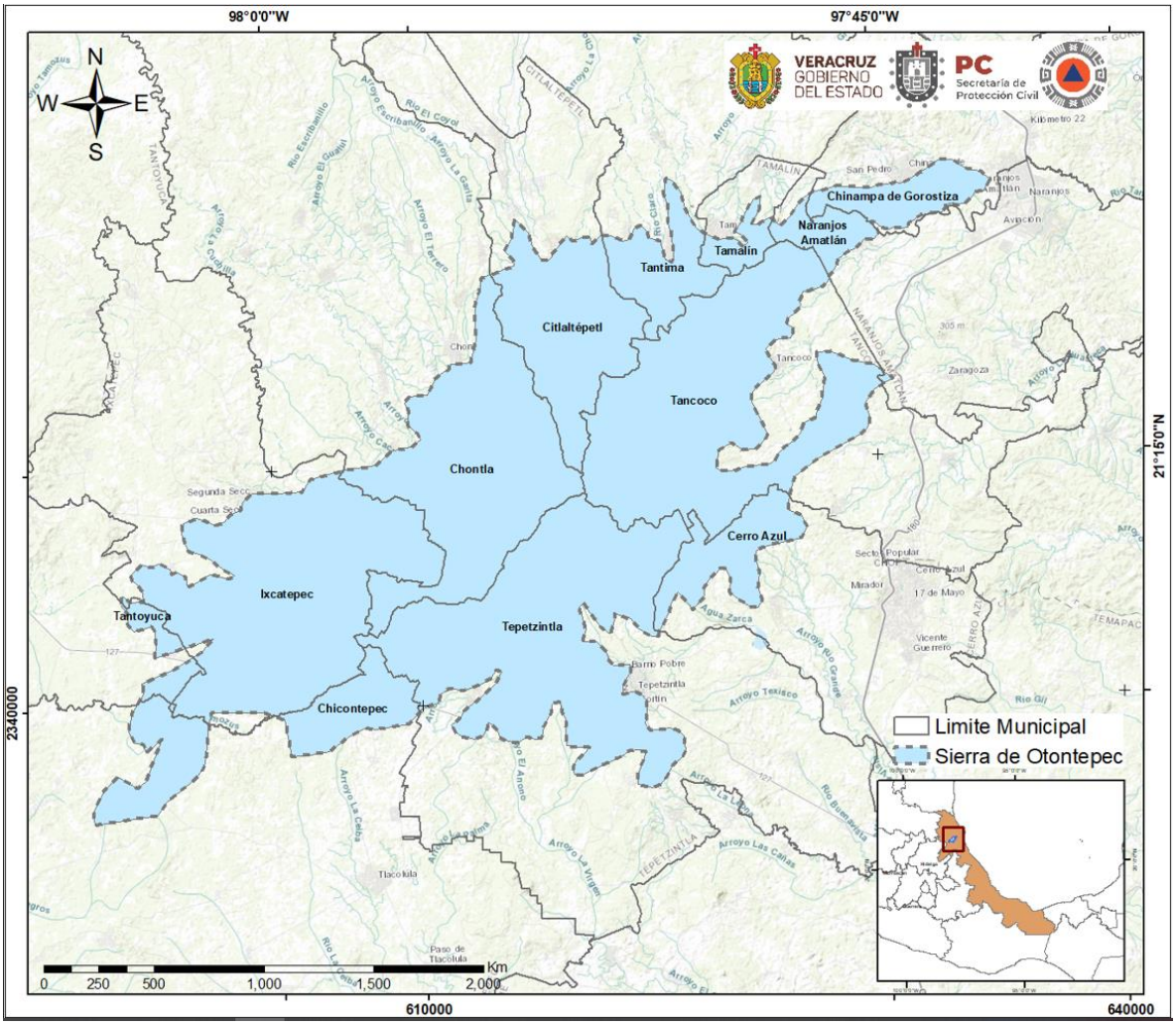


Fig. 4 Ubicación de la Sierra Otontepec dentro del estado de Veracruz.
Fuente: Atlas de Riesgos del Estado de Veracruz con información de Marco Geoestadístico INEGI, 2022.

1.3 Área natural protegida

El 24 de febrero del 2005 el Gobierno del Estado de Veracruz la decretó como Área Natural Protegida (ANP) bajo la categoría de Reserva Ecológica Sierra de Otontepec, con una superficie total de 150.18 km^2 abarcando el 34.6 % del área total de la sierra; entrando en vigor a partir de su publicación en la Gaceta Oficial del Estado el día 2 de marzo del 2005.

Ubicada en la región de la Huasteca al norte del estado, formando parte de los municipios de Tepetzintla, Tancoco, Tantima, Citlaltépetl, Chontla, Cerro Azul y Chicontepec; representa una formación montañosa aislada de la Sierra Madre Oriental que presenta diversidades climáticas, geológicas y ecológicas resultando en un sitio prioritario para la conservación.

1.4 Fisiografía

La Sierra de Otontepec del estado de Veracruz forma parte de la provincia fisiográfica de la Llanura Costera del Golfo Norte en la totalidad de su extensión (100%).

La provincia de la Llanura Costera del Golfo Norte comprende parte de los municipios de Chinampa de Gorostiza, Tamalín, Tantima, Naranjos, Tancoco, Cerro Azul, Citlaltépetl, Chontla, Tepetzintla, Ixcatepec, Chicontepec y Tantoyuca. Es una zona de terrenos en los que dominan los sistemas de topoformas: lomerío típico, sierra baja y sierra baja volcánica, constituidos principalmente por rocas sedimentarias, con presencia de rocas ígneas de tipo intrusivas y extrusivas, siendo esta ultima la de mayor presencia del tipo ígneo.

La llanura Costera del Golfo Norte presenta las características de una costa emergida y se ve interrumpida por algunas sierras aisladas, la mayor parte de las rocas son sedimentarias (calizas y lutitas cretácicas) cuya edad se incrementa conforme el área se distancia de la costa, con materiales que van desde el Cuaternario, hasta del Cretácico cerca del límite con la Sierra Madre Oriental.

Provincia	Subprovincia	Área (Km^2)	Porcentaje
Llanura Costera del Golfo Norte	Llanuras y Lomeríos	433.98	100 %
Total		433.98	100 %

Tabla. 1. Provincias y Subprovincias Fisiográficas de la Sierra.
Fuente: Conjunto de Datos Vectoriales Fisiográficos y Subprovincias escala 1: 1 000 000, INEGI, 2001.

1.5 Geología

La Geología de la Sierra corresponde en su mayoría a tipo sedimentaria con una estructura de origen ígneo extrusivo conformada por emisiones de basaltos masivos e intensamente fracturados al centro de la sierra. Dentro de las variantes litológicas predominan los depósitos de origen marino que corresponden a una unidad arcillosa, compacta e impermeable, estratificada en capas delgadas con delgados estratos de arenisca del Terciario Neógeno correspondientes a la Formación Palma Real, misma que yace discordantemente sobre los depósitos pelíticos y arcillo-arenosos el Eoceno.

Presentes en menores proporciones presenta margas formadas bajo una estratificación irregular con intercalaciones de arenisca de cuarzo de grano fino y con un basamento compuesto de lutitas calcáreas con intercalaciones de areniscas conglomeráticas del Terciario Neógeno de la formación Chapopote-Tantoyuca. La formación Mesón está constituida por lutitas arenosas, areniscas de grano fino, margas y algunos horizontes de limolitas arcillosas, dispuestas en estratos que varían entre delgados a medianos, presenta una unidad calcárea formada por coquinas, calizas coralinas y algunas areniscas calcáreas, en forma de lentes dentro de la unidad clástica correspondientes a la parte superior del Oligoceno Medio y el Oligoceno Superior-Mioceno Inferior que descansa discordantemente sobre las formaciones Aragón y Palma Real[4].

Era	Periodo	Litología	Roca	Clave	Formación	Área (Km²)	Porcentaje
Cenozoico	Cuaternario	Aluvial	Sedimentaria	Qho(al)	No aplicable	0.65	0.15 %
	Neógeno	Basalto-Brecha volcánica basáltica	Extrusiva	Tm(B-BvB)	Indeterminado	173.66	40.02 %
	Terciario	Gabro-Diorita	Intrusiva	To(Ga-D)	Indeterminado	2.86	0.66 %
		Limolita-Arenisca	Sedimentaria	To(lm-ar)	Mesón	5.72	1.32 %
		Marga-Lutita	Sedimentaria	Te(mg-lu)	Chapopote-Tantoyuca	73.2	16.87 %
		Arenisca-Lutita	Sedimentaria	To(ar-lu)	Palma Real	177.9	40.99 %
TOTAL						**433.98**	**100 %**

Tabla. 2. Geología de la Sierra de Otontepec.
Fuente: Carta Geológica-Minera F14-9 Tamiahua, escala 1:250 000, SGM, 1996.

[4] CONAGUA (2020), Actualización de la Disponibilidad de Agua en el Acuífero Tampico Misantla, Estado de Veracruz.

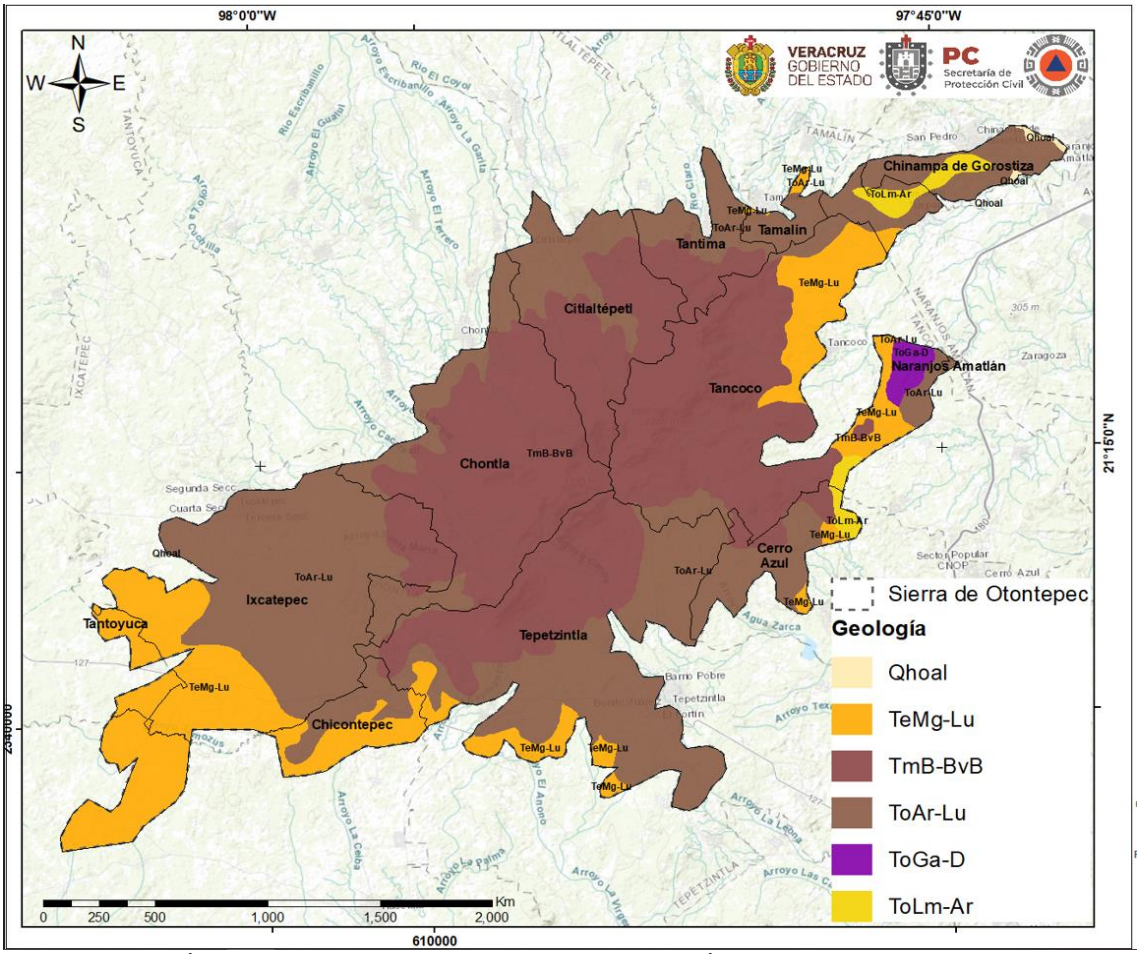


Fig. 5. Geología de la sierra de Otontepec. Fuente: Carta Geológica-Minera F14-9 Tamiahua, escala 1:250,000, SGM, 1996.

1.6 Geomorfología

La sierra de Otontepec es una sierra volcánica escindida monolíticamente de la Sierra Madre Oriental. Los relieves que presenta son principalmente de dos tipos: las zonas semiplanas y las zonas accidentadas. La zona semiplana se puede localizar principalmente en la parte oeste y noreste de la zona de estudio, mientras que las accidentadas tienen lugar desde la parte central hasta el sur de la sierra.

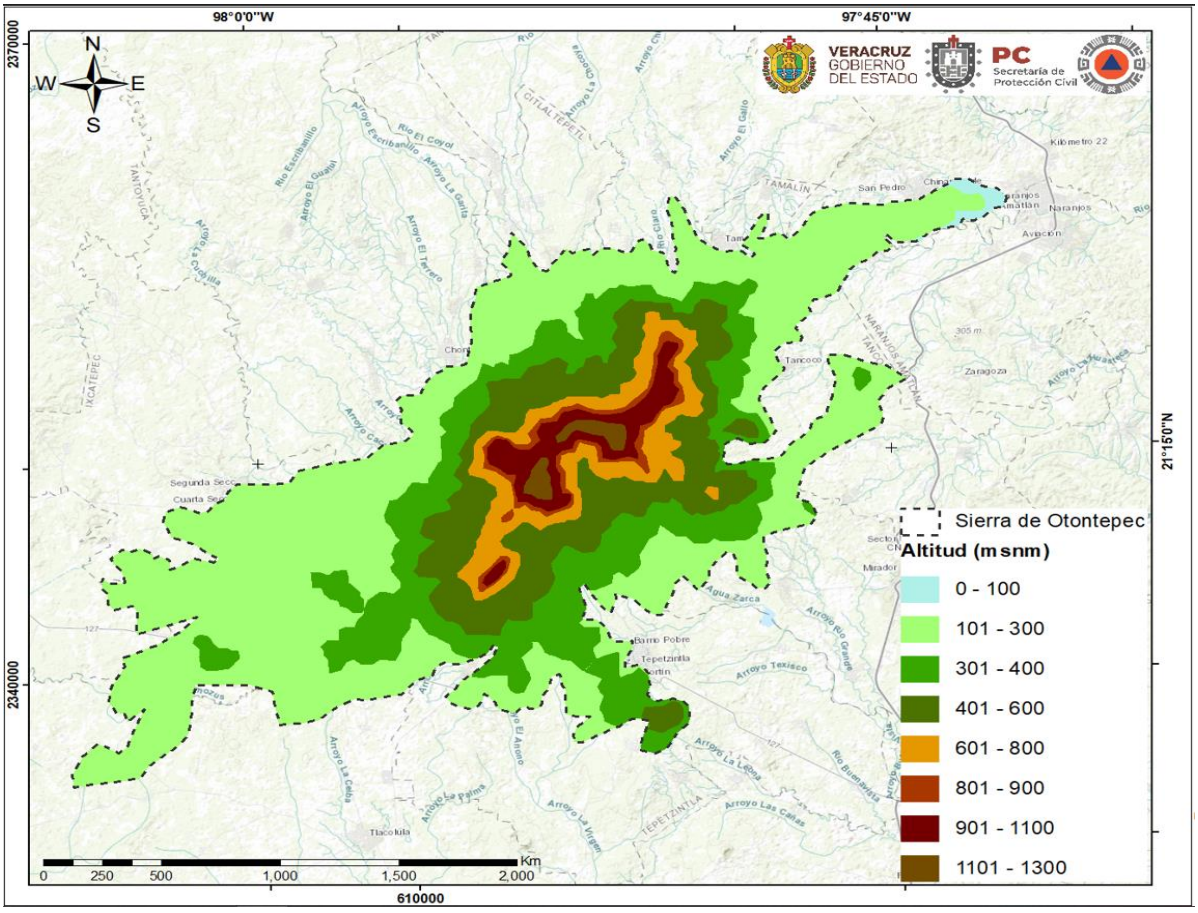
Las altitudes que se registran en la zona semiplana son de 100 a 500 m.s.n.m.[5], dentro de esta zona se denomina a las estructuras de geoformas: Lomerío Típico y Sierra Baja, en la que registran las menores pendientes de la sierra, entre 0° a 15°; los municipios dentro de esta porción son Chicontepec, Tepetzintla, Ixcatepec, la porción sur de Chontla, Citlaltépetl, Tantima, Tamalín y Chinampa de Gorostiza, así como la porción noroeste de Cerro Azul, Tancoco y Naranjos Amatlán. En esta zona se tiene el único reporte de procesos de remoción en masa con base en los registros de la Secretaría de Protección Civil Veracruz en el periodo de 2018 a 2021.

[5] M.s.n.m. metros sobre el nivel del mar

En la parte central de la zona de estudio se localiza el sistema de geoformas: Sierra Baja Volcánica, correspondiente a los municipios Chontla, Tancoco, Tepetzintla, en la porción sur de Citlaltépetl, Tantima, Tamalín y una pequeña porción en el noroeste de Naranjos Amatlán, en esta porción se identifican las altitudes máximas de la región que comprenden altitudes de 500 a 1,300 m.s.n.m., las pendientes registradas son variables entre el rango de 16° a 60°.

Nombre	Descripción	Área (km²)	Porcentaje
Sierra	Sierra Baja Volcánica	126.7	29.19 %
	Sierra Baja	272.85	62.87 %
Lomerío	Lomerío Típico	34.44	7.93 %
Total		433.98	100 %

Tabla. 3. Geomorfología de la Sierra de Otontepec.
Fuente: Conjunto de Datos Vectoriales de Topoformas escala 1: 1 000 000, INEGI, 2001.



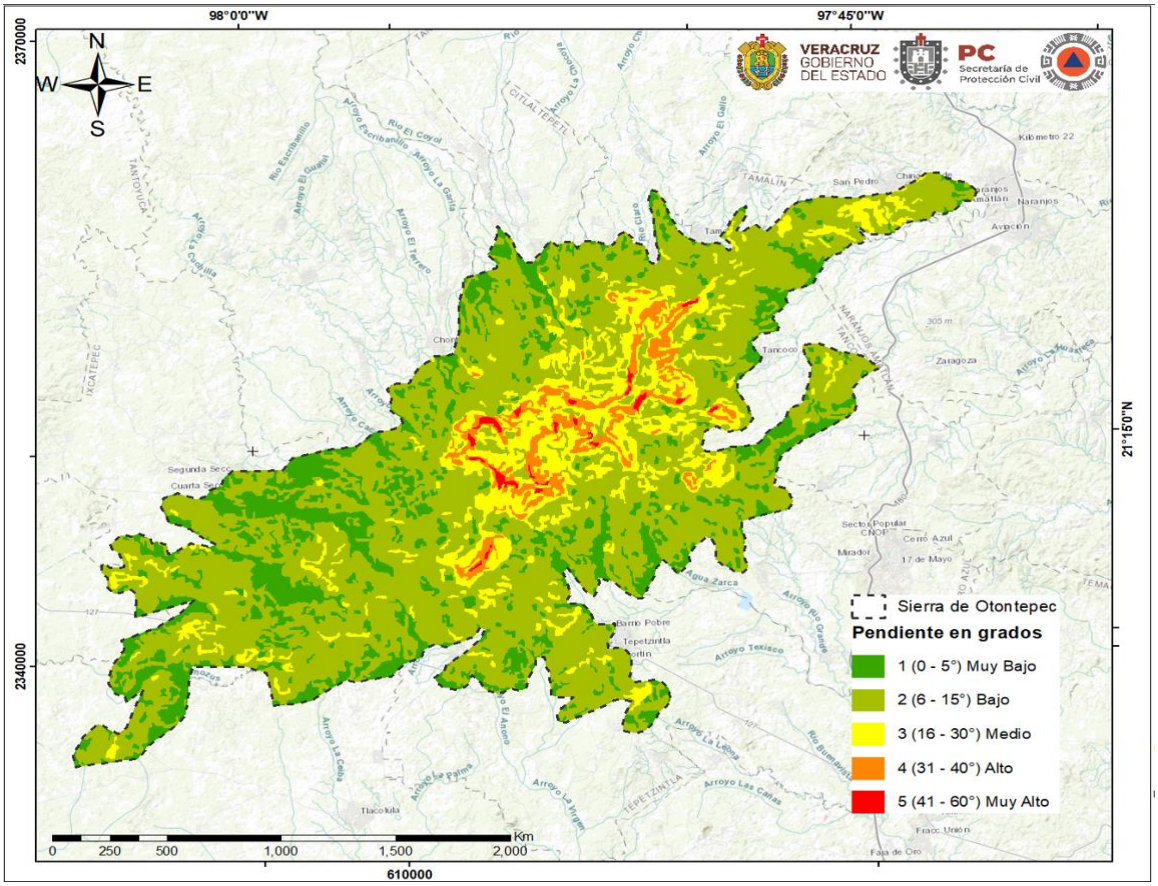


Fig. 6 Hipsometría y Pendientes de la región. Fuente: Atlas de Riesgos del Estado de Veracruz, 2022.

1.7 Edafología

Los tipos de suelo que predominan en la Sierra de Otontepec son: Regosol Calcárico con 44.06 %, Vertisol Pélico con 40.89 %, Cambisol Crómico con 8.15 %, Feozem Calcárico con 6.11 % y los demás suelos restantes en menor proporción dispersos menores al 5%.

Regosol Calcárico, constituye la etapa inicial de formación de otros suelos, sin embargo, en la fase de desarrollo que muestran tienen características que permiten identificarlos como unidad. Son muy parecidos al material del que se derivan (calizas, lutitas areniscas y depósitos aluviales). Son de color pardo, grisáceo amarillento, de textura arenosa en la costa y arcillosa en los originarios de lutitas y calizas. El pH es ligeramente ácido en los eútricos y moderadamente alcalino en los calcáreos. Su fertilidad es media y conforme se intemperizan las partículas de mayor tamaño, quedan a disposición de las plantas diversos minerales.

Los Vertisol Pélico, son muy fértiles y aptos para el cultivo. Se desarrollan sobre todo en climas templados y cálidos, especialmente en zonas con una marcada estación seca y otra lluviosa, presentan como principal limitante su alto contenido de arcilla, formando superficies de deslizamiento y en seco formando grietas en superficie y a determinadas

profundidades, tiene baja susceptibilidad a la erosión y alto riesgo de salinización. Son de uso variado pero su dureza dificulta la labranza[6].

Tipo de Suelo	Área (km²)	Porcentaje
Regosol Calcárico	191.22	44.06 %
Vertisol Pélico	177.47	40.89 %
Cambisol Crómico	35.37	8.15 %
Feozem Calcárico	26.53	6.11 %
Cambisol Cálcico	3.4	0.78 %
Total	**433.98**	**100 %**

Tabla. 4. Edafología de la Sierra de Otontepec.
Fuente: Conjunto de Datos Vectoriales Edafología, escala 1: 1 000 000, INIFAP-CONABIO, 1994.

1.8 Uso de suelo y vegetación

De acuerdo con la cartografía temática de Uso de Suelo y Vegetación serie VI de INEGI de 2016, el uso de suelo que predomina dentro de la región es Pastizal siendo su única variante en la sierra el Pastizal Cultivado, representando un 51.4 % y siendo referente para actividades de ganadería.

El segundo uso de suelo representativo de la zona es la Vegetación Secundaria con las variables generales (Arbórea de Bosque de Encino, Arbórea de Selva, Arbustiva de Selva, y Herbácea de Selva) representando el 24.6 %. En siguiente orden en la actividad de uso de suelo es la Agricultura con las variables (Temporal Anual, Temporal Anual y Permanente y Temporal Permanente) representando el 12.7 %, en menor proporción el uso de suelo es Bosque de Encino representando el 9.1 %, los restantes usos de suelo son Urbano Construido y Selva Alta Subperennifolia.

Uso de suelo	Clave	Área (km²)	Porcentaje
Agricultura de Temporal Anual	TA	47.53	11 %
Agricultura de Temporal Anual y Permanente	TAP	6.74	1.6 %
Agricultura de Temporal Permanente	TP	0.49	0.1 %
Bosque de Encino	BQ	39.42	9.1 %
Pastizal Cultivado	PC	222.92	51.4 %
Selva Alta Subperennifolia	SAQ	5.57	1.3 %
Urbano Construido	AH	5.14	1.2 %
Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Encino	VSA/BQ	1.13	0.3 %
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Alta Subperennifolia	VSA/SAQ	68.67	15.8 %
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia	VSA/SMQ	8.47	2 %
Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Alta Subperennifolia	VSa/SAQ	23.8	5.5 %
Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subperennifolia	Vsa/SMQ	3.29	0.8 %
Vegetación Secundaria Herbácea de Selva Alta Subperennifolia	VSh/SAQ	0.81	0.2 %
Total		**433.98**	**100 %**

Tabla. 5. Uso de Suelo y Vegetación de la Sierra de Otontepec.
Fuente: Conjunto de Datos Vectoriales USYV, Serie VI, escala 1: 250 000, INEGI, 2016.

[6] INEGI (2004), Guía para la Interpretación de Cartografía Edafología.

1.9 Clima

Dentro de la región serrana de Otontepec, se tiene identificado de acuerdo los criterios de Köppen modificados por Enriqueta García, 3 tipos de climas[7], con cambios marcados de los climas en dirección suroeste-noreste.

- En el intervalo de altitud 100 a 400 m.s.n.m. al suroeste y una pequeña porción al noreste de la región se identifica el tipo de clima Cálido-Subhúmedo, con unos registros de temperatura anual media en los 24°C.
- En el intervalo de altitud 500 a 900 m.s.n.m. al centro y norte de la región predomina el tipo de clima Cálido Húmedo con registros de temperatura anual media en los 24°C a 26°C.
- En el intervalo de altitud 800 a 1,300 m.s.n.m. al centro de la región predomina el tipo de clima Semicálido Húmedo con registros de temperatura anual media en los 20°C.

Clave	Tipo de Clima	Área (km²)	Porcentaje
Aw1	Cálido subhúmedo	149.71	34.5 %
Aw2			
Am	Cálido húmedo	257.75	59.39 %
(A)C(m)	Semicálido húmedo	26.53	6.11 %
Total		**433.98**	**100 %**

Tabla. 6. Tipos de clima de la Sierra de Otontepec.
Fuente: Conjunto de Datos Vectoriales Clima escala 1: 1 000 000, INEGI, 2008

Tipos de climas	Descripción	Municipios
Cálido húmedo	Lluvias en verano, con porcentaje de precipitación invernal en un rango de entre el 5 a 18 %	Tepetzintla, Chontla, Cerro Azul, Citlaltépetl, Tancoco, Tantima, Tamalín, Naranjos Amatlán, Chinampa de Gorostiza
Cálido subhúmedo	Humedad presente durante el año, principalmente lluvias en verano y porcentaje de precipitación invernal del 5 a 10.2 %	Chicontepec, Tantoyuca, Ixcatepec, Chontla, Citlaltépetl, Chinampa de Gorostiza
Semicálido húmedo	Húmedo con lluvia todo el año y un porcentaje de lluvia invernal menor del 18 %.	Chontla, Tepetzintla, Tancoco, Citlaltépetl, Tantima

Tabla. 7. Distribución de climas y municipios de la Sierra de Otontepec.
Fuente: Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, Enriqueta García, 1964.

Para conocer las condiciones de precipitación que registra la Sierra de Otontepec se realiza un análisis de datos promedio de precipitaciones máximas a 24 horas y promedio de precipitación acumulada anual existentes en la zona en un periodo aproximado de 30 años, tanto al interior y exterior del área de estudio, mediante registros de información disponibles de las estaciones climatológicas a cargo de CONAGUA y CFE, utilizando 7 estaciones localizadas en el estado de Veracruz, de las cuales 5 estaciones se localizan dentro de la cuenca del Río Tuxpan, 1 dentro de la cuenca del Río Moctezuma y 1 estación dentro de la cuenca del Río Panuco.

[7] García, E (1964), Modificación al sistema de Clasificación Climática de Köppen.

El análisis de precipitación promedio máximo a 24 horas, indica registros de manera gradual de la porción suroeste a la región centro con precipitaciones del orden de 105 mm a 120 mm, correspondientes a los municipios de Chicontepec, Tantoyuca, Ixcatepec y una pequeña porción de Chontla. En la parte sur a este de la región con precipitaciones del orden de 84 mm a 130 mm, correspondientes a los municipios de Tepetzintla y Cerro Azul. Los mayores registros se obtienen en la porción central a noroeste de la región, con precipitaciones del orden de 130 mm a 157 mm correspondientes a los municipios de Chontla, Tancoco, Citlaltépetl, Tantima, Tamalín, Naranjos y Chinampa de Gorostiza en la porción norte.

Con respecto al análisis de registro del promedio anual de acumulación de precipitaciones, se tiene un aumento gradual en el registro en la parte sur hacia el centro de la región con 862 mm a 1,300 mm, en los municipios de Tepetzintla, Chontla, Cerro Azul y Tancoco. En la parte oeste de la región se identifican zonas con acumulaciones de precipitación de 1,100 mm a 1,350 mm para los municipios de Chicontepec, Ixcatepec y Tantoyuca. Los mayores registros de precipitación acumulada anual se tienen en la porción norte a noreste de la región con 1,350 mm a 1,650 mm, correspondientes a los municipios de Chontla, Tancoco, Citlaltépetl, Tantima, Tamalín, Naranjos Amatlán y Chinampa de Gorostiza.

Cuenca H.	Clave Estación	Nombre	Latitud	Longitud	Altura	Precipitación Promedio Máxima a 24h (mm)	Precipitación Promedio Acumulada Anual (mm)
Río Moctezuma	30180	Terrerillos	21.0381	-98.1411	138	119.46	1,397.36
Río Panuco	30071	Ixcatepec	21.2394	-98.0033	173	114.83	1,244.55
Río Tuxpan	30350	Citlaltépetl	21.3292	-97.8775	220	141.51	1,558.90
	30465	Presa de Moralillo	21.1844	-97.8144	185	117	1,056.99
	30168	Tantima	21.3303	-97.8331	205	156.41	1,725.52
	30340	Naranjos	21.353889	-97.681667	60	136.46	1,235.57

Tabla. 8. Precipitación promedio máxima a 24h y Precipitación Promedio Acumulada Anual para la Sierra de Otontepec. Fuente: Atlas de Riesgos del estado de Veracruz con información de registro de precipitación de estaciones climatológicas CONAGUA, 2022.

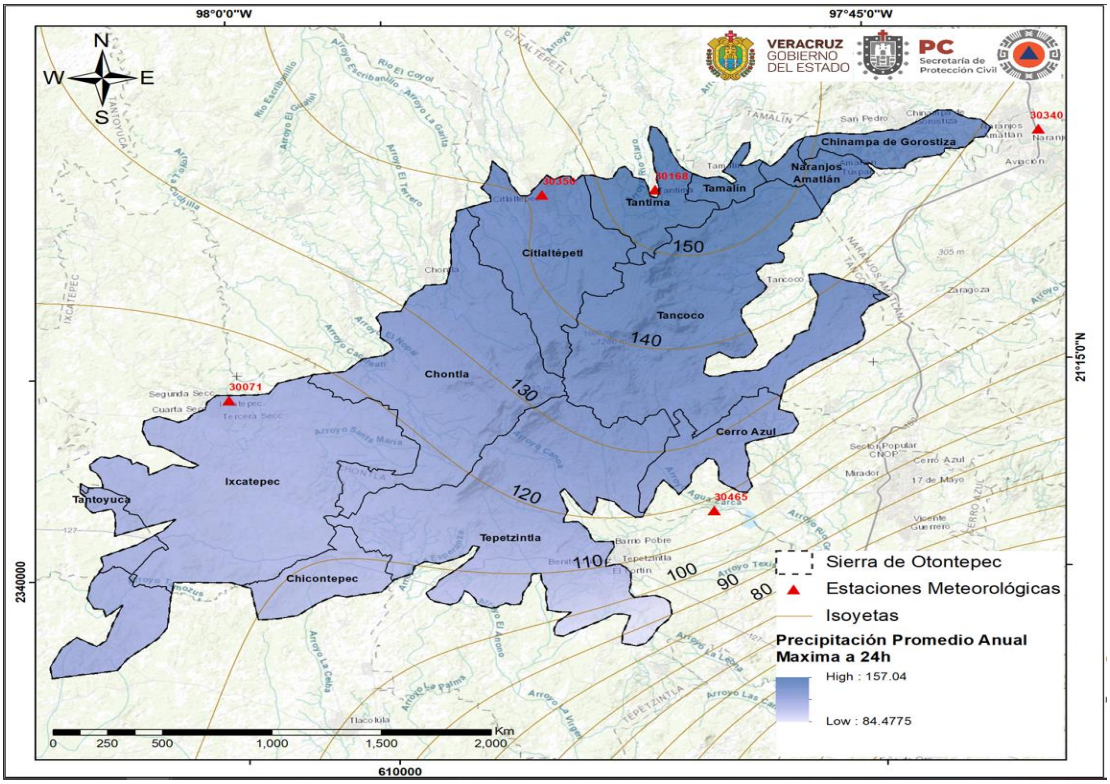


Fig. 7. Registro de Precipitaciones Promedio Anual Máxima a 24 horas. Fuente: Atlas de Riesgos del estado de Veracruz con información de registro de precipitación de estaciones climatológicas CONAGUA, 2022.

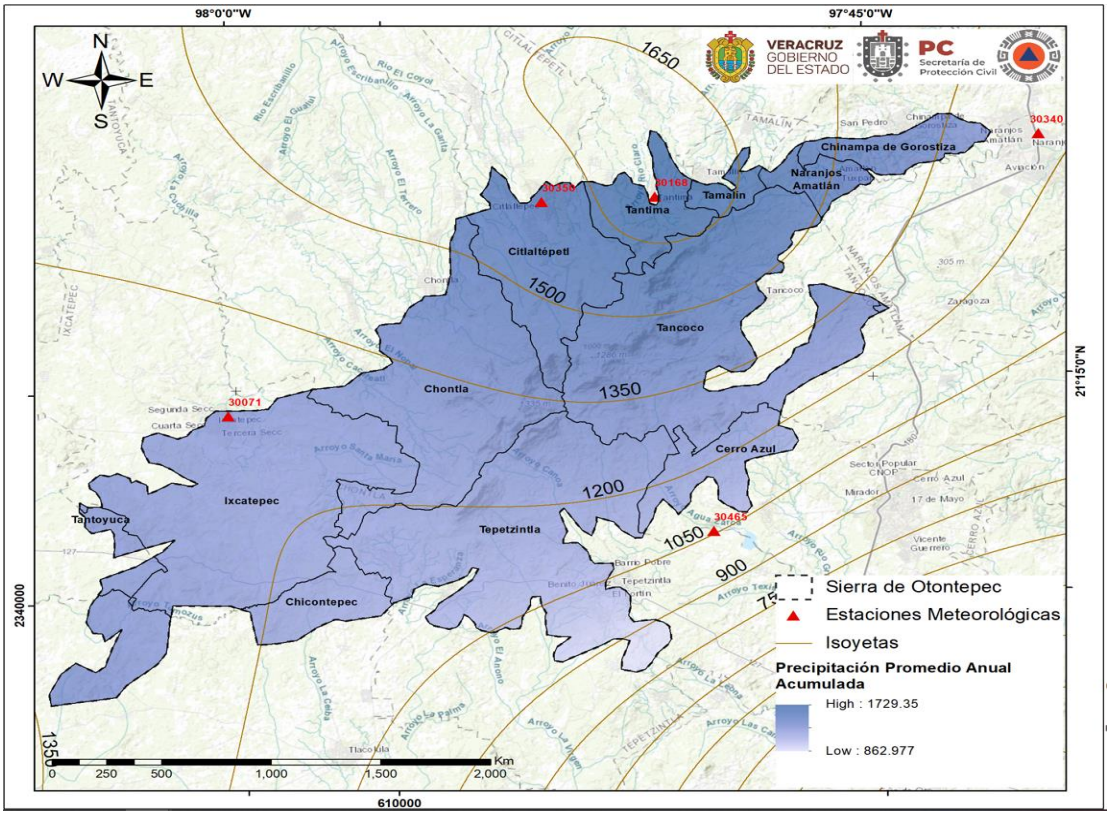


Fig. 8. Registro de Precipitaciones Promedio Anual Acumulada. Fuente: Atlas de Riesgos del Estado de Veracruz con información de registro de precipitación estaciones climatológicas CONAGUA, 2022.

1.10 Hidrografía

La Sierra de Otontepec se encuentra dentro las **Región Hidrológica Panuco (RH26)** en un 41 %, comprende a los municipios de Citlaltépetl, Chontla, Ixcatepec, Tantoyuca, Tepetzintla y Chicontepec, entre los cuales podemos encontrar afluentes intermitentes provenientes de las regiones altas de la sierra principalmente del municipio de Chontla; los principales ríos Perennes que se encuentran dentro de la sierra son El Ixcatepec, Tamozas, Santo Domingo y parte del Tanquían.

Por consiguiente, dentro de la **Región Hidrológica Tuxpan - Nautla (RH27)** que tiene lugar en un 59 % de la sierra, comprende los municipios de Chinampa de Gorostiza, Naranjos Amatlán, Tamalín, Tantima, Citlaltépetl, Tancoco, Cerro Azul, Tepetzintla y Chicontepec, los afluentes dentro de esta sierra provienen de las regiones altas ubicadas al centro, norte y este dentro de los municipios de Tepetzintla y Tancoco; los principales ríos Perennes que se ubican al interior de la sierra son el Tanquían, Río Grade, el Varanga y el Tancochín.

Clave	Región hidrológica	Clave	Cuencas	Subcuencas	Área (km²)	Porcentaje
RH26	Pánuco	RH26A	Río Panuco	*Río Chicayan*	169.43	39.04
		RH26D	*Río Moctezuma*	*Río Calabozo*	7.66	1.78
RH27	Tuxpan-Nautla	RH27D	*Río Tuxpan*	*Río Buenavista*	79.38	18.29
				Río Vinazco	46.67	10.75
		RH27E	*Llanuras de Tamiahua*	*Estero Cucharas*	45.03	10.37
				Estero Tancoch	85.81	19.77
Total					433.98	100 %

Tabla. 9. Región Hidrológica, Cuenca y Subcuenca de la Sierra de Otontepec.
Fuente: Atlas de Riesgos del Estado de Veracruz con información de SIATL, CONAGUA 2022.

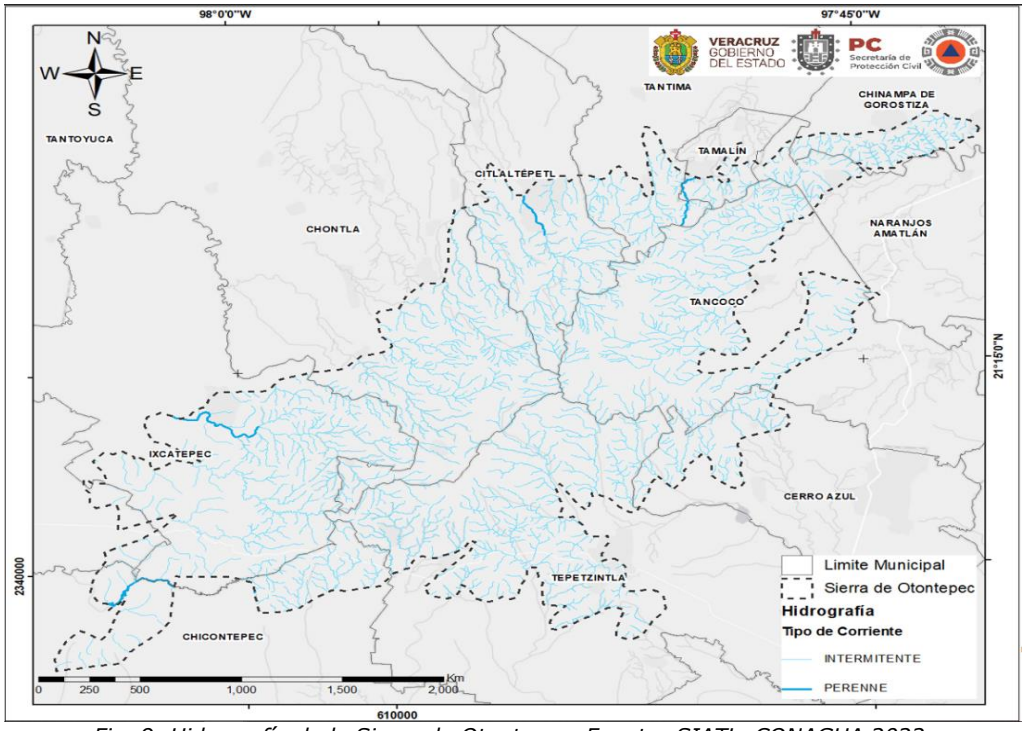


Fig. 9. Hidrografía de la Sierra de Otontepec. Fuente: SIATL, CONAGUA 2022.

2. Población en la sierra

Los principales municipios que abarca la sierra son: Cerro Azul, Chicontepec, Chinampa de Gorostiza, Chontla, Citlaltépetl, Ixcatepec, Naranjos Amatlán, Tancoco, Tantoyuca, Tantima, Tamalín y Tepetzintla (Tabla 10). En términos de población y de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda (INEGI 2020), en esta sierra se ubican 12 municipios y 88 localidades (dentro de la sierra), con aproximadamente 26,890 habitantes, 13,607 mujeres y 13,183 hombres[8], distribuidos de la siguiente manera:

No.	Municipios	Localidades	Femenina	Masculina	Población
1	Cerro Azul	5	414	372	789
2	Chicontepec	5	565	559	1,124
3	Chinampa de Gorostiza	1	*	*	5
4	Chontla	11	1,097	1,090	2,200
5	Citlaltépetl	12	3,820	3,682	7,510
6	Ixcatepec	24	4,448	4,258	8,716
7	Naranjos Amatlán	1	879	847	1726
8	Tancoco	6	277	242	540
9	Tantoyuca	1	86	93	179
10	Tepetzintla	22	2,021	2,040	4,101
11	Tantima	0	-	-	-
12	Tamalín	0	-	-	-
	Total general	**88**	**13,607**	**13,183**	**26,890**

*Tabla. 10. Municipios, localidades y población asentada dentro de la sierra de Otontepec. Fuente: Censo de Población y Vivienda, INEGI 2020. (*información confidencial)*

2.1 Población en zonas de media, alta y muy alta susceptibilidad a deslizamientos

Con apoyo de la cartografía temática de susceptibilidad a deslizamiento contenida en el Atlas de Riesgos de Veracruz, se seleccionó áreas identificadas con susceptibilidad Media, Alta y Muy Alta dentro de la sierra, para determinar la población en general que se ubica en zonas expuestas ante procesos de remoción en masa. El mayor número de personas se ubican en zonas con una susceptibilidad media a deslizamientos; solo 5 en alta y no se cuenta con registros de personas en zonas de muy alta susceptibilidad.

De los 12 municipios ubicados dentro de la Sierra de Otontepec, 8 municipios se identifican en zonas con susceptibilidad "Media", de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda de 2020; se tiene registro de 32 localidades con aproximadamente 10,351 habitantes de los cuales 5,292 corresponden a mujeres y 5,017 corresponde a hombres. Cabe mencionar que 7 de las localidades en mención se encuentran dentro de los límites de la ANP sumando un total de 1,474 habitantes que corresponden a 752 mujeres y 706 hombres.

[8] INEGI (2020), Censo de Población y Vivienda.

Susceptibilidad a deslizamientos	Municipios	Localidades	Femenina	Masculino	Población
Media	Cerro Azul	1	113	116	229
	Chicontepec	3	238	216	454
	Chontla	2	601	573	1177
	Citlaltépetl	6	210	190	408
	Ixcatepec	11	3,568	3,385	6,962
	Tancoco	2	154	139	298
	Tantoyuca	1	86	93	179
	Tepetzintla	6	322	305	644
	Total general	**32**	**5,292**	**5,017**	**10,351**

Tabla. 11. Municipios, localidades y población con susceptibilidad Media a deslizamientos dentro de la sierra. Fuente: Censo de Población y Vivienda, INEGI 2020.

De los 12 municipios ubicados dentro de la Sierra de Otontepec, solo 1 municipio se encuentra en zona con susceptibilidad "Alta", de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda de 2020; se tiene registro de 1 localidad con aproximadamente 5 habitantes. Cabe señalar que, dentro de los datos obtenidos de localidades y población de INEGI, existen registros con información confidencial al tener pocas personas habitantes de esas localidades, la información desagregada por género es reservada, por lo que se agrega únicamente "*".

Susceptibilidad a deslizamientos	Municipios	Localidades	Femenina	Masculina	Población
Alta	Chinampa de Gorostiza	1	*	*	5
	Total general	**1**	*****	*****	**5**

Tabla. 12. Municipios, localidades y población con susceptibilidad Alta a deslizamientos dentro de la sierra. Fuente: Censo de Población y Vivienda, INEGI 2020.

Dentro de los 12 municipios que forman parte de la Sierra de Otontepec no se cuenta con registro de localidades ubicadas en zonas de susceptibilidad "Muy Alta".

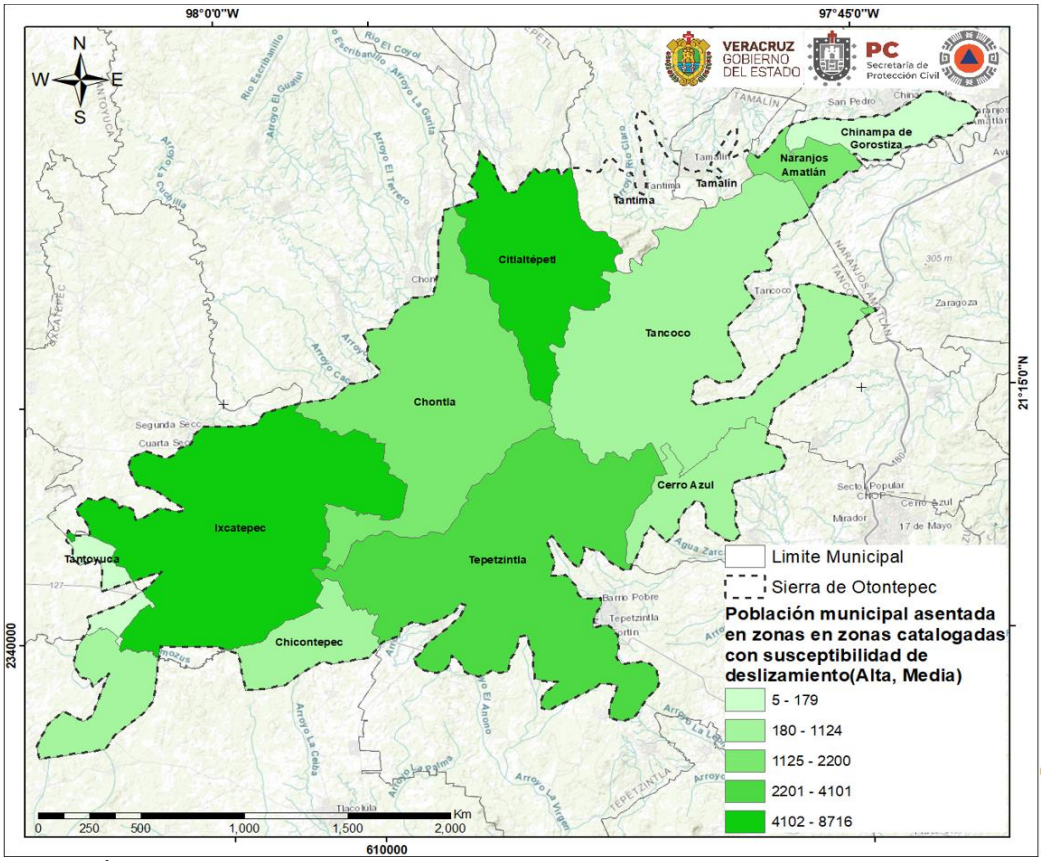


Fig. 10. Población municipal asentada en zonas catalogadas con susceptibilidad Media y Alta a deslizamientos dentro de la Sierra de Otontepec. Fuente: Atlas de Riesgos del Estado de Veracruz e INEGI (2020).

Las zonas de media a alta susceptibilidad a procesos de remoción en masa (derrumbes, deslizamientos, flujos) en la Sierra de Otontepec se distribuyen principalmente en la porción central-suroeste, donde se ubican los municipios de Ixcatepec, Tepetzintla y Citlaltépetl; en esta zona se tiene el mayor número de localidades identificadas en estas condiciones.

Posteriormente se tiene una distribución de la población hacia la parte centro a norte de la sierra, correspondientes a los municipios de Tancoco, Citlaltépetl, Naranjos Amatlán y Chinampa de Gorostiza, en los que previamente se ha identificado como una parte de la sierra en la que se registran las mayores precipitaciones promedio anual en un intervalo de 130 a 157 mm máximas en un periodo de 24 horas, y precipitaciones promedio anual acumulada de 1,350 mm a 1,729 mm. **Cabe señalar que al identificar las zonas donde se registran incidencias de eventos, estas se encuentran aisladas en zonas de baja susceptibilidad, por lo tanto, se deberá tener en consideración estas zonas, sobre todo en temporada de lluvias y ciclones tropicales.**

Finalmente, en la porción este de la región se identifica al municipio de Tepetzintla, con diversas localidades ubicadas con susceptibilidad media, sin embargo, actualmente dentro de la base de datos de eventos de la Secretaría, no se tiene registros considerables.

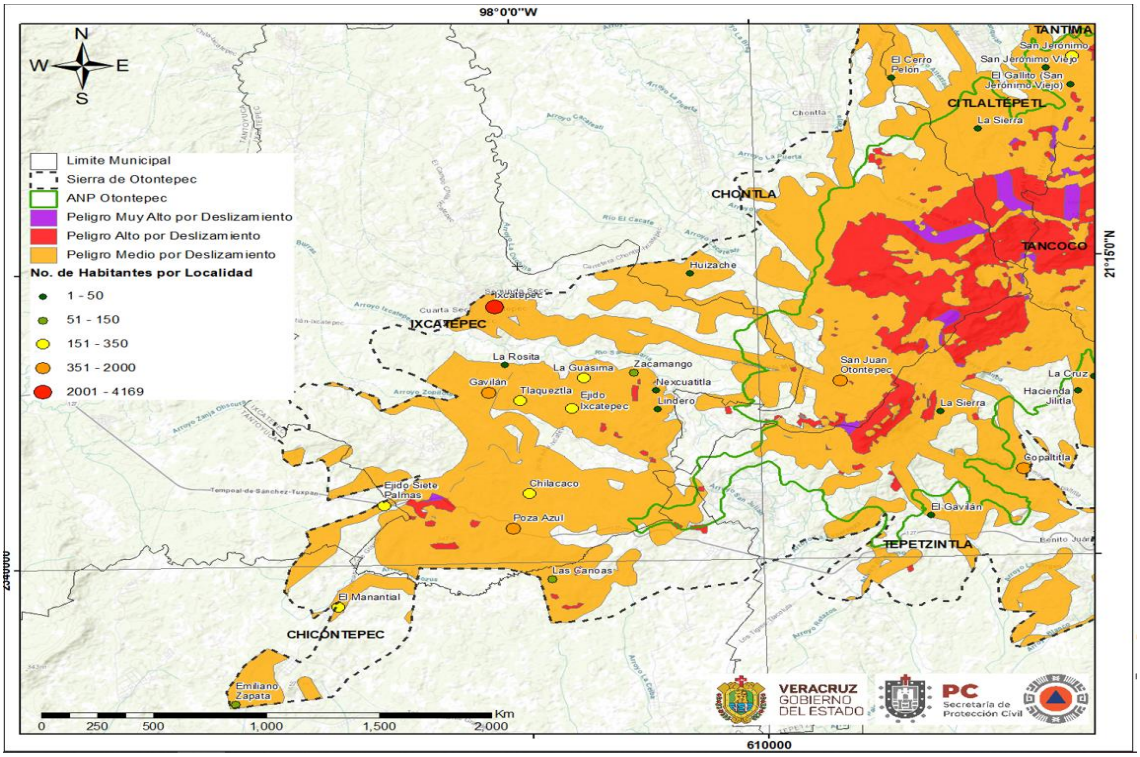


Fig. 11. Mapa que muestra las localidades ubicadas en zonas peligro medio, alto y muy alto a deslizamientos en la parte oeste de la Sierra de Otontepec. Fuente: Atlas de Riesgos del Estado de Veracruz e INEGI (2020).

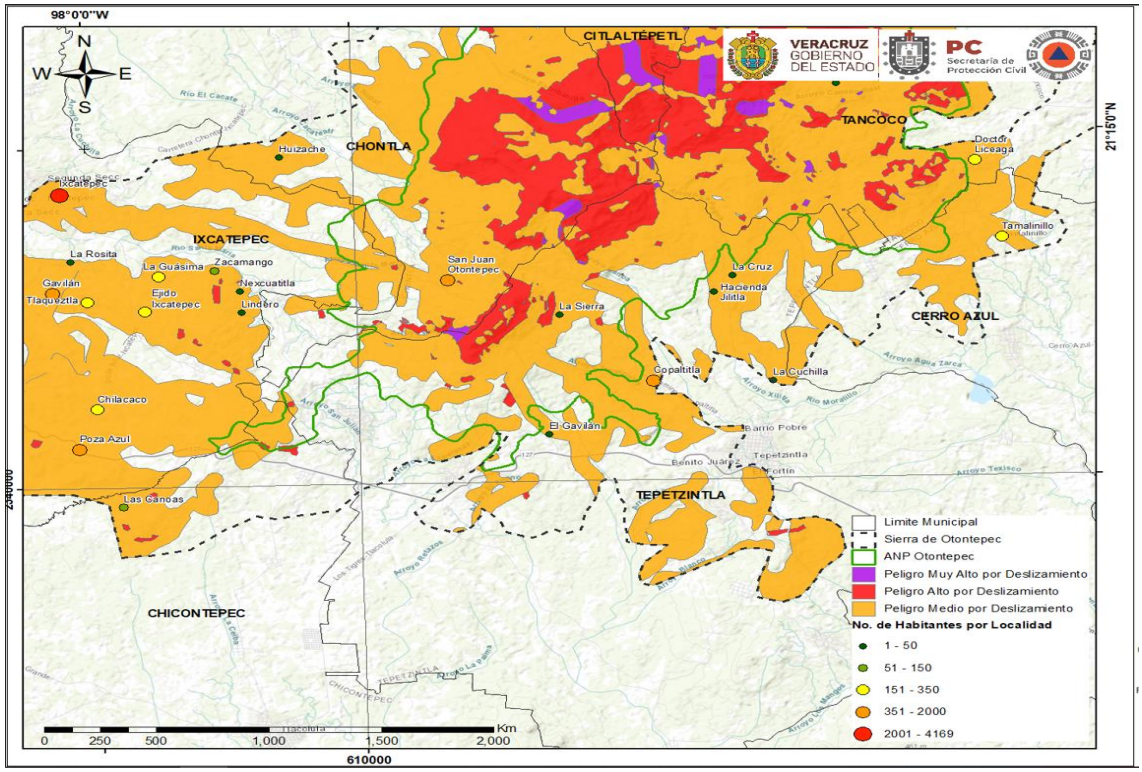


Fig. 12. Mapa que muestra las localidades ubicadas en zonas de peligro medio, alto y muy alto a deslizamientos en la parte sur de la Sierra de Otontepec. Fuente: Atlas de Riesgos del Estado de Veracruz e INEGI (2020).

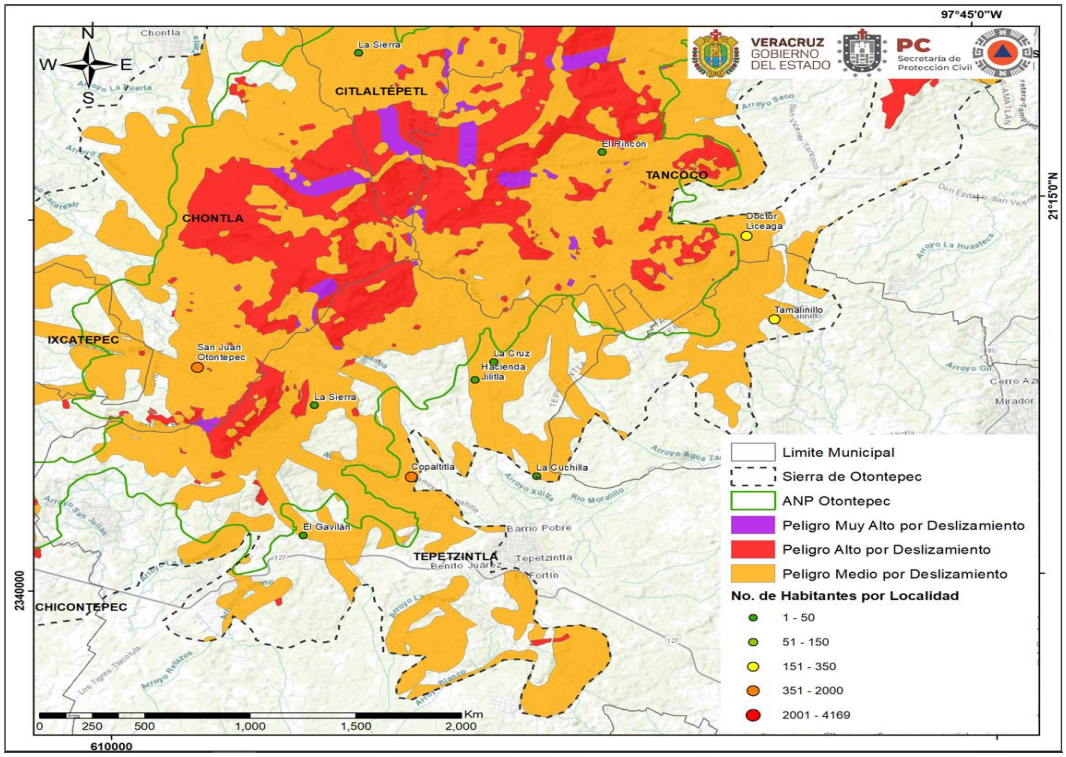


Fig. 13. Mapa que muestra las localidades ubicadas en zonas de peligro medio, alto y muy alto a deslizamientos en la parte este de la Sierra de Otontepec. Fuente: Atlas de Riesgos del Estado de Veracruz e INEGI (2020).

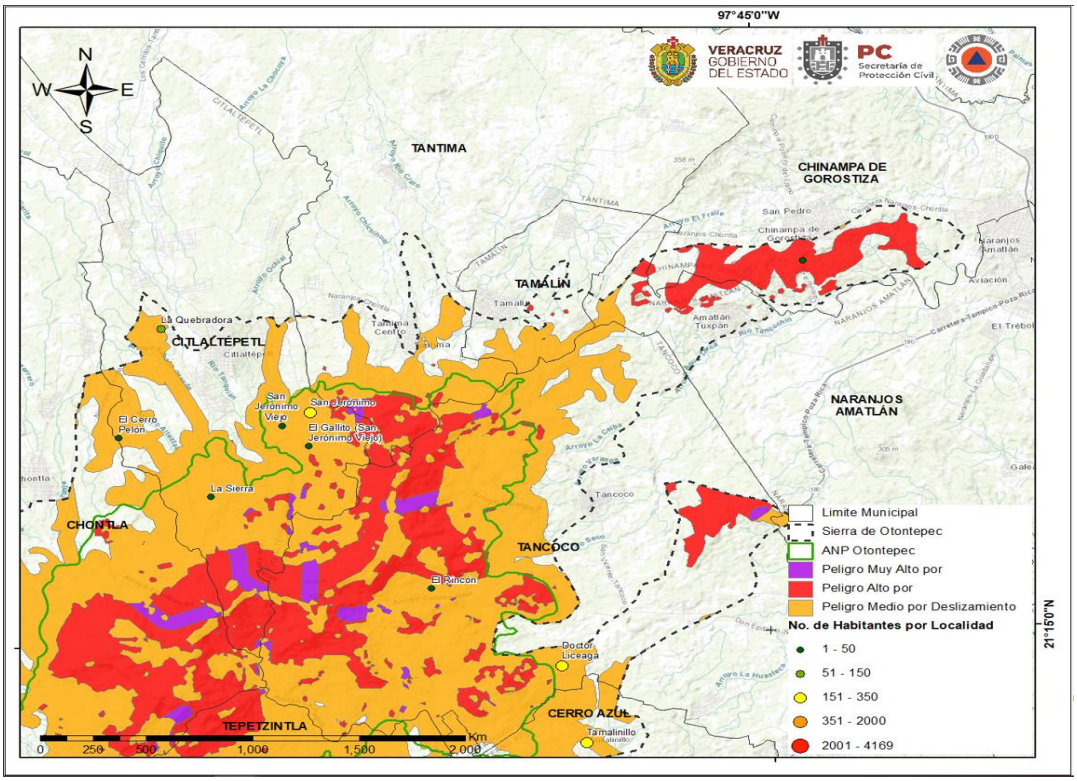


Fig. 14. Mapa que muestra las localidades ubicadas en zonas de peligro medio, alto y muy alto a deslizamientos en la parte norte de la Sierra de Otontepec. Fuente: Atlas de Riesgos del Estado de Veracruz e INEGI (2020).

2.2 Población vulnerable en zonas de media, alta susceptibilidad a deslizamientos

Es sabido históricamente que las personas adultas mayores, niñas, niños y personas con discapacidad (PcD) son los más vulnerables ante eventos como los deslizamientos, ya que estas condiciones intrínsecas de las personas limitan o impiden la pronta y correcta reacción ante la ocurrencia del fenómeno. Aunado a esto, las PcD se ven afectadas de manera desproporcionada en situaciones de desastre o emergencia, debido a que las medidas de evacuación, respuesta y recuperación les resultan regularmente inaccesibles.

Asimismo, se considera que los hogares con jefatura femenina podrían ser más vulnerables debido a condicionantes de género que permiten suponer una o varias de las siguientes situaciones: una sola persona a cargo tanto de la manutención como de los cuidados de las personas componentes del grupo familiar; disminución del acceso a la educación, empleo, ingreso, bienes, espacios de toma de decisión, autoridad y otros capitales asociados a la capacidad de ponerse a salvo o recuperarse de una emergencia o desastre.

Es por esto, por lo que las autoridades municipales y de otros niveles de participación deberán considerar dentro de sus Programas, Planes Operativos y demás instrumentos de planeación preventiva y reactiva, la heterogeneidad de sus comunidades, con mayor énfasis, en las localidades susceptibles a estos fenómenos, prestando especial atención a los grupos de personas vulnerables antes descritos.

Dentro de la Sierra de Otontepec se han identificado 9 municipios que abarcan 33 localidades que se encuentran con un nivel de "Media" y "Alta" susceptibilidad a deslizamientos. Aunada a esta clasificación por nivel de susceptibilidad, las localidades fueron separadas en rurales y urbanas, esto en función de su población, aquellas con una población menor a 2,500 personas son consideradas localidades rurales, en contra parte aquellas con más de 2,500 corresponderán a localidades urbanas. Esta información se representa con datos globales de sus poblaciones en la tabla siguiente:

Susceptibilidad a deslizamientos	Ámbito	Mun	Loc	Pob	0 a 5 años	60 y más	Con discapacidad	Con algún problema o condición mental	En hogar a cargo de una mujer	Población indígena
Alta	Rural	1	1	5	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Media	Rural	8	31	6,182	496	1,180	539	74	933	90
	Urbano	1	1	4,169	314	680	357	44	993	12

Tabla. 13. Población vulnerable en las localidades con susceptibilidad a deslizamientos media y alta. Fuente: Censo de Población y Vivienda, INEGI 2020.

2.2.1 Población vulnerable a nivel municipal

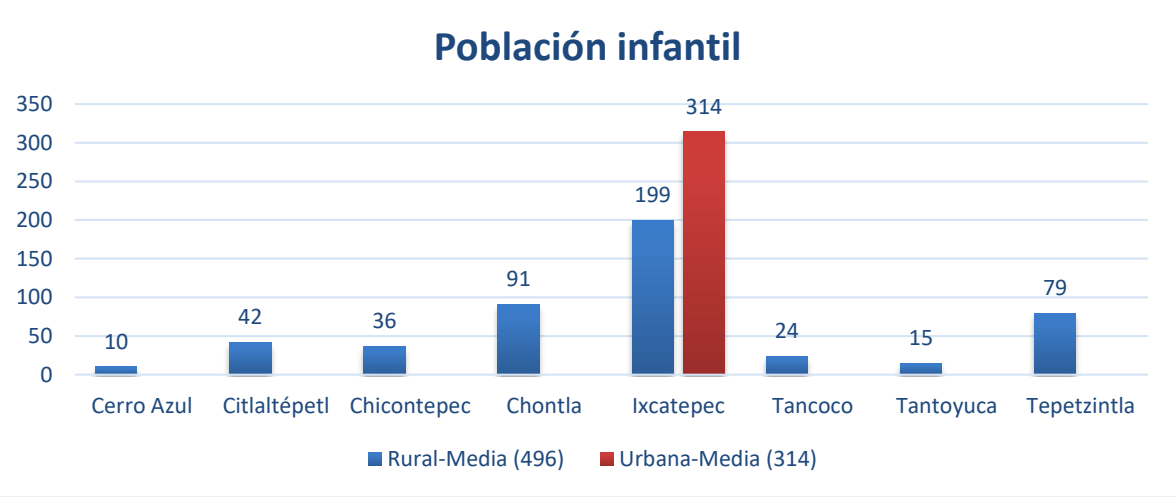
Haciendo un análisis de la base de datos generada y resaltando los resultados por municipios conforme al total de su población y tipos de localidades (rural y urbana); así como la clasificación de la susceptibilidad en media y alta ante deslizamientos, se puede identificar que:

Municipio	Población	0 a 5 años	60 y más	Con discapacidad	Con algún problema o condición mental	En hogar a cargo de una mujer	Población indígena
Alta (Rural)							
Chinampa de Gorostiza	5	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Media (Urbana)							
Ixcatepec	4,169	314	680	357	44	993	12
Media (Rural)							
Cerro Azul	229	10	46	29	7	32	0
Citlaltépetl	408	42	58	14	1	87	1
Chicontepec	454	36	72	41	10	39	13
Chontla	1,177	91	177	45	11	154	6
Ixcatepec	2,793	199	619	288	33	477	68
Tancoco	298	24	73	33	4	34	0
Tantoyuca	179	15	41	17	1	20	3
Tepetzintla	644	79	94	72	7	90	1

Tabla. 14. Municipios con mayor número de población en zonas de media y alta susceptibilidad de deslizamientos. Fuente: Censo de Población y Vivienda, INEGI 2020.

- **Población de 0 a 5 años**

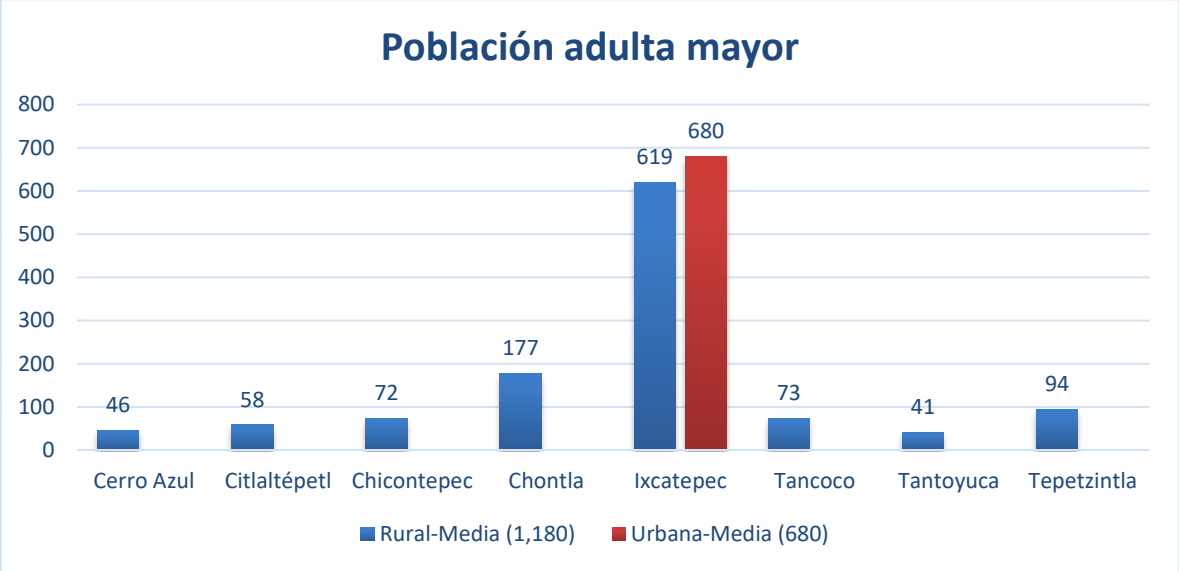
Respecto a la población infantil dentro de la sierra (0 a 5 años) que se encuentra en áreas rurales con alta susceptibilidad a deslizamientos, no se cuenta con registro poblacional dentro de esta zona.



Gráfica. 1. Municipios con mayor número de población infantil (0 a 5 años) en zonas con susceptibilidad media y alta a deslizamientos. Fuente: Censo de Población y Vivienda, INEGI 2020.

El municipio de Ixcatepec es el que mayor número de niñas y niños menores de 5 años alberga tanto en sus localidades rurales como urbanas. El resto de los municipios se conforman de localidades rurales; donde Chontla con 91 (7.7 %) es el que mayor número de infantes tiene, seguido Tepetzintla con 79 (12.3 %), Citlaltépetl con 42 (10.3 %) y Chicontepec con 36 (7.9 %); estos municipios mencionados corresponden a los 4 que mayor número de niñas y niños tienen en zonas con susceptibilidad media a deslizamientos.

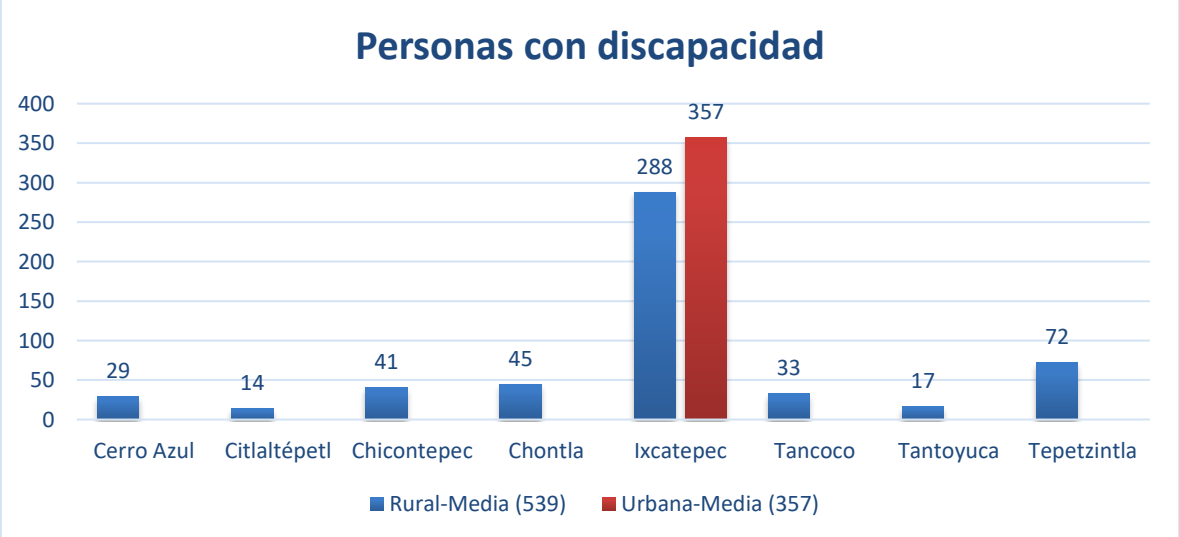
- **Población de 60 años y más**



Gráfica. 2. Municipios con mayor número de población adulta mayor (60 años y más) en zonas con susceptibilidad media y alta a deslizamientos. Fuente: Censo de Población y Vivienda, INEGI 2020.

En municipios con localidades rurales se encuentran el mayor número de personas de 60 años y más en zonas con susceptibilidad media a deslizamientos y están encabezados por Ixcatepec con 619 personas (22.2 %), Chontla 177 (15 %), Tepetzintla con 94 (14.6%) y Tancoco con 73 (24.5 %). El único municipio con localidad urbana es Ixcatepec donde este grupo poblacional representa el 16.3 % de su población.

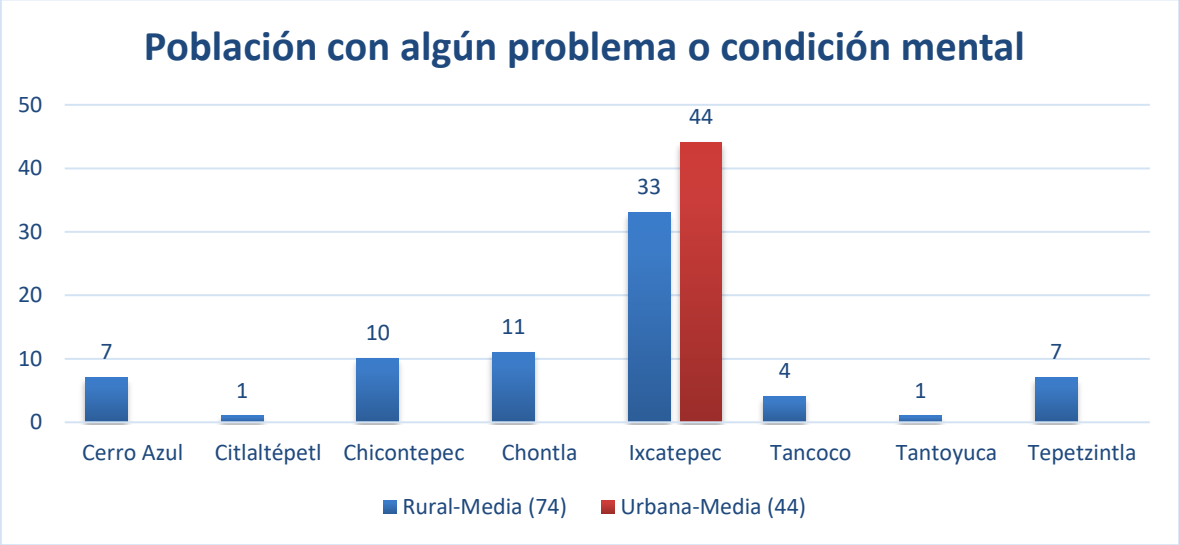
- **Personas con discapacidad**



Gráfica. 3. Municipios con mayor número de población con discapacidad en zonas con susceptibilidad media y alta a deslizamientos. Fuente: Censo de Población y Vivienda, INEGI 2020.

Para el caso de las PcD destacan los municipios rurales con susceptibilidad media a deslizamientos, donde se encuentran expuestas 539 personas, Ixcatepec con 288 personas equivalentes al 10.3% de la población, Tepetzintla con 72 (11.2 %), Chontla con 45 (9 %), Chicontepec con 41 (9 %) y Tancoco con 33 (11.1 %) son los municipios rurales con mayor número de PcD, este grupo de población se establece en un valor del 8.7 % de la población total. Ixcatepec, el único municipio con localidad urbana en media susceptibilidad a deslizamientos teniendo un total de 357 personas con discapacidad, lo que equivalen al 8.56 % de la población.

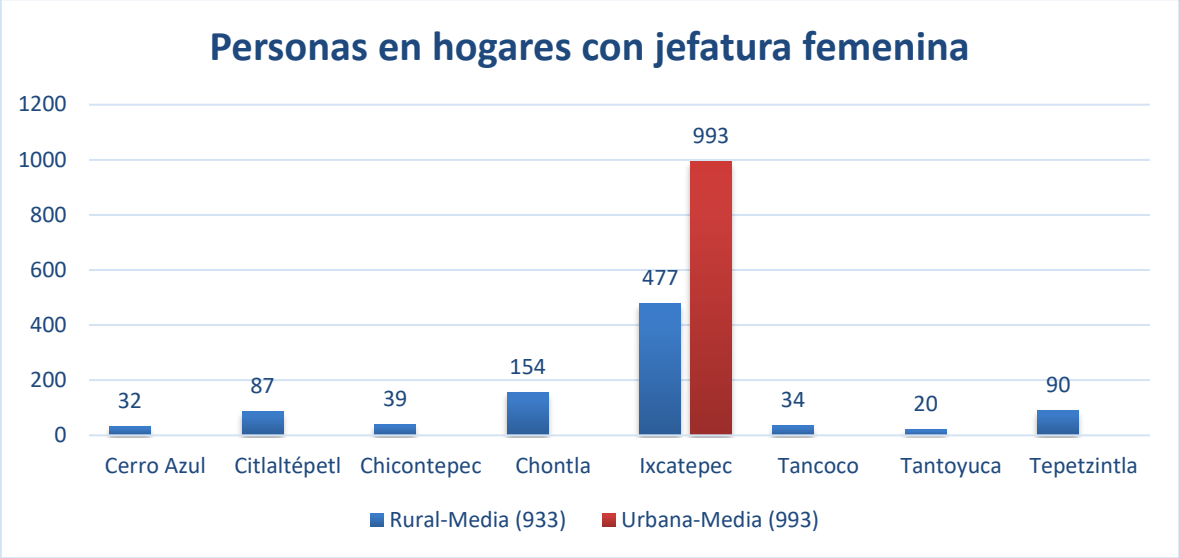
- **Población con algún problema o condición mental**



Gráfica. 4. Municipios con mayor número de población con algún problema o condición mental en zonas con susceptibilidad media y alta a deslizamientos. Fuente: Censo de Población y Vivienda, INEGI 2020.

De igual manera en los municipios rurales con susceptibilidad media se concentra el mayor número de personas con algún problema o condición mental con 74 habitantes; tenemos a Ixcatepec con 33 personas (1.18 %), Chontla con 11 personas (0.9 %), Chicontepec con 10 personas (2.2 %), Tepetzintla y Cerro Azul con 7 personas representando un 1.09 % y 3.06% de su población respectivamente; este grupo de población abarca menos del 2 % de la población de estos municipios.

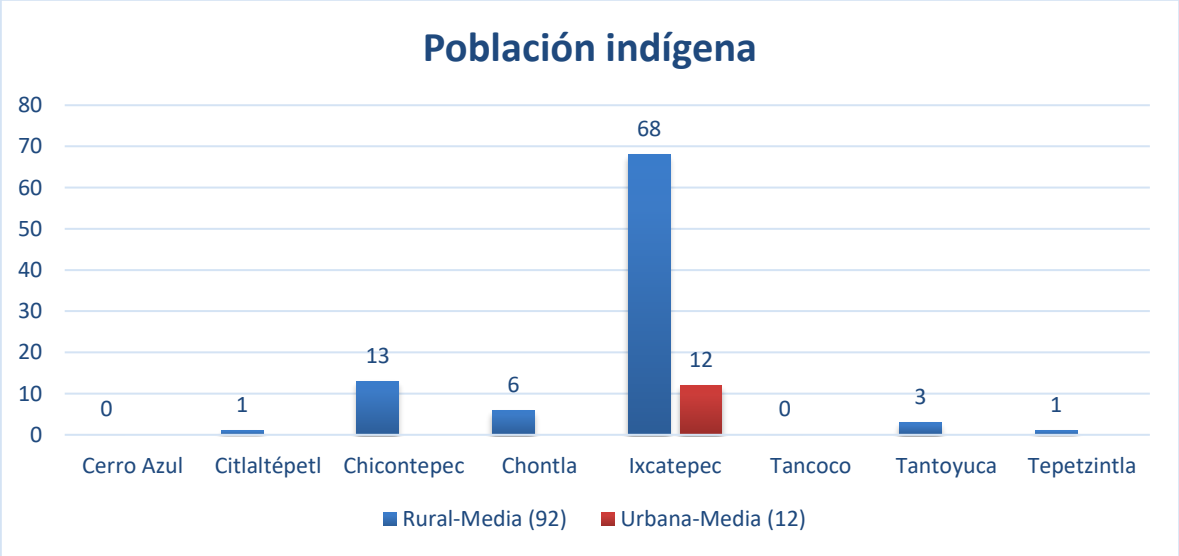
- **Personas en hogares con jefatura femenina**



Gráfica. 5. Municipios con mayor número de personas en hogares con jefatura femenina en zonas con susceptibilidad media y alta a deslizamientos. Fuente: Censo de Población y Vivienda, INEGI 2020.

Para el caso de los municipios rurales con susceptibilidad media, el mayor número de personas en hogares con jefatura femenina se encuentran en los municipios de Ixcatepec con 477 personas (17.08 %), Chontla con 154 (13.08 %), Tepetzintla con 90 (13.98 %), Citlaltépetl con 87 (21.32 %) y Chicontepec con 39 (8.59 %). Nuevamente el único municipio con localidad Urbana en zona de susceptibilidad media con personas en hogares con jefatura femenina es Ixcatepec con 993 personas (23.82 %).

- **Personas de 3 años y más que hablan una lengua indígena y no hablan español**



Gráfica. 6. Municipios con mayor número de personas indígenas que no hablan español en zonas con susceptibilidad media y alta a deslizamientos. Fuente: Censo de Población y Vivienda, INEGI 2020.

Por último, respecto a las personas de 3 años y más que hablan una lengua indígena y no hablan español, son 6 de los 8 municipios que tienen localidades rurales con este grupo poblacional en zonas con susceptibilidad media a deslizamientos, donde Ixcatepec tiene 68 personas (2.43 %), Chicontepec 13 (2.86 %), Chontla 6 personas (0.5%), Tantoyuca 3 (1.68 %) y los municipios con menor cantidad de personas de este grupo son Citlaltépetl y Tepetzintla con 1 persona, representando menos del 1 % de sus poblaciones respectivamente; el único municipio con localidad Urbana dentro de zonas de susceptibilidad con población de este grupo es Ixcatepec con 12 personas (0.29%).

2.2.2 Población vulnerable a nivel localidad

Presentando los resultados en un análisis más detallado, se puede ver en la tabla siguiente, las 10 localidades con mayor número de personas con las vulnerabilidades estudiadas en sus diferentes niveles de susceptibilidad a deslizamientos. No obstante, si se requiere conocer la totalidad de localidades habrá que consultar la base de datos.

Municipio	Localidad	Población	0 a 5 años	60 y más	Con discapacidad	Con algún problema o condición mental	En hogar a cargo de una mujer	Población indígena
Alta (Rural)								
Chinampa de Gorostiza	Los Tres Mar	5	*	*	*	*	*	*
Media (Rural)								
Chontla	San Juan Otontepec	1,174	88	177	45	11	154	6
Ixcatepec	Poza Azul	902	59	216	79	13	108	33
Tepetzintla	Colpaltitla	627	62	94	72	7	90	1
Ixcatepec	Gavilán	576	41	111	45	14	112	6
Ixcatepec	Chilacaco	326	23	82	36	2	47	13
Ixcatepec	La Guásima	319	11	78	61	3	68	3
Tancoco	Doctor Liceaga	293	19	73	33	4	34	0
Ixcatepec	Tlaqueztla	286	29	37	15	0	27	6
Chicontepec	El Manantial	270	17	49	31	6	15	7
Citlaltépetl	San Jerónimo	263	23	30	10	0	57	0
Media (Urbano)								
Ixcatepec	Ixcatepec	4,169	314	680	357	44	993	12

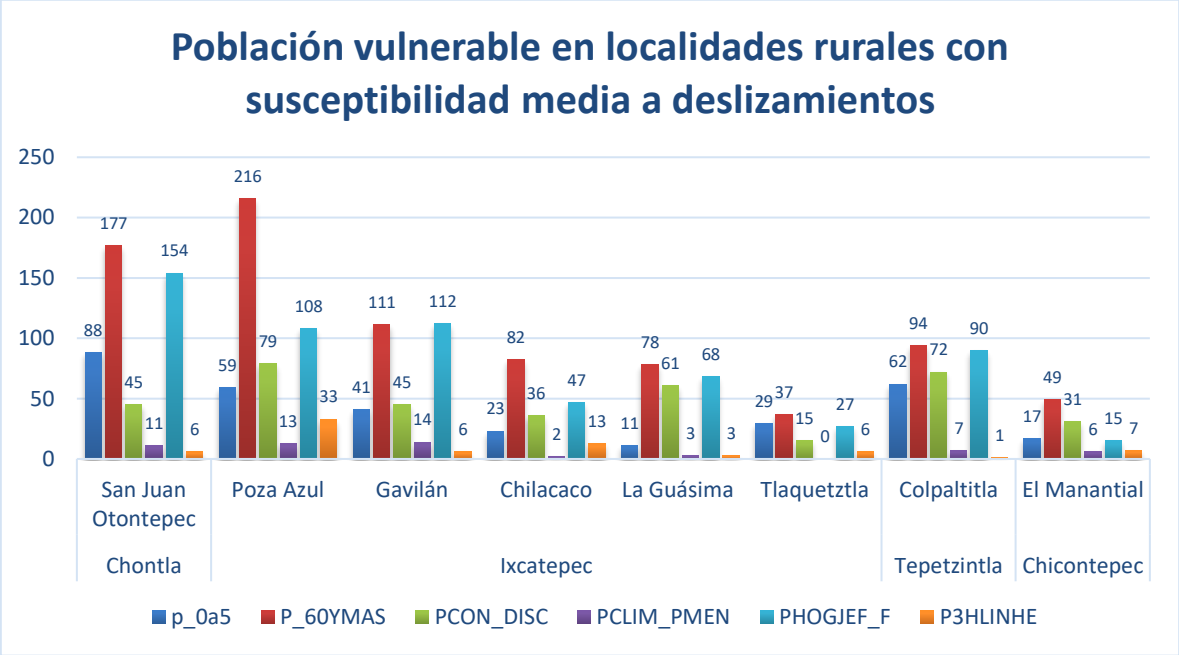
Tabla. 15. Localidades con mayor número de personas en situación de vulnerabilidad. Fuente: Censo de Población y Vivienda, INEGI 2020.

- **Localidades rurales con alta susceptibilidad**

Debido a que la única localidad dentro de esta zona de susceptibilidad no cumple con los mínimos señalados en el principio de confidencialidad que marca la Ley del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica (LSNIEG), sus datos son confidenciales y estos están representados con "*"; se trata de la localidad de Los Tres Mar en el municipio de Chinampa de Gorostiza, donde habitan 5 personas en alta susceptibilidad.

- **Localidades rurales con susceptibilidad media**

En las localidades rurales con niveles de susceptibilidad media, las poblaciones de niñas y niños son de menos del 10 % de su población total, donde encabeza San Juan Otontepec (Chontla) con 88 niñas y niños (7.5 %), Colpaltitla (Tepetzintla) con 62 (9.9%) y Poza Azul (Ixcatepec) con 59 (6.5 %). Con una mayor presencia (18.8 %) se tiene el grupo de personas adultas mayores en donde Poza Azul (Ixcatepec) presenta 216 (23.5 %), San Juan Otontepec (Chontla) con 177 (15 %) y el Gavilán (Ixcatepec) con 111 (19.27 %) personas adultas mayores. Toda esta información se encuentra reflejada en las gráficas debajo.



Gráfica. 7. Localidades rurales con mayor número de personas en situación de vulnerabilidad en zonas de susceptibilidad media a deslizamientos. Fuente: Censo de Población y Vivienda, INEGI 2020.

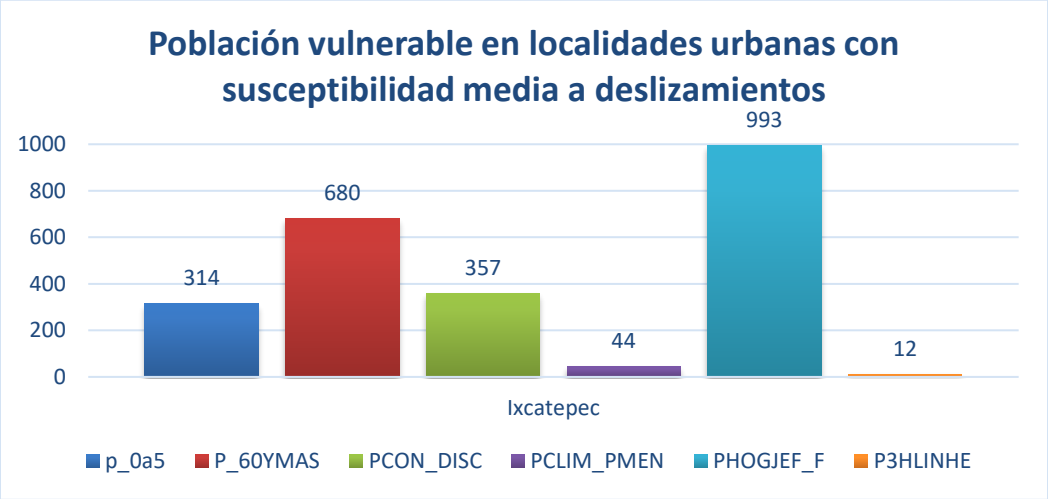
En el grupo de personas con discapacidad se cuenta con Poza Azul y La Guásima (Ixcatepec) con 72 y 61 personas equivalentes al 8.76 % y 19.12 % respectivamente y Colpaltitla (Tepetzintla) con 72 (11.48 %) personas. De igual manera Gavilán con 14 (2.43 %) y Poza Azul con 13 personas (1.44 %) del municipio de Ixcatepec y San Juan Otontepec (Chontla) con 11 personas (1 %), son las localidades con mayor número de personas con algún problema o condición mental.

El mayor número de población en hogares con jefatura femenina se tiene en las localidades de San Juan Otontepec (Chontla) con 154 personas (13 %), Gavilán y Poza Azul (Ixcatepec) con 112 (19.4 %) y 108 (12) respectivamente. Sin embargo, se identificaron 3 localidades donde más del 10 % de la población viven en hogares donde la jefatura es femenina, estas son: Chilacaco y La Guásima del municipio de Ixcatepec y Colpaltitla de Tepetzintla.

Se identificaron 92 personas indígenas que no hablan español en 31 localidades rurales con susceptibilidad media a deslizamientos, donde los mayores números de personas se encuentran en las localidades de Poza Azul (Ixcatepec) con 33 (3.6 %), Chilacaco (Ixcatepec) con 13 (4 %) y El Manantial (Chicontepec) con 7 (2.6 %).

- **Localidades urbanas con susceptibilidad alta y media**

Dentro de la zona de susceptibilidad alta a deslizamientos no se encuentra ninguna localidad urbana, caso contrario con la zona de susceptibilidad media donde se encuentra únicamente la localidad de Ixcatepec, cabecera del municipio con el mismo nombre. En esta localidad habitan 314 niñas y niños menores de 5 años equivalentes al 7.5 % de su población; 680 (16.3 %) personas adultas mayores; 357 (8.56 %) personas con discapacidad; 44 (1 %) personas con algún problema o condición mental; 993 (23.8 %) personas en hogares con jefatura femenina y 12 personas que hablan lengua indígena y no hablan español. En la gráfica siguiente se aprecia los datos poblacionales de los grupos en situación de vulnerabilidad estudiados.



Gráfica. 8. Localidades urbanas con mayor número de personas en situación de vulnerabilidad en zonas de susceptibilidad media a deslizamientos. Fuente: Censo de Población y Vivienda, INEGI 2020.

3. Registro de eventos

Para tener conocimiento de las condiciones y los procesos de remoción en masa que suceden en el Estado, el área de Atlas de Riesgos de la SPC realiza la recopilación de registros de inventario de eventos de fenómenos geológicos en el periodo de 2014 a 2021, con apoyo de los reportes obtenidos por el CECOM (Centro de Comunicaciones) de la Dirección General de Atención y Administración a Emergencias.

De los reportes recopilados se realiza una clasificación conforme a los distintos procesos de remoción en masa, sea Caídos, Deslizamiento y Flujos, sin embargo, solo se obtuvo como resultado un total de 2 registros de procesos de remoción en masa, esto siendo reflejo de la ausencia de asentamientos humanos dentro de las zonas de mayor susceptibilidad a deslizamientos las cuales tienen mayor incidencia al interior de los límites del ANP de la Sierra de Otontepec.

Cabe señalar, como factor detonante en el registro de los eventos, en el periodo de tiempo registrado, las precipitaciones generadas por diferentes eventos hidrometeorológicos son la causa principal, en temporada de lluvias de julio a noviembre. Los sitios donde se señala la incidencia de los eventos principalmente son en vías de comunicación, de las cuales por las características geológicas en las que se desarrollan las vías, se realizan cortes de la ladera natural, generando taludes con pendientes pronunciadas, vialidades en laterales a pasos de agua que son zonas de debilidad a los esfuerzos de empuje cuando el material se encuentra saturado con agua. El municipio con registros de Procesos de Remoción en Masa (PRM) es Chontla. En la siguiente tabla se detallan los registros de PRM mencionados.

Inventario de Procesos de Remoción en Masa			
Años	**Número de Registros**	**Tipo de Evento**	**Municipio(s)**
2022	2	Deslizamiento	Chontla

Tabla. 16. Eventos registrados de PRM dentro de la Sierra de Otontepec, en el periodo 2014-2022. Fuente: CECOM, DGAyAE-2022.

Adicional al inventario registrado por la Secretaría, se realizó la consulta de la base de datos del Inventario de Fenómenos Geológicos de INEGI del 2020. La información contenida en la base de datos se generó mediante: recorridos de campo, identificación de imágenes satelitales, notas periodísticas, etc., en el periodo de 2003 a 2019. La información se encuentra clasificada de acuerdo con los diferentes procesos de remoción en masa (Caídos, Deslizamiento, Flujos y Reptación), para la sierra de Otontepec se tiene registro de 1 evento en el municipio de Tancoco, el cual se puede apreciar en la siguiente tabla:

Año	Inventario de Procesos de Remoción en Masa					
	Deslizamiento	**Caídos**	**Flujo**	**Reptación**	**Total**	**Fuente**
2008	1	0	0	0	1	Nota Periodística

Tabla. 17. Inventario de Procesos de Remoción en Masa para la Sierra de Otontepec. Fuente: INEGI, 2020.

Por último, se cuenta con un registro en el municipio de Ixcatepec reportado por el Director Municipal de Protección Civil de dicho municipio, este evento se describe en el apartado posterior.

3.1 Casos de estudio o antecedentes

3.1.1 Ixcatepec, Ixcatepec (09 de enero de 2022)

El 9 de enero de 2022, se reportó que tuvo lugar un deslizamiento en la carretera estatal Ixcatepec-Naranjos a la altura del tramo Ixcatepec-Chontla presentando perdida de terreno ocasionando reducciones en el ancho de la carretera a un solo carril con aproximadamente 2m, siendo un sitio de constantes accidentes de vehículos particulares que transitan la zona. La carretera atraviesa la Sierra de Otontepec por lo que representa una vía de acceso importante para los municipios de Ixcatepec, Chontla, Citlaltépetl, Tantima, Tamalín y Chinampa de Gorostiza.

Fig. 15. Aspecto de la vialidad ante deslizamiento.
Fuente: Reporte de Director Municipal de Protección Civil.

3.1.2 Santo Domingo, Chontla (20 de octubre de 2022)

El 20 de octubre de 2022 a consecuencia de las lluvias que afectaron la zona, se presentaron daños carreteros que anuncian socavamientos. En el tramo carretero Chontla-Ixcatepec en las cercanías de la localidad Santo Domingo, se identificaron 2 puntos que presentaron perdida de terreno ocasionando reducciones en el ancho de la carretera; el primero producto del socavamiento que culminó en el hundimiento del lateral de la vialidad; el segundo punto presentó perdida de aproximadamente 1m de ancho de la carretera, reduciéndola a un solo carril.

Fig. 16. Primer hundimiento en lateral de tramo carretero Chontla-Ixcatepec.
Fuente: Reporte de ERPC Región Otontepec.

Fig. 17. Vista del segundo hundimiento en la vialidad reduciéndola a un carril.
Fuente: Reporte de ERPC Región Otontepec.

4. Factores detonantes y condicionantes que influyen en la ocurrencia de deslizamientos en la sierra

Uno de los objetivos más importantes de este documento es mostrar la relación entre el impacto de los fenómenos meteorológicos, las características del medio físico y los procesos de remoción en masa; los cuales en muchas ocasiones son altamente peligrosos para la población, la infraestructura y el entorno de las comunidades veracruzanas.

En lo que respecta a los **factores detonantes**, los más importantes son las intensas precipitaciones y los sismos. Las precipitaciones durante horas o días ocasionan la saturación de agua del terreno, esto provoca presiones intersticiales que alteran el estado natural del terreno, así como el aumento de peso. La saturación puede producirse por lluvias intensas, deshielo, cambios en los niveles de agua subterránea, agua superficial y cambios de nivel a lo largo de las costas. Por otra parte, los terremotos dan origen a cualquier tipo de proceso de remoción en masa, estos se dan principalmente muy cercanos al epicentro y van disminuyendo a medida que se alejan de este.

- **Lluvias**

Por su ubicación geográfica el estado de Veracruz año con año se ve impactado por huracanes, tormentas tropicales y frentes fríos, los cuales dejan a su paso intensas lluvias que desencadenan diferentes procesos de remoción en masa. Estos procesos en la Sierra de Otontepec han sido escasos, pero causados por lluvias excepcionales, sobre todo por la acumulación de demasiada humedad en el terreno después de varios días de intensas lluvias. De acuerdo con información recopilada por el CENAPRED en el periodo de 1851-2021 para trayectorias de Ciclones Tropicales del Océano Atlántico, se tiene registro de 5 eventos que cruzan el área de la Sierra de Otontepec, sin embargo, se tomarán para análisis los 3 más recientes.

Nombre	Tipo	Fecha	Velocidad del Viento (Km/h)
Gert	Huracán Categoría 2	20/09/1993	155
Bret	Tormenta Tropical	29/06/2005	65
Gert	Tormenta Tropical	24/07/2005	75

Tabla. 18. Registro de trayectoria Ciclones Tropicales del Océano Atlántico sobre la Sierra de Otontepec. Fuente: CENAPRED, 2022. Atlas Nacional de Riesgos.

Tormenta Tropical Bret en (2005), este fenómeno presentó afectaciones principalmente en la zona norte del estado de Veracruz, en específico para la Sierra de Otontepec, donde tras su paso dejó más de 3 mil familias afectadas, varias comunidades incomunicadas debido al desbordamiento de diversos ríos; se emitió declaratoria de emergencia en nueve municipios del estado, entre los cuales se incluyeron los municipios de Naranjos, Chinampa de Gorostiza, Tantima y Tamalín que pertenecen a la Sierra en estudio.

Tormenta Tropical Gert (2005), de acuerdo con notas periodísticas se tuvo registro de daños en aproximadamente 700 km de carreteras en 16 municipios, de igual forma la tormenta Gert ocasionó el desbordamiento de varios ríos, dejando por lo menos más de 30 viviendas afectadas y cientos de personas afectadas; el día 24 de julio se emitió la declaratoria de emergencia para más de 15 municipios, de los cuales se hace mención, Cerro Azul, Citlaltépetl, Chicontepec, Chinampa de Gorostiza, Chontla, Ixcatepec, Tamalín, Tancoco, Tantima y Tantoyuca, pertenecientes a la Sierra de Otontepec.

- **Análisis**

Conforme a la información recopilada del análisis de precipitación promedio anual máxima a 24 horas, la población asentada en zonas catalogadas con susceptibilidad Muy Alta, Alta y Media a deslizamientos de acuerdo con la cartografía en el Atlas de Riesgos de Veracruz y la cartografía generada del inventario de fenómenos de procesos de remoción en masa del periodo de 2003 a 2019, se genera el mapa correspondiente para los PRM en la sierra.

- **Procesos de Remoción en Masa**

En el mapa (Fig. 28), se identifica la correlación de los registros de precipitación máxima a 24 h de 130 a 140 mm, con dos de los eventos en la porción noroeste del municipio de Chontla y uno en la porción este del municipio de Tancoco, en cercanía con la localidad Doctor Liceaga de núcleo de población entre el rango de 151 a 350 habitantes. De igual manera, se tiene registro de incidencia en la parte este del municipio de Ixcatepec, zona influenciada por precipitaciones del intervalo de 110 a 120 mm en núcleos de población de 1 a 350 habitantes, con localidades ubicadas dentro del polígono como: Zacamango, Nexcuatitla, Ejido Ixcatepec, Lindero y La Guásima.

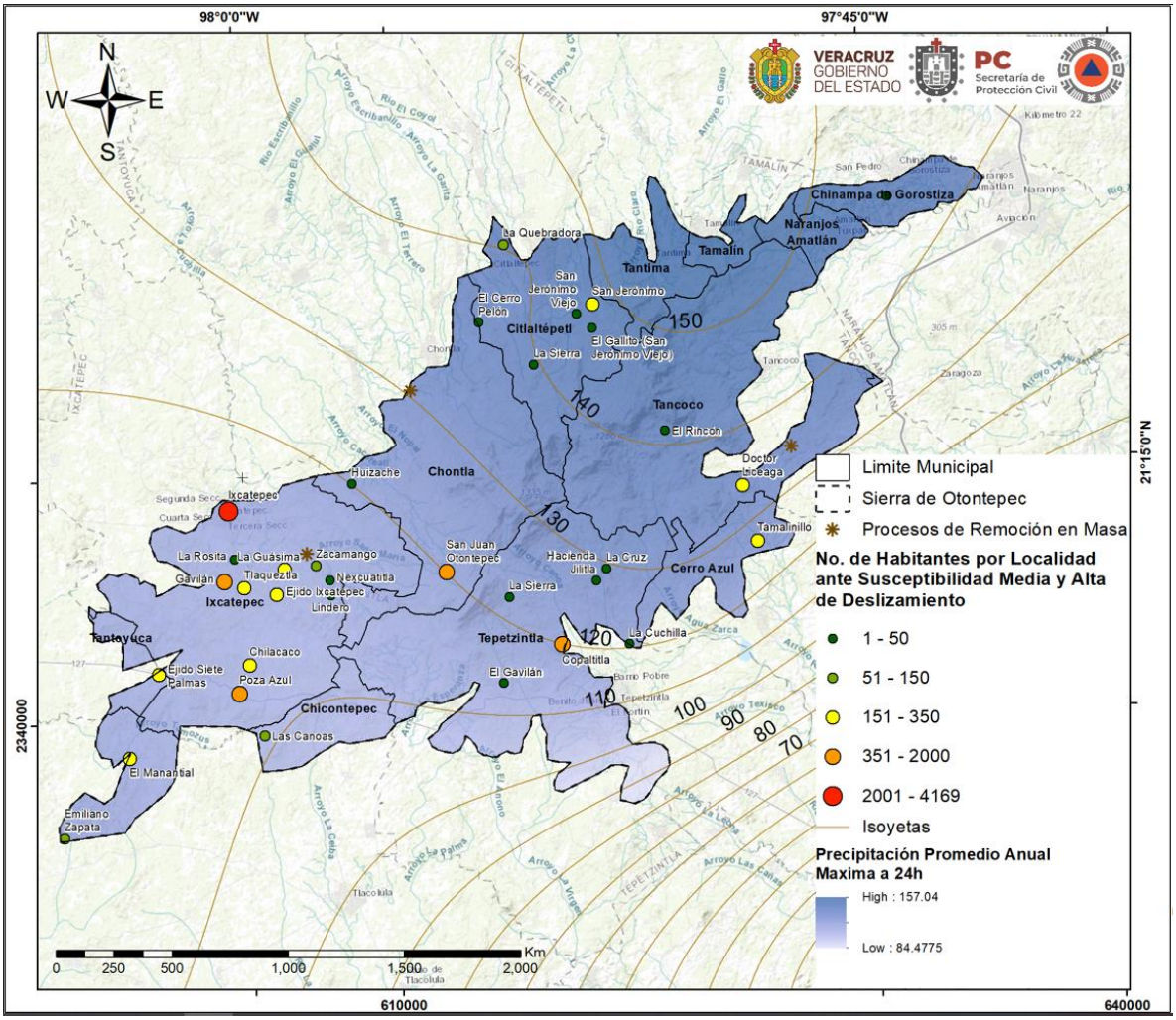


Fig. 18. Identificación de zonas con registros de procesos de remoción en masa, con respecto al análisis de precipitación promedio anual máxima a 24 horas y densidad de población de las localidades catalogadas con susceptibilidad Media y Alta por deslizamiento. Fuente: Atlas de Riesgos del Estado de Veracruz, 2022.

- **Sismos**

De acuerdo con la Regionalización sísmica de CFE de 2015, la Sierra de Otontepec se encuentra en la zonificación tipo B, con un nivel de peligro Medio, cuya intensidad sísmica es Moderada y las aceleraciones máximas en roca deberían estar en un rango de 50 cm/s^2 a 100 cm/s^2.

Adicionalmente dentro de la cartografía Global de Intensidades de Escala de Mercalli, que se deriva de un análisis de eventos sísmicos históricos en México, se tiene clasificada a la Sierra de Otontepec en la mayoría en III (sacudida claramente sentida en interiores pero no asociada a sismos) cubriendo casi la totalidad de la sierra desde la porción Norte hasta la porción Sur, y una pequeña porción en la parte Sur de la sierra en intensidad IV (algunas personas sienten el sismo en el exterior, los objetos colgantes oscilan).

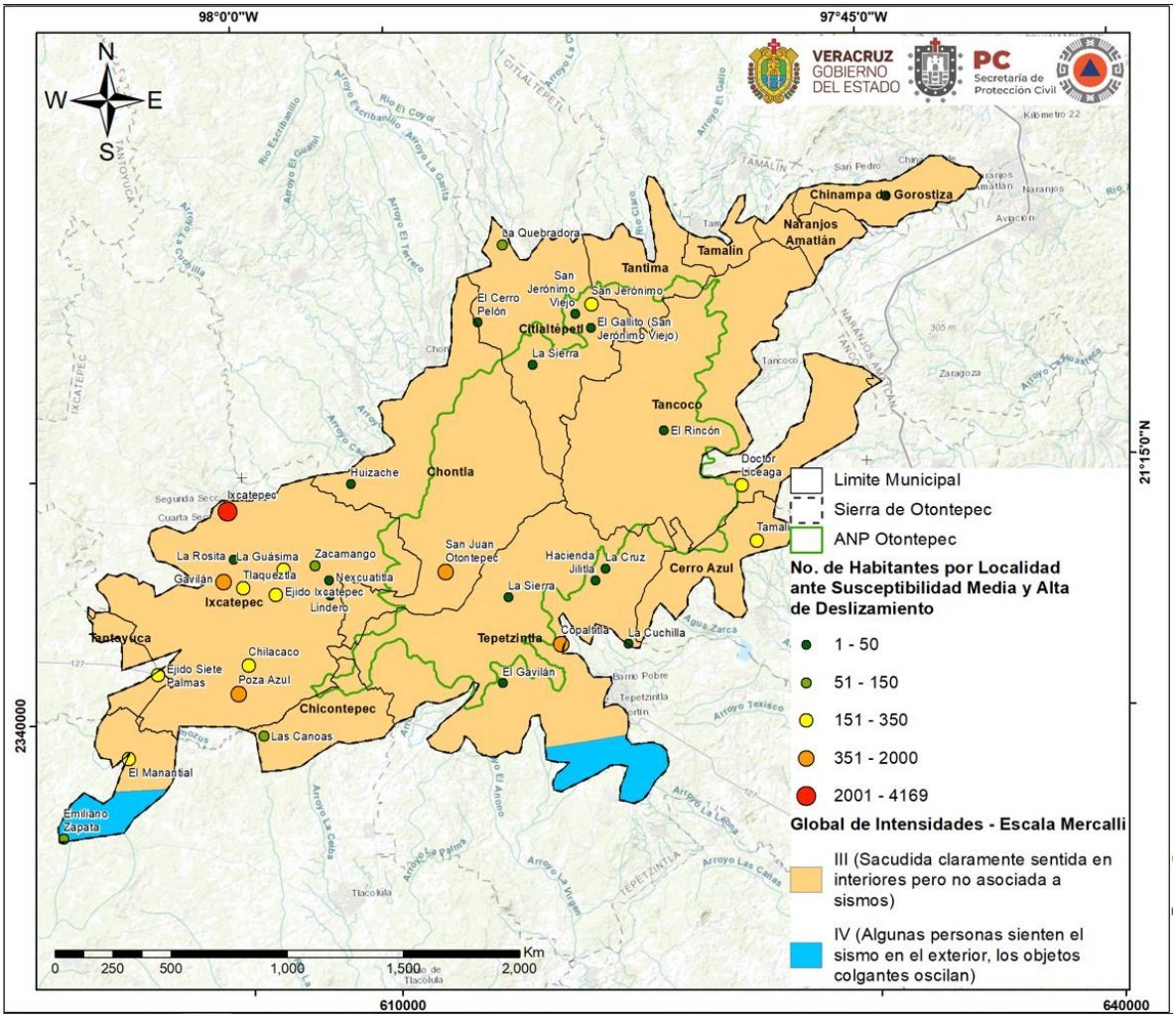


Fig. 19. Mapa Global de Intensidades de acuerdo a escala de Mercalli para la Sierra de Otontepec. Fuente: Atlas de Riesgos del Estado de Veracruz con informacion vectorial CENAPRED, 2022.

Dentro del análisis de la sismicidad histórica registrada por el Servicio Sismológico Nacional dentro de la Sierra de Otontepec en un lapso de 1900 a 2022, se puede concluir que la actividad sísmica al interior de la zona delimitada es escasa o casi nula en este periodo de tiempo, sin embargo, no se puede descartar la ocurrencia de algún evento sísmico a futuro.

Dentro de los **factores condicionantes** que dan pauta a que se originen procesos de remoción en masa, se tienen los naturales y los antrópicos. Los factores naturales se refieren a las propiedades físicas de los materiales tales como: tipo de material (litología), estructura geológica (planos de estratificación, foliación, fracturas, fallas, etc.), geomorfología y relieve, meteorización o alteración de los materiales, la vegetación, entre otros. Los factores antrópicos están asociados con la deforestación, cambios morfológicos en la geometría de las laderas (adaptación de terrenos al proceso de urbanización), explotación de bancos de material abandonados y en uso, cambios en las condiciones hidrológicas (fugas en tuberías de agua y descarga directa de aguas domésticas y de las fosas sépticas), aplicación de cargas estáticas o dinámicas al talud.

La actividad humana en los últimos años ha causado cambios notables en las laderas de las montañas. Los más significativos son los procesos de urbanización, las construcciones urbanas en laderas empinadas de cerros y valles montañosos, ya que no sólo representan un riesgo, sino que contribuyen al desarrollo de la remoción en masa. Las construcciones que se sitúan en zonas de peligro propician o aceleran los deslizamientos por la deforestación, el peso de las construcciones, el drenaje, la modificación del perfil de las laderas y del régimen hidrológico.

Es natural que, en el futuro a corto o largo plazo, estos fenómenos se volverán a presentar. En el pasado, tan sólo hace algunos años, la situación era otra, ya que las poblaciones eran más pequeñas, la deforestación no alcanzaba los niveles actuales, y era menor la modificación al relieve por la construcción de vías de comunicación, cultivos en laderas empinadas y pastoreo. La erosión de las montañas es un fenómeno natural inevitable que ha ocurrido desde antes de que fueran habitadas, pero la actividad humana ha contribuido a magnificarlo.

- **Incendios Forestales**

Los incendios forestales se consideran parte de los factores condicionantes en los procesos de remoción en masa, debido a que la perdida de cobertura vegetal deja expuesto la capa superficial del suelo en la que procesos erosivos actúan y en temporada de lluvias generan que este material no consolidado sea susceptible de desprendimiento o deslizamientos. En el caso de la Sierra de Otontepec este tema no tiene mucha incidencia y aunque cuenta con zonas de media y alta susceptibilidad a incendios forestales, no se cuenta con registro de algún evento. Por otro lado, es de gran importancia tener en cuenta los eventos a menor escala como son los incendios de pastizales con 3 eventos recientes en el periodo de 2021-2022 y que de cierta forma siguen teniendo un impacto directo en la estabilidad de los suelos. Estos registros se identifican en los municipios de Tepetzintla y Citlaltépetl, por lo que debe ser de conocimiento que las causas principales de estos incendios son la quema por actividades agrícolas que se salen de control, actos vandálicos y fogatas.

Municipio	Fecha de registro	Latitud	Longitud	Lugar de ocurrencia	Área (ha) afectada
Tepetzintla	19/02/2022	21.159	-97.915	Loc. Tierra Blanca	1
Tepetzintla	21/05/2022	21.148	-97.862	Loc. Tecomate	2
Citlaltépetl	28/05/2022	21.311	-97.858	Loc. San Jerónimo	0.2

Tabla. 19. Registro de incendios para el periodo de 2021-2022 dentro de la sierra de Otontepec. Fuente: Inventario de Incendios de pastizales de la SPC, 2022.

Particularmente, en la "Sierra de Otontepec", son varios los factores que pueden condicionar la ocurrencia de deslizamientos a medida que pasen los años, aunque de manera natural no han tenido gran incidencia, de forma antrópica pueden propiciar un incremento en su ocurrencia. Entre los más importantes se pueden sintetizar los siguientes:

- Deforestación de grandes extensiones de bosques y especialmente aquellos que están cerca a los núcleos urbanos.
- Cambios de uso del suelo, de forestal a urbano o de forestal a agrícola.
- Construcción de carreteras mal localizadas y cortes carreteros en zonas inestables.
- Materiales poco consolidados, como es el caso de arenas volcánicas o arcillas.
- Fugas en tuberías de agua y descarga directa de aguas domésticas y de fosas sépticas.
- Cambios topográficos para adaptar los terrenos al proceso de urbanización.
- La construcción informal e incluso formal en pendientes escarpadas.
- Construcción de viviendas o escuelas al pie de las laderas.
- Cortes inestables cercanos a viviendas o escuelas.
- Colocación de rellenos directamente sobre los taludes y posterior construcción de viviendas sobre o cerca de estos rellenos.
- Pendientes de las laderas de moderadas a fuertes.
- Morfología de tipo montañoso y escarpado con inclinaciones fuertes.
- Erosión pluvial sobre las laderas.
- Suelos saturados de agua descansando sobre rocas con inclinaciones considerables que funcionan como superficies de deslizamiento.
- Zona limítrofe entre depósitos volcánicos y rocas sedimentarias, donde el contacto geológico, la inclinación de las capas y la pendiente del terreno son factores de inestabilidad.
- Estructura geológica, como es el caso de fracturas en las laderas.
- Discontinuidades orientadas adversamente (planos de inclinación).
- Escurrimientos naturales que descienden desde las partes altas y drenan directamente hacia las comunidades.

5. Algunas consideraciones que tomar en cuenta

Para poder estudiar el riesgo por procesos de remoción en masa se deben establecer algunos supuestos. Los más comunes en la literatura dedicada al tema son (según Guzzetti *et al.*, 2009[9] tomado de Murillo García, 2013[10]):

- Donde ya han ocurrido deslizamientos, caídos y flujos seguramente volverán a ocurrir. El pasado es la clave para el futuro (Varnes, 1984[11]; Hutchinson, 1995[12]; Aleotti y Chowdhury, 1999[13]; Guzzetti *et al*., 1999[14]).
- Los procesos de remoción en masa ocurrirán en el futuro en las mismas condiciones que en el pasado porque los factores que los producen son los mismos que en el pasado.
- La frecuencia con la que han ocurrido los procesos de remoción en masa en el pasado se mantendrá muy similar en el futuro.
- La magnitud con la que han ocurrido los procesos de remoción en masa en el pasado se mantendrá similar en el futuro.
- Los deslizamientos son más frecuentes donde abundan los paquetes de roca débil intercalados con paquetes muy voluminosos de roca dura (Guzzetti *et al*., 1996)[15].
- Los deslizamientos superficiales son más frecuentes en laderas con un ángulo de pendiente moderado o medio, áreas de cultivo y en la superficie de antiguos deslizamientos (Guzzetti *et al*., 1996).

[9] Guzzetti F., Reichenbach P., Ardizzone F., Cardinali M., Galli M. 2009 Landslide hazard assessment, vulnerability estimation and risk evaluation: an example from the Collazone area (Central Umbria, Italy). Geografía Física. Dinamica Quai. 32 2009 185-192.
[10] Murillo García F. G., 2013. Análisis y Cartografía de riesgo de desastre por procesos de remoción en masa en el municipio de Pahuatlán, Puebla. Tesis de Maestría, UNAM. México D.F.
[11] Varnes, D.J. and IAEG. Commission on Landslides and other Mass-Movements, 1984. Landslide hazard zonation: a review of principles and practice. The UNESCO Press, Paris, 63 p.
[12] Hutchinson, J.N., 1995. Keynote paper: Landslide hazard assessment. In: Bell (ed.) Landslides, A.A. Balkema, Rotterdam, 1805-1841.
[13] Aleotti, P. & Chowdhury, R., 1999. Landslide hazard assessment: summary review and new perspectives, Bulletin of Engineering Geology and the Environment, 58: 21-44.
[14] Guzzetti, F., Carrara, A., Cardinali, M. and Reichenbach, P., 1999. Landslide hazard evaluation: an aid to a sustainable development. Geomorphology, 31: 181-216.
[15] Guzzetti, F., Cardinali, M. and Reichenbach, P., 1996. The influence of structural setting and lithology on landslide type and pattern. Environmental and Engineering Geoscience, 2:4 531-555.

6. Recomendaciones

6.1 Recomendaciones para la Población

- En temporada de lluvias y ciclones tropicales, infórmate sobre el pronóstico del tiempo, de la situación de tu región, en especial si emiten alertamiento por la llegada de un ciclón tropical, de un frente frío o de la combinación de ambos.
- De ser posible, evita transitar por los caminos y carreteras que atraviesan las zonas serranas, durante y poco tiempo después de las lluvias, para evitar posibles desgracias personales.
- Si tu casa se encuentra asentada en la parte baja o alta de un cerro, ladera o talud, y observas o te alertan con motivo de la presencia de algún frente frío o ciclón tropical que estás en riesgo, evacúa y dirígete a un Refugio Temporal o a la casa de algún familiar o persona conocida que viva retirado de la zona de riesgo.
- Evita dejar solas a niñas, niños, adolescentes, personas adultas mayores o personas con alguna discapacidad.
- No retornes, hasta que las autoridades notifiquen que es seguro regresar a tu vivienda.
- Evita que el desagüe de tu vivienda caiga directamente sobre las laderas, con el sentido de no saturarlas de humedad, ni erosionarlas.
- Ante la ocurrencia de un deslizamiento, caído o flujo, se recomienda que no se remueva o escarbe el material depositado, ya que éste funciona como soporte de la masa deslizada y si se remueve podría ocasionar un nuevo evento.
- Si sabes de algún accidente provocado por algún proceso de remoción en masa repórtalo de inmediato a tu Dirección Municipal de Protección Civil.
- En caso de ser zona afectable por procesos de remoción en masa, solicita o contrata seguros para tus cultivos y plantaciones, así como para el ganado.
- Para localidades dentro de la sierra que registran microsismos, y presentan afectaciones a inmuebles, se requiere asesoramiento por personal especializado para el reforzamiento de acuerdo con las características del terreno y actividad sísmica.
- Sobre la superficie del terreno se presentan ciertas señales que nos permiten identificar el inicio o proceso de ocurrencia de un deslizamiento, caído o bien producto de cruces de fallas o fracturas geológicas. Algunos indicadores físicos que permiten reconocer son:
    - Grietas en el terreno.
    - Asentamientos del terreno (como si fueran escalones en el suelo que se forman de repente y que antes no estaban).
    - El suelo se separa de los cimientos.
    - Fracturas en pisos de concreto, cimientos y paredes.
    - Inclinación de postes, árboles, cercas o muros y días antes no lo estaban.
    - Las aceras o losas se alejan de las estructuras si están cerca de una pendiente.

- Rotura de las tuberías de agua y de otros servicios subterráneos.
- Aparición de manantiales y suelos húmedos o saturados en las zonas anteriormente secas o en la base de las laderas.
- Rápido aumento o disminución de los niveles de agua corriente, posiblemente acompañado de aumento de la turbidez.
- Puertas y/o ventanas que no cierran con facilidad o espacios visibles entre los marcos, lo que indica que las paredes y marcos se están moviendo y deformando.
- Carreteras o caminos hundidos o sumidos.

Si detecta alguno de estos indicadores de inestabilidad del suelo en el lugar donde vive, avise de inmediato a la Dirección de Protección Civil de su municipio para que le asesore sobre las medidas y acciones que se deben tomar.

- Evitar en todo momento en laderas pronunciadas:

  - ✓ Rellenar o hacer cortes.
  - ✓ Escarbar la base.
  - ✓ Comprar, alquilar o construir.
  - ✓ Talar y quemar la vegetación, en especial de árboles, matorrales y pastos (para minimizar el proceso de erosión del suelo).
  - ✓ Evita la saturación del suelo por fugas en tuberías.

- Esta Secretaría tiene como criterio no recomendar para el desarrollo habitacional, las zonas con pendientes mayores a 15° de inclinación[16], con la finalidad de evitar la urbanización en zonas de riesgo. Sin embargo, en los sitios donde se presente una inclinación mayor y se pretenda su ocupación para fines habitacionales, será necesario realizar estudios, trabajos de disminución de las pendientes, obras de contención y/o estabilización y drenajes, con personal especializado en la materia.
- De la selección del sitio para desarrollos habitacionales. Deberá evitarse la selección de terrenos que presenten alguna o varias de las siguientes condiciones de vulnerabilidad naturales:

  - ✓ Los ubicados en áreas con pendientes mayores a 15° de inclinación.
  - ✓ Los ubicados en cañadas o barrancas, susceptibles a erosión y asociados a intensas precipitaciones pluviales.
  - ✓ Los que presenten erosión severa, con cárcavas profundas.
  - ✓ Los sujetos a un proceso erosivo causado por el escurrimiento excesivo de las aguas.
  - ✓ Los ubicados sobre materiales de rellenos no compactados, ni con una adecuada obra de estabilización y/o contención.
  - ✓ Los que tengan probabilidad de ocurrencia o peligro de deslizamientos del suelo.

[16] González A., Domínguez L., y Castañeda A., (2015), "Generación de insumos para el atlas nacional de riesgos: Mapa Nacional de Susceptibilidad por Inestabilidad de Laderas", CENAPRED

- ✓ En caso de terrenos localizados al hombro o al pie de una ladera, se debe verificar la susceptibilidad a deslizarse mediante inspección geológica y pruebas geotécnicas. En caso de que la ladera presente condiciones de inestabilidad, se puede considerar la factibilidad de su estabilización.

- Calcular y realizar obras para encauzar el agua de lluvia y aquella en donde brota algún manantial. Se sugiere conducir el agua superficial mediante cunetas de captación (cunetas de intercepción o coronamiento) a través del terreno natural por arriba del talud. Estas cunetas resultan útiles para captar el flujo laminar superficial antes de que derrame sobre el talud del corte y pueda erosionar o desestabilizar nuevamente el corte. Estos deben tener un continuo mantenimiento, de no ser así pueden dar lugar a un estancamiento contraproducente de agua encima del talud, lo cual aumenta las posibilidades de una falla.
- Proteger y preservar la vegetación existente en las laderas, e implementar campañas de reforestación para mitigar los deslizamientos de suelos.
- Como alternativa para evitar la saturación del suelo en las épocas de lluvia, se propone la construcción de pozos artesianos para disminuir la presión de poro y la resistencia al esfuerzo cortante del suelo. Estos pozos pueden ser de utilidad para la comunidad, ya que podrán utilizarse como abastecimiento de agua.
- Procurar que los baños de la vivienda sean baños secos, es decir, en la medida de lo posible prescindir del uso de letrinas mediante la incorporación de baños secos para evitar el reblandecimiento del suelo y subsuelo.
- No comprar terrenos para vivienda en sitios no aptos, infórmate con las autoridades correspondientes.
- Elaborar tu Plan Familiar de Protección Civil con el siguiente formato: http://www.veracruz.gob.mx/proteccioncivil/wp-content/uploads/sites/5/2019/06/PLAN-FAMILIAR.pdf, considera a niñas, niños, adolescentes, personas adultas mayores y personas con discapacidad; una vez que lo tengas organizado ponlo en práctica con todas y todos los miembros de tu familia y realiza simulacros. Previo a alguna contingencia ubica los refugios temporales.

6.2 Recomendaciones para las Autoridades Municipales

- Mantenerse en comunicación constante con los Enlaces Regionales de Protección Civil y con el Centro de Comunicaciones de la SPC. Así como mantenerse informados de las actualizaciones de los pronósticos meteorológicos emitidos por esta, para conocer de manera directa el comportamiento e intensidad de las lluvias y conocer si impactará en su zona o región. Con esta información, podrá tomar decisiones oportunas sobre los protocolos de actuación y emitir los avisos de alertamiento y de esta manera poner sobre aviso a su población de posibles deslizamientos de laderas.
- Alertar a la población para que se mantenga informada y prevenida a través de los pronósticos meteorológicos y atiendan las recomendaciones de Protección Civil.
- Si se requiere, colocar señalamientos en las carreteras comunicadoras, para que las personas conductoras de vehículos o caminantes conozcan las zonas donde pudieran ocurrir deslizamientos. Como se ha indicado previamente, prestar especial atención en las carreteras que comunican a los municipios de Ixcatepec a Citlaltépetl y la carretera de Tepetzintla a Tantoyuca en la localidad de San Sebastián.
- De ser posible, evitar que transiten vehículos por los caminos y carreteras que atraviesan las zonas serranas, durante y poco tiempo después de las lluvias, para evitar posibles accidentes.
- Realizar el registro de eventos conforme a los diferentes procesos de remoción en masa mencionados en la introducción. Con la finalidad de obtener una estadística más completa que permita ubicar los sitios susceptibles y así implementar las acciones necesarias. Los registros deberán ser compartidos a la Secretaría de Protección Civil del Estado con un periodo mínimo de 6 meses, estos deberán ser generados en Excel, Google Earth o algún Sistema de Información Geográfica (ArcGis, Qgis) y contener los siguientes campos:
    - Número de registro
    - Fecha (Esta deberá generarse en 3 columnas Año, Mes, Día)
    - Tipo de Evento (Caídos, Deslizamiento, Flujos)
    - Municipio
    - Localidad
    - Longitud (Esta de ser mediante el uso de equipos móviles con GPS integrado, para obtener las coordenadas geográficas decimales eje. -98.2468)
    - Latitud (Esta de ser mediante el uso de equipos móviles con GPS integrado, para obtener las coordenadas geográficas decimales eje. 20.6432)
    - Ubicación (Referencia de donde se origina el evento, sea nombre del tramo carretero, calle vs calle, colonia, etc.)

  - Detonante (Sea lluvias "Lluvias Prolongadas, Frente Frío, Tormenta Tropical, Huracán, etc."), Sismos (Lugar de epicentro del Servicio Sismológico Nacional) etc.
  - Tipo de material (Rocas, Fragmentos de roca, Lodo, Material masivo de sedimentos, etc.)
  - Tipo de afectaciones (Obstrucción de tramo carretero, Afectación de inmuebles habitacionales, Comerciales o industriales, Personas lesionadas, Personas desaparecidas, etc.)

- Ante el pronóstico de lluvias intensas en la zona, procurar comisionar a personal de vigilancia para el monitoreo constante de las laderas, lomas, cerros, montañas y zonas que tengan identificadas como terrenos inestables en donde exista población y puedan generarse afectaciones, para tomar las medidas pertinentes. En caso de que sea rebasada la capacidad técnica del municipio, es recomendable solicitar a la SPC el apoyo para que se atienda la emergencia, como para que se realice una supervisión técnica con la finalidad de emitir un dictamen técnico sobre el riesgo, y de esta manera se tomen las medidas de mitigación o prevención correspondientes.
- La población más vulnerable deberá estar prevenida antes, durante y después de la temporada de lluvias y ciclones tropicales, estableciendo un sistema de alertamiento comunitario, así como manteniendo una constante coordinación, llevando a cabo el monitoreo continuo de las zonas de riesgo, para que en caso de que se observen agrietamientos o movimientos del terreno, se emita el alertamiento correspondiente y se determinen las acciones procedentes, ante la probabilidad de ocurrencia de desprendimientos o deslizamientos de suelo que pongan en riesgo a los habitantes, lo anterior con la finalidad de contribuir a su seguridad e integridad física.
- Considerar en los planes de emergencia la ocupación de refugios temporales comunitarios debidamente habilitados con los insumos necesarios, ante la posibilidad de ocurrencia de un fenómeno geológico o hidrometeorológico que altere las condiciones de seguridad de la población.
- En las localidades susceptibles a procesos de remoción en masa y con grupos más vulnerables al fenómeno, se debe poner mayor atención en sus programas, planes y acciones; deben considerar a las niñas, niños, adolescentes, mujeres referentes en el hogar, personas adultas mayores y personas con discapacidad, ya que:
  - En la región es muy marcada la cantidad de hogares con mujeres referentes del hogar, así como personas adultas mayores.
  - En las localidades de susceptibilidad media a deslizamientos se identifica como segundo elemento indicativo una cantidad importante de personas adultas mayores, que en la mayoría de las situaciones presentan algún tipo de discapacidad.
- Propiciar las condiciones para el reforzamiento de las laderas, mediante la construcción de terrazas y reforestación para dar cohesión a las masas de tierra, además de aumentar la resistencia de las capas que conforman el suelo y al mismo tiempo disminuir la velocidad de las escorrentías pluviales. Se recomienda la

reforestación con bambú o árboles endémicos, y la disminución de la pendiente que presentan las laderas con la finalidad de proporcionarle un equilibrio para que no se deslicen. De igual manera se recomienda darle tratamiento y limpieza a los drenes naturales por donde escurre el agua a lo largo de las laderas, esto permitirá el libre flujo pendiente abajo sin que el fluido que escurra se desborde de su cauce y genere afectaciones.

- Canalizar los escurrimientos de aguas pluviales que se encuentran en zonas susceptibles a la ocurrencia de deslizamientos. Llevar estas aguas fuera de la zona urbana, donde escurran por gravedad hacia los cauces naturales.
- Evitar las descargas del agua domestica sobre las laderas y no saturarlas de humedad. Así mismo, suprimir la proliferación y uso de letrinas mediante la incorporación de baños secos para evitar el reblandecimiento del suelo y subsuelo.
- Asegurar la estabilidad de los taludes de los caminos que funcionan como vías de acceso a las localidades mediante las siguientes acciones:
  - ✓ Modificar la geometría de los taludes, a través de bermas o disminución de la pendiente para estabilizar el ángulo de reposo.
  - ✓ Construir cunetas de drenaje paralelamente a los taludes con el objetivo de captar y conducir las aguas de escorrentía superficial fuera del talud.
  - ✓ Construir canaletas a los costados del camino para encauzar el flujo del agua.
  - ✓ Construir muros al pie de los taludes como elementos resistentes, de contención o sostenimiento.
  - ✓ Colocar mallas de protección en los taludes donde existan bloques de roca.
- Colocar señalamientos precautorios en zonas de alto riesgo.
- No escarbar, ni remover el material acumulado después de que se haya originado un deslave por pequeño que sea.
- No retirar la cubierta vegetal existente y reforestar con arbustos la zona descubierta.
- Al realizar cortes en el terreno para adaptación de usos urbanos o explotación de material, estos deben conservar un ángulo de reposo menor a 15° de inclinación.
- Como alternativa para evitar la saturación del suelo en las épocas de lluvia, se propone la construcción de pozos artesianos para disminuir la presión de poro y la resistencia al esfuerzo cortante del suelo. Estos pozos pueden ser de utilidad para la comunidad, ya que podrán utilizarse como abastecimiento de agua.
- Promocionar intensamente en las localidades susceptibles a deslizamientos a elaborar el Plan Familiar de Protección Civil; principalmente las que tienen niñas y niños, personas adultas mayores, personas con discapacidad y en las que la mujer es referente en el hogar: http://www.veracruz.gob.mx/proteccioncivil/wp-content/uploads/sites/5/2019/06/PLAN-FAMILIAR.pdf

- Invitar a las localidades identificadas con susceptibilidad a deslizamientos y que no tengan brigadas comunitarias, a constituirlas y prepararlas para el caso de deslizamientos, puedes consultar el siguiente enlace: https://www.youtube.com/watch?v=twpPND_xJaM
- En el alcance de sus posibilidades, reubicar a la población asentada en zona de riesgo a un lugar seguro que no represente riesgo.
- No permitir nuevas construcciones o ampliaciones de las viviendas en zonas de riesgo, por lo que se recomienda mantener una vigilancia permanente, a fin de evitar nuevos asentamientos en estas zonas.
- No recomendar para el desarrollo habitacional, las zonas con pendientes mayores al 15° de inclinación; sin embargo, en los sitios donde se presente una inclinación mayor y se pretenda su ocupación para fines habitacionales, será necesario realizar trabajos de disminución de pendientes, obras de contención y drenajes, con la finalidad de evitar la urbanización en zonas de riesgo.
- De la selección del sitio para desarrollos habitacionales. Deberá evitarse la selección de terrenos que presenten alguna o varias de las siguientes condiciones de vulnerabilidad naturales:
  - ✓ Los ubicados en áreas con pendientes mayores a 15° de inclinación.
  - ✓ Los ubicados en barrancas susceptibles a erosión y asociados a intensas precipitaciones pluviales.
  - ✓ Los que presenten erosión severa, con cárcavas profundas.
  - ✓ Los sujetos a un proceso erosivo causado por el escurrimiento excesivo de las aguas.
  - ✓ Los ubicados sobre materiales de rellenos no compactados, ni con una adecuada obra de estabilización y/o contención.
  - ✓ Los que tengan posibilidad o peligro de deslizamientos del suelo.
  - ✓ En caso de terrenos localizados al hombro o al pie de una ladera, se debe verificar la susceptibilidad a deslizarse mediante inspección geológica y pruebas geotécnicas. En caso de que la ladera presente condiciones de inestabilidad, se puede considerar la factibilidad de su estabilización.
- Aunado a lo anterior, los terrenos considerados como equipamiento urbano y/o área verde, deberán cumplir lo establecido en el Reglamento de la Ley número 241 de Desarrollo Urbano, Ordenamiento Territorial y Vivienda para el Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, en el artículo 189, fracción V: *"Los terrenos…destinados para equipamiento urbano y/o área verde, no deberán contar con una pendiente mayor al 15 %"*, es decir 9° de inclinación.
- Elaborar los programas de ordenamiento territorial y urbano y aplicarlos.
- Incluir las acciones anteriormente citadas en el Programa Municipal de Protección Civil.

6.3 Recomendaciones para otros Integrantes del Sistema Estatal de Protección Civil

- Los **H. Ayuntamientos Municipales** en conjunto con la **Secretaría de Infraestructura y Obras Públicas** y/o la **Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes**, según sea el caso, deberán gestionar de manera coordinada la construcción de obras de mitigación sobre los cortes carreteros o taludes que pudiesen representar un peligro para la población que transita, con la finalidad de disminuir el riesgo potencial de futuros desprendimientos o deslizamientos de suelo o rocas. Dichas obras necesitan estudios geotécnicos que determinen el ángulo que debe tener la pendiente, así como las obras de estabilización y/o contención del talud que se deban realizar y la red de canalización de drenaje pluvial que debe presentar para reducir su peligrosidad.
- La **Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Veracruz y la Comisión Nacional Forestal,** deberán gestionar la implementación de programas y acciones de manera coordinada con los demás integrantes del Sistema Estatal de Protección Civil, que permitan la reforestación de zonas susceptibles a procesos de remoción en masa para ayudar a la mitigación de futuros movimientos de laderas. La ausencia de cobertura vegetal no sólo incrementa la erosión del terreno, sino que puede ser uno de los factores condicionantes en los procesos de remoción en masa, lo cual incrementaría el grado de peligrosidad y por lo tanto convertirse en un fenómeno de muy alto peligro para la población de la región y de sus vías de comunicación. Se recomienda reforestar las zonas montañosas, las cañadas o barrancas, así como las carreteras en la serranía, esto ayudaría a disminuir la erosión y mitigar que sucedan eventos.
- Es necesario que los **H. Ayuntamientos** en conjunto con la **Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Veracruz y la Comisión Nacional Forestal**, implementen planes de manejo forestal e inciten a las personas pobladoras a que adquieran nuevas actividades económicas encaminadas más a la conservación de sus bosques y menos a las prácticas agrícolas; situación que contribuirá a la mitigación del riesgo por deslizamientos. Cabe señalar, que la deforestación es un factor que induce la erosión y el deslizamiento de laderas.
- El **Instituto de Espacios Educativos del Estado de Veracruz**, en conjunto con los **H. Ayuntamientos**, evaluar los lugares en donde se localizan los centros educativos, ya que existen muchos asentados en zonas de riesgo, así como también verificar previo a cualquier construcción que ésta no se haga en zona de riesgo.
- La **Comisión del Agua del Estado de Veracruz y las comisiones de agua de los municipios** que tengan infraestructura hidráulica en zonas donde puedan generarse deslizamientos de laderas, tratar en la medida de lo posible, de mantener dicha infraestructura y evitar fugas de agua, ya que este es uno de los principales factores que contribuyen a la ocurrencia de deslizamientos.

- Los **H. Ayuntamientos** en conjunto con el **Instituto Veracruzano de la Vivienda** (INVIVIENDA), reubicar a las familias asentadas en zonas de riesgo. Solicitando a la SPC, previamente a la reubicación, el Dictamen Técnico de Riesgo por Uso de Suelo en Materia de Protección Civil del predio propuesto donde se pretendan reinstalar.

Es responsabilidad de todos los niveles y áreas de la administración pública el fomentar la participación ciudadana de personas consideradas vulnerables y tradicionalmente invisibilizadas, tales como: mujeres, niñas, niños y adolescentes, personas adultas mayores, personas con discapacidad, personas de pueblos originarios y afrodescendientes, y personas de colectivos LGBTIQ, así como personas que se encuentran en tránsito por nuestro estado. La atención a estos grupos de población debe tomar en cuenta sus particulares necesidades, asegurando el respeto, la protección y el fomento de sus Derechos Humanos.

Recuerda poner atención a la situación e indicaciones sobre COVID-19 para tu municipio; considéralas en tus programas y recomendaciones municipales; las encuentras en las siguientes páginas oficiales:

https://coronavirus.gob.mx/ y http://coronavirus.veracruz.gob.mx/

App Móvil de Protección Civil

En nuestra aplicación podrás encontrar información referente a la Secretaría de Protección Civil de Veracruz y sus diferentes actividades como: estado del tiempo, comunicados, cápsulas de capacitación, información de prevención y planeación.

GET IT ON Google Play Download on the App Store

Información de contacto
Gobierno del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave Sistema Estatal de Protección Civil Secretaría de Protección Civil
Dirección Torre Corporativa "Olmo" Distribuidor Vial "Las Trancas" Núm. 1009 pisos 6 y 7 Col. Reserva Territorial C.P. 91096 Xalapa-Enríquez, Ver.
Teléfonos de atención de emergencias 911 070 800·260·1300 800·716·3410 800·716·3411 (Las 24 horas de los 365 días del año)
Sitio Web www.veracruz.gob.mx/proteccioncivil/
Correos electrónicos cecom.emergencias@gmail.com spcbuzon@gmail.com
Twitter @PCEstatalVer
Facebook www.facebook.com/secretaria.deproteccioncivil
Buzón de Quejas y Denuncias de la Contraloría General del Estado http://www.veracruz.gob.mx/contraloria/servicio/quejas-y-denuncias/