

Eje **1**

Planificación y gestión

Capítulo 1.1

Percepción de la peligrosidad geológica en el municipio de Tonalá, Jalisco: hacia una planificación y gestión urbana sostenible.

*Karina Guadalupe Pinedo García¹
Mario Guadalupe González Pérez²*

<https://doi.org/10.61728/AE24004244>



¹ Estudiante del doctorado en Geología adscrito al Departamento de Estudios del Agua y la Energía del Centro Universitario de Tonalá de la Universidad de Guadalajara. *e-mail:* karina.pinedo6707@alumnos.udg.mx

² Profesor investigador del Departamento de Estudios del Agua y la Energía del Centro Universitario de Tonalá de la Universidad de Guadalajara. *e-mail:* mario.gperez@academicos.udg.mx

Introducción

Según el objetivo número 11 del programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, el rápido aumento en la población en las grandes urbes y zonas de marginación se conviertan en una característica de la urbanización (United Nations Department of Economic and Social Affairs, 2023). El objetivo habla de la mejora a la seguridad y sostenibilidad de las ciudades mediante viviendas seguras y una adecuada planificación y gestión urbana. De aquí, se propuso analizar la peligrosidad residencial en zonas de riesgo en el municipio de Tonalá, con la finalidad de brindar información pertinente para brindar un adecuado plan de desarrollo urbano y, al tomar en cuenta estas consideraciones, se podrá prever el riesgo de ocurrencia de desastres, tomar medidas de prevención y mitigación para así permitir que, al menos en el aspecto de riesgos geológicos “los asentamientos marginales” no sean tan vulnerables y sí resilientes.

El planeta Tierra se encuentra en constante movimiento gracias a las fuerzas geodinámicas que ocurren en su interior. Es debido a ello que se ha formado el hermoso paisaje que se puede observar con sus diferentes tipos de rocas, elevaciones y colores (ver figura 1). A veces las capas suben o bajan, dependiendo del tipo de fuerza que se ejerce sobre ellas, ya sean compresivas, distensivas o de transformación (Tarbuck y Lutgens, 2005).

Figura 1
Paisaje geomorfológico



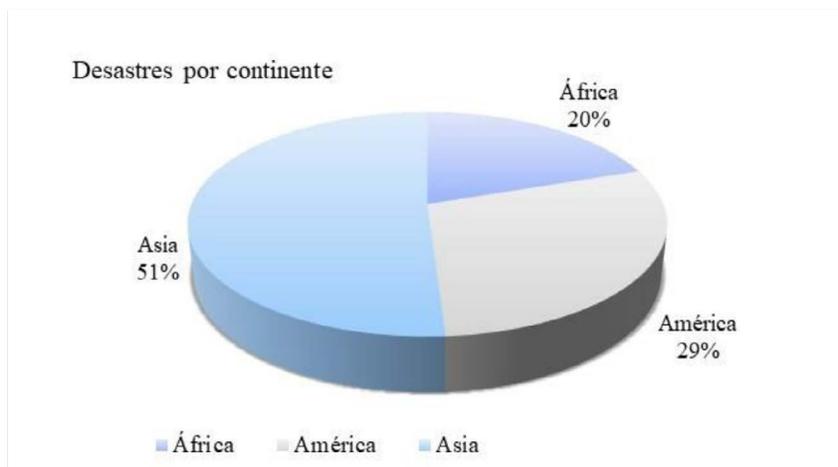
Fuente: elaboración propia

Las fuerzas geodinámicas son las encargadas de provocar esos temidos movimientos que ocasionalmente provocan daños y desastres, tanto en edificaciones como en vías de comunicación, servicios de agua y electricidad; pérdidas económicas y de vidas sobre todo humanas. Sin embargo, un sismo es la liberación de energía del subsuelo (Estrada, 2012), que provoca movimientos en la corteza terrestre; pueden o no activar las fallas geológicas existentes o pueden abrir un nuevo fracturamiento en la superficie. Y es también lo que hace tan característica la topografía de cada región y, que en conjunto nos permite definir cuáles son las zonas más aptas para diferentes actividades, tanto agrícolas, forestales, urbanas, civiles. Por ejemplo, en el caso de construir en una parte baja topográficamente, es de saberse que existe la tendencia a ocurrir inundaciones, más que en una parte alta. En este mismo sentido, si edificas sobre una falla geológica o sedimentos, es altamente probable que la edificación no resista un movimiento telúrico de mayor magnitud o cercanía a la zona en cuestión.

En el mundo, del año 2000-2019, hubo 7348 grandes desastres registrados, que causaron la muerte de 1.23 millones de personas y afectaron a

4.2 mil millones de personas (algunas en más de una ocasión) y generaron una pérdida económica mundial de US\$2.97 billones aproximadamente (United Nations Office for Disaster Risk Reduction, 2019). Si se observa por continente, en total, entre 2000 y 2019, hubo 3068 en Asia, seguido de los 1756 eventos en América y los 1192 eventos en África (ver figura 2).

Figura 2
 Porcentaje de desastres ocurridos en el mundo por continente



Fuente: United Nations Office for Disaster Risk Reduction, 2019.

En México, en el año 2020 ocurrieron desastres por fenómenos hidrometeorológicos, geológicos, químicos, socioorganizacionales y sanitarios, dejando un total de 392 personas fallecidas y una pérdida de hasta 3 276 338 miles de pesos en daños y pérdidas. Un total de 808 123 personas fueron afectadas (Dirección de Análisis y Gestión de Riesgos et al., 2021) (ver tabla 1).

Tabla 1

Consecuencias de los desastres en México en 2020. Desastres ocurridos en México durante el año 2020 debido a los diferentes riesgos

Fenómeno	Defunciones	Daños y pérdidas (miles de pesos)	Viviendas dañadas	Escuelas dañadas	Hospitales afectados	Población afectada
Hidrometeorológicos	110	27108 736	240 688	537	11	789 127
Geológicos	31	4916 302	2354	69	21	3169
Químicos	80	566 715.3	257	0	0	13 554
Socioorganizacionales	170	144 578.6	2	0	0	2186
Sanitarios	1	5.4	0	0	0	87
Total	392	32 736 338	243 301	606	32	808 123

Fuente: Dirección de Análisis y Gestión de Riesgos et al., 2021.

El Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), señala que en el periodo del año 2000 a 2015, el estado de Jalisco registró afectaciones valuadas en 5 mil 704.7 millones de pesos (ver tabla 2).

Tabla 2

Daños causados por desastres en Jalisco. Desastres ocurridos en Jalisco del año 2000 al 2015

Tipo desastre	Eventos	Muertes	Costo
Geológico	9	12	\$196 172
Hidrometeorológico	98	53	\$5 249 850
Químico	90	56	\$181 819
Socioorganizativo	145	255	\$76 870
Total	342	376	\$5 704 711

Fuente: Dirección de Análisis y Gestión de Riesgos et al., 2021.

En lo que va del año 2022 han ocurrido 6642 sismos en el mundo con una magnitud mayor a 4.6 en la escala de Mercalli Modificada (USGS, 2022), la cual es una cualificación dividida en niveles, de los daños ocurridos por un sismo, su nombre se debe al físico Giuseppe Mercalli que propuso esta tabla en 1902 y que fue modificada en 1931 y actualmente es la que más se utiliza en el continente americano (SGM, 2017).

De acuerdo con (CENAPRED, 2023), los peligros que se consideran de tipo geológico a los que se encuentra expuesta la población del municipio de Tonalá, Jalisco, son:

2.1. Inundaciones

El municipio de Tonalá, Jalisco se encuentra en la Región Hidrológica Lerma-Santiago, en la Cuenca Hidrológica RH 12-E Santiago-Guadalajara (CEA Jalisco, INEGI, 2005 y DOF, 2003); cuyos tributarios nacen de manera intermitente y perenne que desembocan en el Río Santiago.

Los peligros por inundaciones se dan cuando existe una alta concentración de agua procedente de la precipitación en cierta cantidad de tiempo (Ordaz, 2001). En la figura 3, podemos observar un claro efecto de una inundación ocurrida en el municipio de Tonalá en el estado de Jalisco (zona de interés del presente estudio), con consecuencias en 68 medios de transporte atrapados en el agua, debido al aumento de medio metro de esta (*El Informador*, 2014).

Figura 3

Inundaciones en el municipio de Tonalá, Jalisco del 17 de junio de 2014



Fuente: El Informador, 2014.

De acuerdo con CENAPRED (2023), las inundaciones no se consideran como peligro geológico, sino hidrometeorológico. Sin embargo, considerando la información proveniente de (CENAPRED, 2020 y Lario y Bardají, 2017), una lluvia intensa puede incrementar las posibilidades de reblandecimiento y debilidad del terreno, considerando el intemperismo de las rocas, zonas de fracturamiento y bloques que ya se encuentren sueltos. Un ejemplo acontecido en el municipio de Tonalá, Jalisco el día 31 de agosto de 2023 fue un derrumbe ocurrido en el Cerro del Rey, en los límites de las Colonias Rey Xolotl y Vista del Rey (ver figura 4).

Figura 4

Imagen satelital que muestra la ubicación del derrumbe ocurrido en el Cerro del Rey en el Municipio de Tonalá, Jal.



Fuente: Google maps, 2023.

Lo que ocurrió fue que hubo una caída de lluvia extraordinaria, hubo inundaciones por toda la Zona Metropolitana de Guadalajara, incluyendo el municipio de Tonalá (Quadratin Jalisco, 2023). Los fragmentos de roca que se encontraban sueltos o ya fracturados, ante tal saturación de agua, terminaron cediendo y cayendo hacia las unidades habitacionales de los límites de las colonias Rey Xolotl y Vista del Rey (ver figuras 5, 6 y 7). Afortunadamente, las consecuencias fueron solamente daños a una reja de la parte de atrás de una casa. Sin embargo, queda el antecedente de que pudiera continuar ocurriendo este tipo de percances.

Figura 5, 6 y 7

Derrumbe ocurrido en el Cerro del Rey en el municipio de Tonalá, Jal.



Fuente: Azteca Jalisco, 2023; El Heraldo de México, 2023 y elaboración propia.

2. Inestabilidad de laderas

Otro tipo de peligro es el movimiento de ladera, que es la caída por gravedad de ciertos materiales que han sufrido algún proceso de intemperismo, sismicidad, o sin haber ocurrido ningún proceso, pero podría contener algún tipo de roca poco consolidada, fallas ocurridas en su estructura, aumento o eliminación de agua del macizo rocoso o cambios en el uso de suelo. Pueden ocurrir en grandes masas o pequeños bloques, ya sea en

forma de caída libre o deslizándose sobre una capa en particular (Llorens y Masquef, 2009). Este tipo de fenómenos, pueden generar afectaciones en pequeña o gran escala. Por ejemplo, el 12 de abril de 2012, ocurrió un gran deslizamiento en la ciudad de Ropoto, Grecia (ver figura 8), cuya afectación fue más que catastrófica, puesto que la zona quedó completamente inhabitable. En esta localidad, 300 personas tuvieron que evacuar después de años de pequeños agrietamientos que comenzaron a manifestarse desde 1960 (Gersango, 2020) (ver tabla 3).

Figura 8

Movimientos de ladera en la ciudad de Ropoto, Grecia el 12 de abril de 2012



Fuente: Gersango, 2020.

3. Sismicidad

El peligro sísmico se presenta cuando existe una ocurrencia de liberación de energía cuya intensidad, percepción y frecuencia, se presentan en una región (Buenrostro et al., 2021). Cabe mencionar, que un sismo es la liberación de energía del subsuelo (Estrada, 2012), que provoca movimientos

en la corteza terrestre; pueden o no activar las fallas geológicas existentes o pueden abrir un nuevo fracturamiento en la superficie. Y es también lo que hace tan característica la topografía de cada región y, que en conjunto nos permite definir cuáles son las zonas más aptas para diferentes actividades, tanto agrícolas, forestales, urbanas, civiles. Por ejemplo, en el caso de construir en una parte baja topográficamente, es de saberse que existe la tendencia a ocurrir inundaciones, más que en una parte alta. En este mismo sentido, si edificas sobre una falla geológica o sedimentos, es altamente probable que la edificación no resista un movimiento telúrico de mayor magnitud o cercanía a la zona en cuestión.

En el año 2022, el día 19 de septiembre, habiéndose cumplido 37 años del ocurrido el mismo día, pero del año 1985, ocurrió un sismo de 7.7 de magnitud con epicentro en Coalcomán, Michoacán y que causó daños en la estructura de algunas viviendas (ver figura 12), la pérdida de una vida humana y diversas fallas en el servicio eléctrico (Ayluardo, 2022).

Figuras 9,10, 11 y 12

Afectaciones generadas por el sismo del 19 de septiembre de 2022

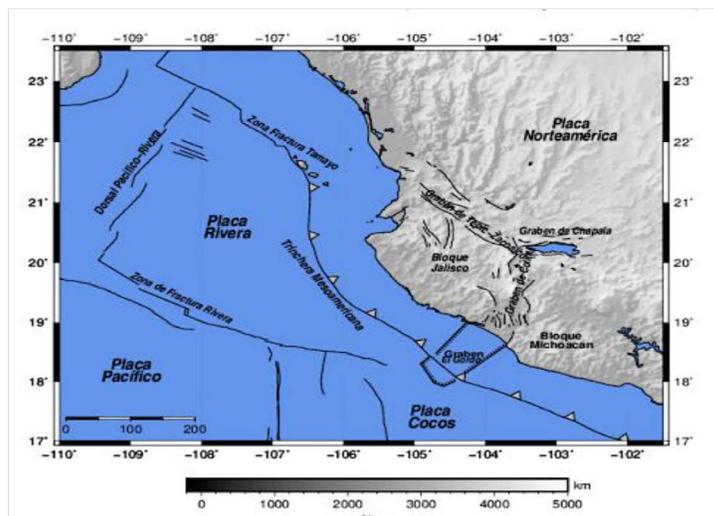


Fuente: Ayluardo, 2022

En este caso, la zona de estudio se ubica en la región occidente de México, donde ocurre la subducción de las placas de Cocos y Rivera en la Norteamericana, como se muestra en la figura 13. Así mismo, una zona denominada Bloque Jalisco que se encuentra delimitada por el Graben Tepic-Zacoalco, el Graben de Colima y el Graben de Chapala (Cabanillas, 2019; Buenrostro et al., 2021), lo cual, provoca una sismicidad considerada

de tipo B o baja, según la Regionalización Sísmica de la Comisión Federal de Electricidad (CFE, 2015).

Figura 13
Interacción de las placas de Cocos, Norteamericana y Rivera



Fuente: Cabanillas, 2019.

La sismicidad histórica más importante asociada a estos fenómenos y que es perceptible y repercute en el municipio de Tonalá, Jalisco se muestra en la tabla 3.

Tabla 3
Los sismos de mayor magnitud que han afectado el estado de Jalisco

Fecha	Magnitud	Lugar del epicentro
25 marzo 1806	7.5	Jalisco
31 mayo 1818	7.7	
20 enero 1900	7.6	
16 mayo 1900	7.1	
3 junio 1932	8.1	
18 junio 1932	7.8	
19 septiembre 1985	8.1	Michoacán
7 junio 1911	7.9	

Fecha	Magnitud	Lugar del epicentro
15 abril 1941	7.9	Colima
30 enero 1973	7.5	
03 junio 1932	8.1 réplica Jalisco	
07 abril 1845	7.5	Guerrero
24 diciembre 1899	7.9	
26 marzo 1908	7.8	
30 julio 1909	7.5	
16 diciembre 1911	7.8	
22 febrero 1943	7.7	
14 marzo 1979	7.9	Petatlán

Fuente: Buenrostro et al., 2021.

Los últimos sismos que se han registrado, cuya percepción se ha manifestado en Jalisco, particularmente en la zona de estudio, se muestran en la tabla 4.

Tabla 4

Tabla con la sismicidad actual perceptible en el estado de Jalisco

Fecha	Magnitud	Lugar del epicentro
19 septiembre 2022	7.7	Michoacán
20 septiembre 2022	5.9	
22 septiembre 2022	6.9	

Fuente: Delgado Vázquez et al., 2022.

4. Fenómenos volcánicos

Una erupción volcánica es uno de los fenómenos más impactantes que existen. En ellas se puede observar una majestuosidad de movimientos, liberación de gases, energía y grandes cantidades de roca fundida y fragmentos preexistentes de rocas que conforman el edificio volcánico. Sin embargo, también es un peligro, puesto que no solo la salida del material a altas temperaturas puede generar afectaciones, sino también la acumu-

lación de materiales más finos como cenizas pueden generar zonas de deslizamiento o de avalanchas al mezclarse con agua. De igual forma, la acumulación de gases en la atmósfera puede provocar lluvia ácida. Es debido a todo eso que es considerado un riesgo para la población que vive en zonas cercanas a un volcán. Un ejemplo pudo ser observado en el año 2018, cuando el volcán Kilawea en Hawái (BBC News, 2018), hizo erupción, llevándose consigo viviendas, medios de transporte (ver figura 14), cultivos, escuelas, vías de comunicación y vegetación.

Figura 14

La lava del volcán Kilawea en Hawai, arrasando con un vehículo



Fuente: BBC News, 2018.

La zona de estudio presenta una baja probabilidad de ocurrencia de desastres de tipo volcánicos. Sin embargo, deben considerarse la cercanía de los llamados aparatos volcánicos, como son la Caldera de la Primavera y el Volcán de Colima; este último, con actividad más reciente, cuya afectación provendría de la caída de ceniza que alcanzó a llegar hasta San Luis Potosí (Flores, 1987). La acumulación de este tipo de material además de tapan las tuberías de desagüe, si se llega a acumular en grandes cantidades puede colapsar los techos de viviendas más humildes.

Metodología

Se realizó un ejercicio de percepción sísmica en las diferentes colonias, fraccionamientos y comunidades pertenecientes a la población del municipio de Tonalá, Jalisco mediante un sondeo representativo de los peligros geológicos presentes en el municipio. Para este sondeo se hizo una encuesta de tipo analítica (Sánchez, et al., 2020) con un cuestionario de 12 preguntas (ver figura 15), la mayor parte de respuestas de opción múltiple, aunque también algunas que requieren información precisa, como es el caso del nombre de la colonia, fraccionamiento o zona del municipio en donde se encuentra su casa habitación o donde desarrolle la mayoría de sus actividades.

Figura 15
Las preguntas de investigación

- Preguntas**
- Sexo**
- Edad**
- 1.- ¿Vive en Tonalá?**
- a) Sí b) No
- 2.- ¿Cómo se llama su colonia?**
- 3. ¿Alguna vez ha considerado que su casa/colonia se puede deslizar ladera abajo?**
- a) Muy frecuentemente b) Frecuentemente c) Poco frecuentemente d) Nunca
- 4.- ¿A qué peligros cree que está expuesta su propiedad y su persona en el lugar en el que vive?**
- a) Derrumbe del cerro cercano a mi casa
b) Deslizamiento del terreno hacia zonas ladera abajo
c) Inundación de mi vivienda
d) Agrietamiento de mi casa por sismo
e) Todas las anteriores
f) Ninguna de las anteriores
- 5.- ¿Ha considerado que el lugar donde vive se puede inundar, ya sea en temporada de lluvias o en una lluvia extraordinaria?**
- a) Muy frecuentemente b) Frecuentemente c) Poco frecuentemente d) Nunca
- 6.- ¿Ha sentido un sismo?**
- a) sí b) no
- 7.- ¿sabe si vive en una zona sísmica?**
- a) sí b) no
- 8.- Si va por la calle mientras ocurre un sismo, ¿a dónde se dirige?**
- a) A mi casa
b) A un punto de reunión seguro
c) Me quedo donde estoy
d) A la iglesia
- 9.- Si está en su casa mientras ocurre un sismo, ¿cómo reacciona?**
- a) Me quedo esperando que pase el movimiento y sigo con mis actividades
b) Espero que pase el movimiento, salgo tranquilamente a la calle
c) Me meto debajo de una mesa
d) Mantengo la calma y posteriormente salgo tranquilamente a un punto seguro
- 10.- ¿Cuál es el medio de comunicación por el cual se informa si ocurre un desastre?**
- a) televisión
b) radio
c) internet
d) Alerta sísmica
- 11.- ¿A dónde acudiría si ocurriera alguno de los fenómenos mencionados anteriormente?**
- a) Al hospital b) a protección civil c) me quedo en casa d) voy a la iglesia e) me dirijo a un lugar seguro f) voy a un punto de reunión

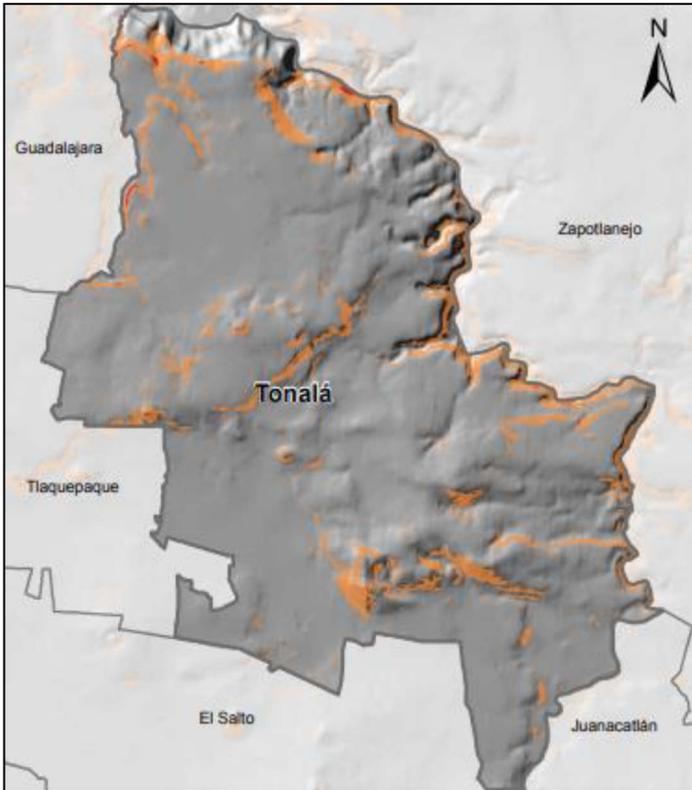
Fuente: elaboración propia.

Las preguntas van enfocadas a su percepción de los peligros geológicos que pudieran encontrar en la zona en la que se desenvuelven las personas. La encuesta se realizó mediante la difusión del cuestionario digital vía formulario de Google, por medio de redes sociales. Se difundió con personas conocidas en la zona, en grupos de difusión de la zona mediante la red social Facebook y también por medio de la aplicación de mensajes WhatsApp. En este sentido, en la zona de estudio, se observan algunas zonas

con posibilidad de deslizamiento de ladera (ver figura 16). De acuerdo con (CENAPRED, 2023), el municipio de Tonalá se encuentra con una alta susceptibilidad de deslizamiento de terreno o caída de bloques. En la tabla 3 se muestra el porcentaje por distribución geográfica dividiéndolo desde muy bajo hasta muy alto (CENAPRED, 2020).

Figura 16

Mapa de susceptibilidad de deslizamiento de laderas del municipio de Tonalá, Jalisco



Fuente: CENAPRED, 2023.

Continuando con el derrumbe del Cerro del Rey como ejemplo ocurrido de deslizamiento de ladera que definitivamente sí ocurre, se presentan algunas imágenes de lo cercana que se encuentra este cerro o bloque de macizo rocoso y la no adecuada planificación urbana (Figuras 17 y 18). Se pueden observar las casas encima de la zona potencial de derrumbe. No

tiene una cubierta vegetal que permita que deje de ocurrir el intemperismo de este macizo rocoso. Y justamente se encuentra en una de las zonas marcadas con color naranja del mapa de susceptibilidad de deslizamiento de laderas.

Figuras 17 y 18

Imagen de la zona del derrumbe ocurrido en el Cerro del Rey en el Municipio de Tonalá, Jal.



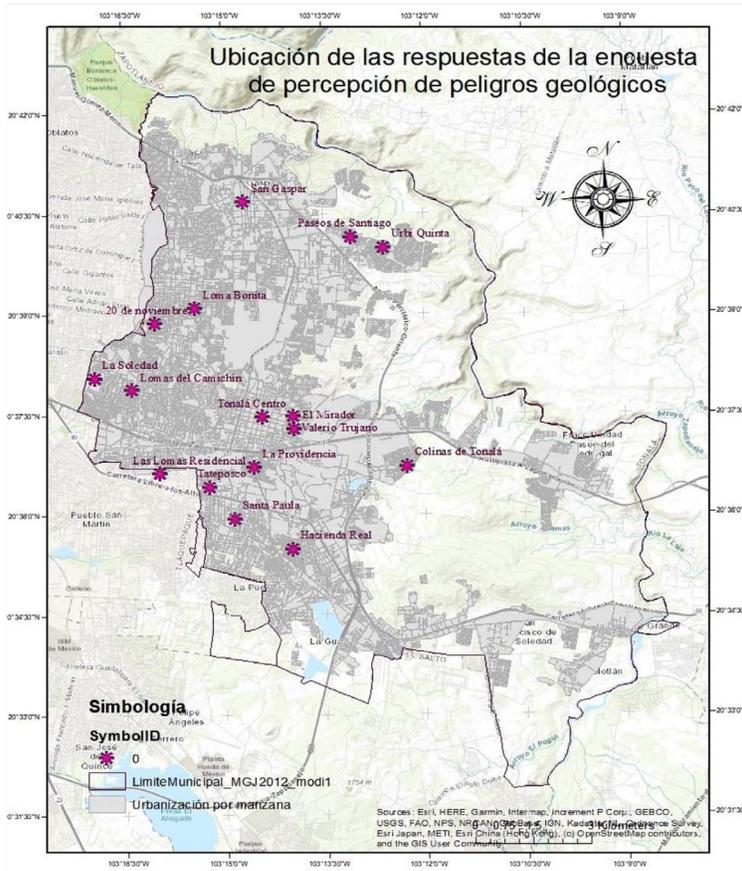
Fuente: elaboración propia

Una vez aplicado el ejercicio de campo, se obtuvo una respuesta de 119 personas divididas entre 13 colonias: Tateposco, Colinas de Tonalá, Las Lomas Residencial, San Gaspar, El Mirador, Hacienda Real, Tonalá Centro, Urbi Quinta, 20 de Noviembre, Paseos de Santiago, La Soledad, Santa Paula, La Providencia, Valerio Trujano, Lomas del Camichín y Loma Bonita (ver figura 19).

Posteriormente se analizan las respuestas de manera cualitativa, puesto que es la representación de una población en distintos puntos y en donde las características son diferentes. En este caso, se pueden observar los distintos peligros a los que se encuentran expuestas las personas que decidieron responder a las encuestas.

Figura 19

Se observan las diferentes localizaciones de donde se obtuvieron respuesta a las encuestas

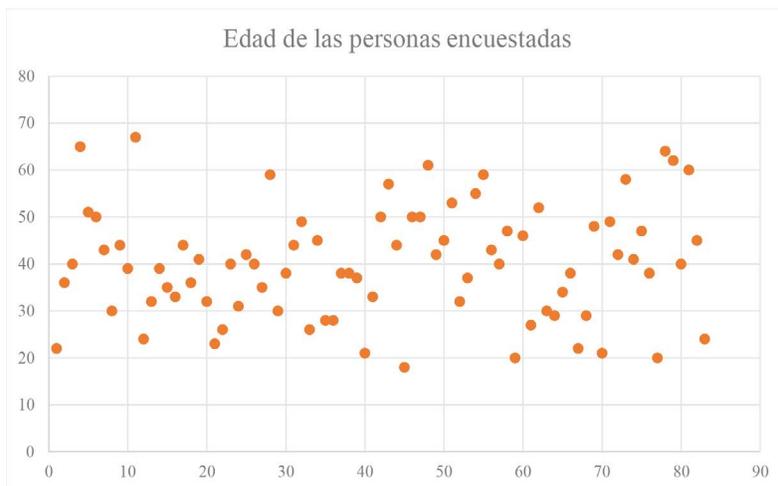


Fuente: elaboración propia.

Resultados

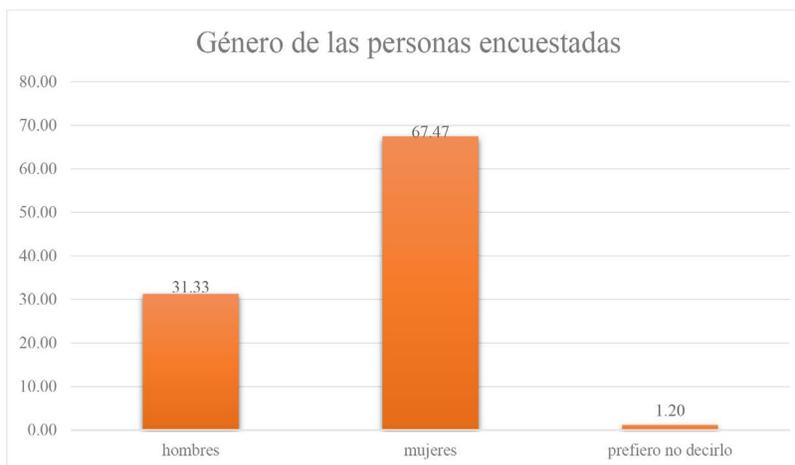
En este sentido, podemos observar que el 68 % de las personas encuestadas son mujeres, el 31 % son hombres y solo una persona decidió no mencionar el género al que pertenece (ver figura 20) y las edades varían desde los 18 años hasta los 67 (ver figura 21).

Figura 20
Gráfica que muestra las diferentes edades de las personas encuestadas



Fuente: elaboración propia.

Figura 21
Gráfica que muestra el porcentaje de participación en la encuesta por género

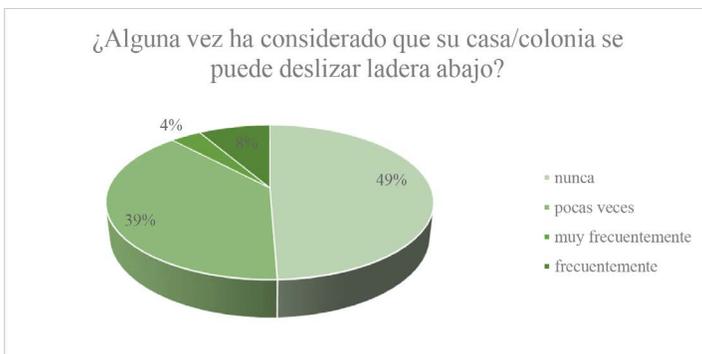


Fuente: elaboración propia.

En este contexto, el 49 % de las personas encuestadas nunca han considerado que su hogar o lugar donde pasan la mayor parte del tiempo (donde

respondieron la encuesta), pueda deslizarse ladera abajo. Solo el 4 % de las personas encuestadas consideran muy frecuentemente la posibilidad de deslizamiento de ladera de su casa o colonia (ver figura 22). Sin embargo, solo el 6 % de los encuestados considera que existe una alta posibilidad de inundación del lugar donde vive; mientras que el 48 % considera que nunca se podrá inundar su zona habitacional (ver figura 23 4).

Figura 22
Percepción social sobre el deslizamiento



Fuente: elaboración propia

Figura 23
Percepción social sobre las inundaciones



Fuente: elaboración propia

En función de lo anterior, el 70 % de la población no sabe que se

encuentra viviendo en una zona de baja sismicidad (ver figura 24), sin embargo, el 95 % de las personas han sentido un sismo, de las cuales el 77 % sintió uno de los sismos más actuales que fue el del 19 de septiembre de 2022, cuya magnitud fue de 7.7 de magnitud (Delgado Vázquez et al., 2022) y lo calificaron como leve el 21 % de los encuestados, según la escala de Mercalli modificada (ver figura 25).

Figura 24
Percepción social sobre la sismicidad



Fuente: elaboración propia

Figura 25
Escala modificada de Mercalli en donde se muestra la intensidad con que se sienten los eventos sísmicos



Fuente: SGM, 2023.

También se les preguntó a dónde se dirigirían en caso de que fueran por la calle y ocurriera un sismo. El 81 % de las personas respondió que se

dirigía a un punto de reunión seguro. Por otro lado, cuando se encuentran en sus casas el 83 % menciona que mantiene la calma y posteriormente se dirige a un lugar tranquilo, el 15 % espera que pase el movimiento y sale tranquilamente a la calle (ver figuras 26 y 27).

Figuras 26 y 27

Percepción social sobre la reacción ante un sismo

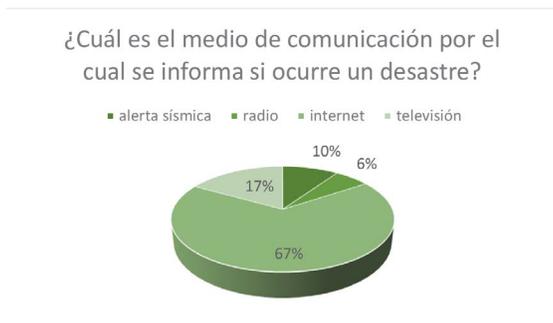


Fuente: elaboración propia

De las personas encuestadas, el 67 % considera que se mantiene informada mediante el internet, el 17 % se mantiene al tanto de las indicaciones mediante la televisión. El 17 % se entera por la alerta sísmica y el 6 % mediante el radio (ver figura 28).

Figuras 28

Percepción social sobre la fuente de obtención de información de desastres



Fuente: elaboración propia

Quando se tiene una adecuada gestión urbana sostenible mediante el es-

tudio integral de la zona por urbanizar, una planificación y ordenamiento territorial adecuado disminuyen los riesgos. En este sentido, un ejemplo es el encontrado en la zona denominada “Coyula”, con mayor exactitud el fraccionamiento “Paseos de Santiago”, en el cual se encuentra un antiguo arroyo de tipo intermitente cuyo cauce no fue modificado, sino que se transformó en lo que se conoce como Parque Lineal, lleno de árboles y vegetación; respetando el cauce y los 10 metros de ancho contiguo a la altura del nivel de aguas máximas extraordinarias Figuras 17 y 18 (DOF, 2023). Además, el fraccionamiento presenta una pendiente hacia dicho arroyo y es debido a esto que podría considerarse difícil la acumulación de agua en las casas habitación (ver figuras 29 y 30).

Figuras 29 y 30

Condiciones del Parque Lineal Urbi Quinta Paseos de Santiago



Fuente: elaboración propia

Es relevante mencionar, que en respuesta a la encuesta realizada, esta zona no es considerada con percepción de inundación, lo cual confirma que se ha realizado una gestión urbana sostenible. Por el contrario, existen también zonas en las que las personas se desenvuelven sin darse cuenta de las condiciones en las que se encuentra su entorno. A continuación, se mostrarán una serie de fotografías de algunos lugares transitados por habitantes del municipio de Tonalá (ver figuras 31 y 32).

Figura 31 y 32

Se muestran algunos ejemplos de edificaciones en zonas aledañas a la ladera de la barranca del Río Santiago



Fuente: elaboración propia

Conclusiones

Cuando ocurren desastres provocados por fenómenos geológicos, no podemos mencionar con exactitud la frecuencia; algunos como los sismos que ocurren sin que podamos pronosticarlos o las inundaciones que se dan en temporada de lluvias. Sin embargo, cada que ocurren y existen daños tales como pérdidas económicas, personas heridas, fallecidos, hablamos de que son situaciones que no debieron de ocurrir o que se pudieron haber prevenido.

En este sentido, después de analizar el resultado de las encuestas y los mapas de deslizamiento de laderas. Además de la observación directa en campo, se puede concluir que las personas sí están conscientes del lugar en el que viven y los diferentes peligros a los que se encuentran expuestos. Sin embargo, es importante mencionar que, hace falta mayor difusión y medidas de prevención, mitigación, planes de resiliencia y una adecuada planificación que lleve a una gestión urbana sustentable.

Referencias bibliográficas

- Ayluardo, A. (2022, septiembre 19). 48 millones percibieron el sismo de este 19-S de 2022. *Publimetro*. <https://www.publimetro.com.mx/noticias/2022/09/20/sismo-19-septiembre-2022-reporte-de-afectaciones-impacto-y-replicas/>
- BBC News. (2018, mayo 9). En *Hawái, la lava del volcán Kīlīuea engulle un coche*. <https://www.bbc.com/afaanoromoo/oduu-44053089>
- Buenrostro, A. M., Bernal, A. G., & García, H. J. (2021). Análisis de peligro sísmico y efectos de sitio para la Zona Metropolitana de Guadalajara. *Revista Internacional de Ingeniería de Estructuras*, 26(1). <https://doi.org/10.24133/riie.v26i1.1960>
- Cabanillas, J., L. (2019). *Establecimiento y análisis de la nueva red geodésica regjal con fines geodinámicos para el estudio del bloque de Jalisco, México*. [Universidad de Guadalajara]. https://www.researchgate.net/profile/Juan-Cabanillas-2/publication/337242810_ESTABLECIMIENTO_Y_ANALISIS_DE_LA_NUEVA_RED_GEODESICA_REGJAL_CON_FINES_GEODINAMICOS_PARA_EL_ESTUDIO_DEL_BLOQUE_DE_JALISCO_MEXICO/links/5dccb2eb4585156b3510707e/ESTABLECIMIENTO-Y-ANALISIS-DE-LA-NUEVA-RED-GEODESICA-REGJAL-CON-FINES-GEODINAMICOS-PARA-EL-ESTUDIO-DEL-BLOQUE-DE-JALISCO-MEXICO.pdf
- CENAPRED (2023). *Información básica de peligros naturales a nivel municipal. Estado Jalisco Municipio Tonalá 14101*. Dirección de Análisis y Gestión de Riesgos. Dirección de Investigación.
- Comisión Estatal del Agua Jalisco CEA (2005). *Regiones Hidrológicas de Jalisco*. https://www.ceajalisco.gob.mx/contenido/cuencas_jalisco/#:~:text=El%20Estado%20de%20Jalisco%20contiene%20siete%20Regiones%20Hidrol%C3%B3gicas.
- Comisión Federal de Electricidad. (2015). *Manual de Diseño de Obras Civiles*. https://www.academia.edu/37098742/Comisi%C3%B3n_Federal_de_Electricidad_Manual_de_Dise%C3%B1o_de_Obras_Civiles
- Delgado Vázquez, M. A., Escudero A., C. R., García G, E. X., Águila L., J., Carrillo S, O., Guerrero R., G., & Ramos C. N. M. (2022). *Reporte del sismo del 19 de septiembre de 2022 en las costas del Estado de Michoacán y las réplicas del 20 y 22 de septiembre*.

- Derrumbe de cerro en Tonalá deja daños en viviendas de Tlaquepaque. (2023, agosto 31). *El Herald* de México. <https://heraldodemexico.com.mx/nacional/2023/8/31/derrumbe-de-cerro-en-tonala-deja-danos-en-viviendas-de-tlaquepaque-534872.html>
- Diario Oficial de la Federación (2023). *Ley de Aguas Nacionales*. Última reforma publicada DOF 08-05-2023
- Dirección de Análisis y Gestión de Riesgos, Subdirección de Estudios Económicos y Sociales, y Centro Nacional de Prevención de Desastres. (2021). *Impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en México* (p. 20).
- El Informador (2014, junio 17). Tormenta afecta calles de Tonalá. *El Informador*. <https://www.informador.mx/Jalisco/Tormenta-afecta-calles-de-Tonala-20140617-0001.html>
- Estrada, L. (2012). *Sismología para Geólogos*. <https://catedras.facet.unt.edu.ar/geofisica/wp-content/uploads/sites/4/2014/02/Sismologia-para-Geologos.pdf>
- Flores Díaz, J. (1987). Las Erupciones del Volcán Colima. *Cuadernos de Difusión científica de la Universidad de Guadalajara*. Núm. 10:17-18.
- Fotogalería: Autos varados y avenidas inundadas en Guadalajara tras la lluvia. (2023, septiembre 1). *Azteca Jalisco*. <https://www.aztecajalisco.com/azteca-noticias/fotogaleria-autos-varados-avenidas-inundadas-guadalajara-lluvia>.
- Francisco Rodríguez (2023). Tormenta desquicia y ahoga al AMG. *Quadratin Jalisco*. <https://jalisco.quadratin.com.mx/principal/tormenta-desquicia-y-ahoga-al-amg/>
- Gersango (2020, octubre 17). Movimientos de ladera y el caso de Ropoto. *Ingeododo Geología, ingeniería geológica, geotecnia y cimentaciones especiales*. <https://ingeododo.com/2020/10/17/movimientos-de-ladera-y-el-caso-de-ropoto/>
- INEGI (2005). *Descarga masiva*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. INEGI. <https://www.inegi.org.mx/app/descarga/default.html>
- Lario, J., & Bardají, T. (2017). *Introducción a los riesgos geológicos* (septiembre de 2017). Editorial UNED.
- Llorens, R. C., & Masquef, A. T. (2009). 284 Movimientos de ladera. *En Enseñanzas de las ciencias de la tierra*, 17, 284-294. <https://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:73b6lhKNBsJ:scholar.google>

- [com/+movimiento+de+laderas&hl=es&as_sdt=0,5](#)
- Ordaz, J. (2001). Desastres naturales y catastrofismo en el siglo XVIII. *Cuadernos de Estudios del Siglo XVIII*, 10-11. <https://doi.org/10.17811/cesxviii.10-11.2001.93-106>
- Sánchez Huarcaya, A. O. (2020). *Los métodos de investigación para la elaboración de las tesis de maestría en educación*. <https://files.pucp.education/posgrado/wp-content/uploads/2021/01/15115158/libro-los-metodos-de-investigacion-maestria-2020-botones-2.pdf>
- SGM. (2017, enero 15). *Escalas de los sismos*. Servicio Geológico Mexicano. https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Informacion_complementaria/Escalas-sismos.html
- Tarbutk, E. J., & Lutgens, Frederick K. (2005). *Ciencias de la Tierra* (8a ed.). Pearson Education S. A.
- United Nations Department of Economic and Social Affairs. (2023). *Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2023: Edición especial*. United Nations. <https://doi.org/10.18356/9789210024938>
- United Nations Office for Disaster Risk Reduction. (2019, octubre 12). *Human cost of Disasters*. An overview of the last 20 years 2000-2019. <https://www.undrr.org/es/news/dirrd-informe-de-onu-muestra-gran-aumento-en-desastres-de-origen-climatico>
- USGS. (2022). *Latest Earthquakes*. *Lastest Eartquakes*. <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/map/?extent=-86.65723,-187.73438&extent=86.61598,547.73438&range=search&sort=oldest&timeZone=utc&search=%7B%22name%22:%22Search%20Results%22,%22params%22:%7B%22starttime%22:%222022-01-01%2000:00:00%22,%22endtime%22:%222022-11-10%2023:59:59%22,%22minmagnitude%22:4.5,%22orderby%22:%22time-asc%22%7D%7D>