

Seguridad en vivienda, afectaciones por inestabilidad de laderas, precipitación y erosión, Barrio Norte, México.

Housing safety, slope instability, precipitation and erosion, Barrio Norte, Mexico.

Oscar Daniel Rivera – González

Universidad Nacional Autónoma de México, México

E-mail: oscardanieldanyboy@hotmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7698-7433>

Resumen

La seguridad en el entorno de la vivienda debe ser prioridad en la construcción de hogares en México, el estudio con antelación de características geográficas del sitio debe establecerse como principio en determinada construcción, lo cual, otorgará a futuro seguridad a la vivienda en cuanto a fenómenos naturales que puedan dañar dicha edificación. Diversos aspectos geográficos en general, podrán afectar o dar seguridad a la construcción de viviendas con base en el estudio que se realice previamente. Ejemplificando lo anterior, se evidencia la colonia Barrio Norte, la cual, cuenta con un grado de vulnerabilidad alta ante la presencia de inestabilidad de laderas, debido a la estructura geomorfológica, que, en combinación con el grado de precipitación, potencia los deslizamientos de tierra. El alto grado de erosión, es acelerado debido al desgaste producido en la superficie del suelo natural con materiales de construcción, combinado con el grado antrópico de urbanización que existe en la zona evaluada. Con base en lo anterior, se realizó la elaboración de un modelo preventivo, midiendo cuantitativamente la vulnerabilidad en el entorno de la vivienda, con el objetivo de establecer parámetros de alerta a la población sobre posibles afectaciones a su patrimonio debido a procesos geomorfológicos.

Palabras Clave

Seguridad, inestabilidad de laderas, vivienda, prevención.

Abstract

Safety in the housing environment should be a priority in the construction of homes in Mexico. The study of the geographic characteristics of the site should be established in advance as a principle in certain construction, which, in the future, will provide safety to the



Scientific Research Journal

Centro de Investigación y Desarrollo Intelectual CIDI

E-ISSN: 2789-2727 / Vol. 2, Núm. 3, 93-121, Julio 2022 / www.srjournalcidi.org

<https://doi.org/10.53942/srjicidi.v2i3.83>

home in terms of natural phenomena that may damage the building. Various geographic aspects in general may affect or provide security to the construction of housing based on the study previously carried out. An example of this is the Barrio Norte neighborhood, which has a high degree of vulnerability to the presence of slope instability, due to the geomorphological structure, which, in combination with the degree of precipitation, enhances landslides. The high degree of erosion is accelerated due to the wear produced on the surface of the natural soil by construction materials, combined with the anthropic degree of urbanization that exists in the evaluated area. Based on the above, a preventive model was developed, quantitatively measuring vulnerability in the housing environment, with the objective of establishing warning parameters for the population regarding possible effects on their heritage due to geomorphological processes.

Keywords

Safety, slope instability, housing, prevention.

Resumo

A segurança do ambiente habitacional deve ser uma prioridade na construção de casas no México. O estudo das características geográficas do local deve ser estabelecido previamente como princípio em certas construções, o que, no futuro, dará segurança à casa em termos de fenômenos naturais que possam danificar o edifício. Vários aspectos geográficos em geral podem afectar ou dar segurança à construção de habitações com base no estudo que é realizado previamente. Um exemplo disto é o bairro Barrio Norte, que tem um elevado grau de vulnerabilidade à presença de instabilidade de taludes, devido à estrutura geomorfológica, que, em combinação com o grau de precipitação, aumenta a probabilidade de deslizamentos de terra. O elevado grau de erosão é acelerado devido ao desgaste produzido na superfície natural do solo pelos materiais de construção, combinado com o grau antrópico de urbanização que existe na área avaliada. Com base no acima exposto, foi desenvolvido um modelo preventivo, medindo quantitativamente a vulnerabilidade nas imediações da habitação, com o objectivo de estabelecer parâmetros de alerta para a população sobre possíveis efeitos no seu património devido a processos geomorfológicos.

Palavras-chave

Segurança, instabilidade de taludes, habitação, prevenção.



1. Introducción

La seguridad en la vivienda con base en el entorno geográfico es algo que debe ser constante y supervisado por especialistas en el tema, existiendo en todo momento multidisciplinariedad, interdisciplinariedad y transdisciplinariedad.

Es de gran importancia considerar lo multidisciplinario entre diversas ciencias y disciplinas, con la finalidad de solucionar diferentes problemáticas a evaluar, por ello, se deben establecer límites entre ciencias físicas y sociales, pero a su vez, encajar nexos de aporte entre ellas.

Diversas cuestiones geomorfológicas inciden totalmente en la construcción de alguna edificación dentro de un lugar determinado, debido a las características de elevación y fracturamiento existentes en barrancas.

La inestabilidad de laderas, procesos de remoción en masa, procesos gravitacionales, comprendida comúnmente como deslizamientos de tierra, se incrementa en la actualidad por el cambio climático, deforestación y presión ejercida por el crecimiento de los núcleos urbanos; forjando de esta área de trabajo un campo de estudio con creciente importancia y en la actualidad constante crecimiento.

Actualmente el crecimiento urbano, genera la necesidad de demandar mayores áreas de espacios geográficos sin importar en ocasiones las características del sitio, encontrándose dificultades para la construcción con base en la geomorfología, edafología, hidrografía, geología, entre otras características más del sitio.

La necesidad de proveer viviendas que contengan y proporcionen a los habitantes altos niveles de satisfacción, es un trabajo que conlleva la gestión entre habitantes y autoridades. Estableciendo una conexión directa entre el espacio físico y el residente de algún lugar.

La interpretación e interrelación de la población con las características geográficas de un sitio es de enorme valía, la creación de conocimiento por parte de académicos dirigida



a los actores gubernamentales plasmado en la población es de suma importancia a manera de comenzar a establecer medidas de gestión del riesgo; que impacten a su vez en mecanismos de protección a la población, y no solo de reparación del daño una vez ocurrido el acontecimiento geomorfológico.

Por lo anterior, debe ser prioridad el establecimiento y construcción urbana en zonas con características geográficas seguras, con base en el diagnóstico profesional oportuno y no solo realizar construcciones sin una adecuada estructuración urbana.

El factor físico-espacial del nivel sistémico primario, estudia la relación que mantiene permanentemente el individuo con el espacio interior de su hábitat, estableciendo su patrimonio en determinado tiempo y lugar.

Lo anterior, se agrupa en cuatro grandes rubros: espacio, forma, hacinamiento y dimensiones, sin embargo, debe conocerse e integrar a lo anterior, las características de erosividad y precipitación del sitio, a manera de comprender el aseguramiento de la construcción.

La instauración de la edificación de viviendas, es una necesidad con base en el confort y seguridad de la población en México y en general de América Latina, le economía en ocasiones establece que dicha edificación se instaure en cualquier lugar sin conocer los parámetros de riesgo ante posibles afectaciones en la construcción de la vivienda, mismos que puede crear algún proceso geomorfológico, por ello, la necesidad de estudiar factores que puedan desencadenar deslizamientos de tierra con base en las características de erosividad y precipitación.

2. Zona de estudio y descripción de la problemática

La alcaldía Álvaro Obregón se encuentra situada al poniente de la Ciudad de México (CDMX) en la República Mexicana (Figura 1), gran mayoría del urbanismo que existe en dicha alcaldía establece riesgo a presentar afectaciones en viviendas con base en el entorno



de las mismas; en su mayoría por cuestiones hidrográficas, incrementando algunas problemáticas de inestabilidad de laderas en temporada de lluvias.

Figura 1

Zona de estudio Colonia Barrio Norte y áreas cercanas, alcaldía Álvaro Obregón, CDMX.



Nota. Fuente: Elaboración propia, Software ArcGis.

Actualmente existen zonas escasamente atendidas dentro de la alcaldía Álvaro Obregón, entre mayo y noviembre son afectadas por lluvias de manera general, ya que se activan ríos desecados creando problemáticas como procesos de inestabilidad de laderas,



reblandecimiento de tierra, inundaciones, colapso de la red hidráulica, entre otras afectaciones (Rivera, 2020).

En ocasiones, los espacios de habitabilidad en los cuales se encuentra la población con base en la composición geomorfológica y geológica que posee naturalmente el terreno, no es apta para la construcción arquitectónica, sin embargo, por algún motivo se realizan dichas cimentaciones, forjando algún grado de peligro constante en sus viviendas; algo que puede ser resuelto por el aparato gubernamental mexicano en sus tres niveles jerárquicos de gobierno, como lo es el Federal, Estatal o Alcaldía, con el objetivo de establecer seguridad en las viviendas de la población mexicana.

La construcción social del riesgo de desastre o construcción de vulnerabilidad se origina cuando las relaciones entre seres humanos y medio físico natural rompen la estabilidad que garantiza la capacidad de resistir, asegurarse, adaptarse o evolucionar, con los fenómenos naturales que impactan alguna región (Sangabriel & Artiles, 2012).

La colonia Barrio Norte se ubica al Norte de la alcaldía Álvaro Obregón, existe un nivel de marginación socio-económica muy alto, resultando en un grado de recuperación tardío en caso de ocurrir inestabilidad de laderas.

Con base en lo anterior, el ejemplo de la problemática hasta el momento expuesta acontece en dicha colonia y en un hogar en específico (Figura 2), el presente artículo pretende concientizar a la población a no seguir construyendo en zonas altamente peligrosas con base en la geomorfología y composición del suelo, impidiendo y regulando una mayor extensión en cuanto al urbanismo actual, no acrecentando el número de niveles en zonas donde ya se encuentran construcciones o autoconstrucciones.

Figura 2

Zona de estudio Colonia Barrio Norte y área de riesgo de presentar inestabilidad de ladera.





Nota. Fuente: Elaboración propia, Software ArcGis.

Por otra parte, el gobierno mexicano en cualquiera de sus escalas podrá forjar mecanismos de construcción privados o gubernamentales seguros con base en las características del entorno de las futuras viviendas; siempre realizando estudios previos de la zona, a manera de no establecer a futuro reubicaciones consensadas o forzadas, una vez ocurrido algún proceso geomorfológico.

Los espacios residenciales deberán ser adecuados según las condiciones físicas del terreno, así como de la seguridad y conciencia de la persona habitante del inmueble, lo anterior, es un tema de estrecha relación con las políticas de acceso y de habitabilidad en la vivienda, así como del derecho a un lugar adecuado para residir, lo cual, es un elemento



relevante de discusión en la diferenciación entre la vivienda digna y vivienda adecuada (Mejía, 2016).

Las políticas de acceso a la vivienda deben ser enfocadas a la protección del habitante, sin situar a la población solo por establecer una posible seguridad momentánea en la construcción de su vivienda, por tanto, puede transformarse con el tiempo en un riesgo latente de que su vivienda posiblemente sea afectada o colapsar por completo, debido a las características geomorfológicas del entorno.

La reproducción, creación y recreación de riesgos, aumentan el proceso de desastre, según la transformación del sitio con base en elementos de construcción; intensificándose las afectaciones por diversos acontecimientos de origen natural, incitado por la inadecuada configuración urbana, inclusive, impulsando su acumulación histórica a un incremento de eventos dañinos, originando en ocasiones decesos en la población (García, 2005).

Alrededor del año 1900, se comenzó a urbanizar gran parte de la alcaldía Álvaro Obregón, en específico en el año de 1960 se empezó a poblar la colonia Barrio Norte, la estructuración urbana no fue la adecuada según las características geográficas del terreno; en aquel entonces se realizaron construcciones en zonas de riesgo geomorfológico, lo cual, fue replicado en otras colonias aledañas a la evaluada en el presente artículo.

Por lo anterior, se originó la actual problemática sobre varios acontecimientos de inestabilidad de laderas dentro de la alcaldía Álvaro Obregón, enfocándonos en la colonia Barrio Norte y en específico en las problemáticas que acontecen después de un suceso geomorfológico, con base en deslizamientos de tierra parcial (Redacción, 2020), se observan graves afectaciones en las viviendas, lo cual, es directamente perjudicial en la vida de los habitantes, aunado al grado de recuperación tardío que en ocasiones sucede tras una afectación de tal magnitud.

Con base en lo anterior, se observan afectaciones en la vivienda seleccionada, realizando análisis teórico, trabajo de campo, georreferenciación y fotointerpretación con



imágenes obtenidas de Google Earth (Figura 3), se ubicó la vivienda, observándose las condiciones geográficas de alto riesgo, mismas que forman vulnerabilidad en la vivienda analizada.

Figura 3

Construcción afectada por deslizamiento de tierra parcial, Colonia Barrio Norte, CDMX.



Nota. Fuente: (Google Earth, 2020)

La proximidad de la barranca es tan cercana que generó un deslizamiento de tierra parcial, precisando que en un futuro podrá acontecer una catástrofe mayor en caso de no reubicar a la posible familia afectada.

Lo anterior, fue analizado con base en el grado de erosión con el objetivo de establecer parámetros de riesgo y logre ser ejecutado por las autoridades de la alcaldía, así mismo, ser replicado en otras partes de la CDMX, en otros Estados e inclusive en otras partes del mundo, donde las características geográficas sean similares a la zona de estudio, a manera de que en un futuro se establezcan construcciones de vivienda seguras.



3. Estado del arte o Marco Teórico referente a la problemática

La problemática que se aborda en el presente artículo se relaciona actualmente con la interdisciplinariedad que conlleva realizar un diagnóstico oportuno y eficaz, la implementación de alguna medida con base en el modelado de diagnóstico empleado en campo, se debe reforzar con cuestiones teóricas que expliquen la problemática, a manera de otorgar un mayor entendimiento al aspecto de inestabilidad del terreno con base en la estructura del relieve en la zona a construir.

Por lo anterior, el modelo obtenido al final, es trabajado con bases teóricas y llevado a la parte empírica para su implementación.

El relieve es objeto de estudio de la geografía, geología y otras ciencias, las cuales, apoyan estudios sobre morfología, origen, configuración urbana, planeación, edad y dinámica actual (Lugo, 1988).

Para clasificar el grado de riesgo, se deberá implementar la interdisciplinariedad y transdisciplinariedad de dos o más ciencias, lo cual, servirá para comprender las problemáticas de deslizamientos de tierra en zonas urbanas; precisando que la mayoría de las ocasiones, es acelerado por la precipitación en temporada de lluvias y otras características que potencian dichas afectaciones geomorfológicas, con base en lo anterior, se deberá siempre identificar las características del terreno en cuanto a su composición y morfología.

El grado de erosividad es explicado y comprendido por el desgaste de la roca sólida debido a la fricción y rotura contra otros materiales en tránsito, aunado al deterioro mutuo de los detritos de las rocas debido al constante contacto entre sí (Thornbury, 1960).

El principio de la erosividad en cualquier zona urbanizada es algún grado de desgaste creciendo la peligrosidad de un deslizamiento en alguna ladera, la edafología deberá ser estudiada minuciosamente antes de ejecutar algún plan de desarrollo urbano en



determinada zona, de no realizar el estudio correspondiente, los detritos o material con un alto grado de desgaste efectuará un peligro constante.

La gran mayoría de teóricos del urbanismo moderno, han malentendido de manera consistente a las ciudades como problemas sencillos y de complejidad desorganizada, los cuales se resuelven con el tiempo (Jacobs, 1961).

La planificación urbana en México o en cualquier parte del mundo en ocasiones carece de estudio profundo, para el urbanista es complejo comprender el funcionamiento de las ciudades debido a la construcción de las mismas, por ello, la importancia de establecer límites entre ciencias, pero a la vez trabajar en conjunto para ejecutar saberes entre la arquitectura, ingeniería, geografía, geología, geofísica, geomorfología, hidrografía, entre otras.

La inestabilidad de laderas se define como aquel movimiento que presenta pendiente abajo alguna masa de roca, detritos o tierra por efectos de gravedad u otros factores geográficos detonantes que generan devastación. Estos procesos afectan el desarrollo normal de las actividades en regiones, creando grandes pérdidas en infraestructura, economía y ambiente, inclusive en ocasiones ocurriendo decesos en la población (Paredes, 2017).

Las afectaciones forjadas por inestabilidad de laderas son problemáticas reales que originan consecuencias diversas, es importante conocer el nivel de marginación socio-económica de los habitantes, ya que el grado de recuperación de las personas afectadas será muy pausado y no permitirá la contención o amortiguamiento de futuras problemáticas relacionadas con el entorno del lugar.

Los permisos de construcción o edificaciones solamente deben entregarse hasta que se elabore un mapa de amenazas y se determinen las medidas apropiadas de mitigación en caso de ser necesarias, inclusive establecer parámetros de contención del riesgo (Suarez, 2013).



Permitir construcciones arquitectónicas o de ingeniería civil con base en las características geográficas del suelo, es el bienestar de determinadas familias, por ello, la importancia de la hidrografía con base en la precipitación histórica del lugar, misma que incentiva el reblandecimiento de tierra en zonas de ladera.

Una vez desecada la tierra posterior a la precipitación, amentará el grado de erosividad, existiendo otras variables que aumentan el riesgo de acontecimientos geomorfológicos, como lo son cuestiones sísmicas o colapso de techo de minas.

Los sistemas de teledetección y de información geográfica, otorgan una visión puntual, repetitiva y sinóptica de la superficie terrestre, observándose el valor de datos con base en el análisis del efecto adverso o positivo de las actividades humanas consumadas en el planeta; estableciendo y cartografiando zonas a manera de establecer protección a la población ante eventos naturales (Eugenio, Marcello & Marqués, 2013).

La tecnología debe utilizarse para la solución de problemáticas que acontezcan en cualquier lugar de la superficie terrestre, sean de cualquier tipo, cuidando siempre la seguridad del habitante según las características del entorno de las viviendas.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) actualmente son de gran utilidad para fotointerpretación, teledetección, cartografía, georreferenciación, entre otras funciones, por lo cual, con base en la información obtenida y ratificada directamente en campo; se pueden analizar y generar mapas de riesgo ante inestabilidad de laderas, según el grado de erosión en temporada de lluvias.

Mediante el mapeo reciente de las áreas de urbanización y con posible reconfiguración urbana, se puede observar la tendencia hacia donde crece la ciudad y la morfología que va formando, así como los posibles establecimientos urbanos a futuro; sobre todo, se puede determinar si la ciudad crece en zonas amenazadas por diversos factores naturales (Narváz et al.,2020).



El trabajo de configuración o reconfiguración urbana es de suma importancia, el cual, puede servir para establecer procesos de gestión del riesgo en zonas altamente amenazadas por inestabilidad de laderas, algo que puede ser desaparecido o al menos minimizado para forjar protección a la población que se establece en dichas zonas.

Las políticas urbanas en diversas partes de Europa son las denominadas nuevas políticas urbanas, las cuales, cumplen de manera cabal su operación en la redefinición contemporánea de los modelos urbanos del centro y periferias, estableciendo la posibilidad de que dicha problemática no siga en aumento.

La política pública urbana es sin duda el permiso y control sobre las posibles construcciones en nuevos centros urbanos, por ello, la importancia del establecimiento oportuno y certero de políticas públicas urbanas enfocadas a la protección del habitante con base en sus características socioeconómicas y características geográficas del sitio; algo que se ha venido trabajando en países europeos y que en América Latina podría ser implementado, adecuándolo de manera correcta.

4. Metodología y generación del modelo preventivo

El presente artículo pretende mostrar con base en el método de investigación cuantitativo, las distintas zonas donde la erosividad es constante con base en distintos rangos de riesgo, enfocándonos en el medio, alto y muy alto, debido a las afectaciones que pueden acontecer antes y después de realizar alguna construcción arquitectónica o autoconstrucción, omitiendo la seguridad geográfica del entorno.

Los procesos de densificación en las colonias populares establecidas en áreas con características geográficas inseguras consolidadas en América Latina y México constituyen desde hace varias décadas diversos riesgos en la infraestructura no supervisada por profesionales de la construcción; objeto de estudio que va en aumento en ciencias sociales y naturales, debido a la complejidad de la solución (Hernández, 2017).



Por lo anterior, se muestra la colonia Barrio Norte en la que se presentó realmente un hecho de inestabilidad de laderas, ejemplificando la zona mencionada a manera de establecer un modelo de prevención real para ser utilizado por autoridades, investigadores, estudiantes y población en general, por otra parte, que sirva de reflexión ante el riesgo con el que habita la posible población afectada, inclusive aplicar la metodología del modelo en otras partes de México y del mundo.

Actualmente la herramienta y uso de los SIG en levantamientos geomorfológicos, proporciona información precisa y concreta ante inestabilidad de laderas; mismos que pueden contenerse o al menos atenuarse con base en la protección civil del lugar en cuanto al establecimiento de parámetros de corrección, reparación o prevención de daños (Aceves et al., 2016).

Para realizar y obtener la información en formato raster de la geomorfología del lugar y por ende datos de hidrografía y nivel de erosión, se descargó información de la página electrónica de La Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA, 2021), con nivel de detalle de pixel en terreno de 12.5 metros, mismo que será de utilidad para el avance y modificación en cuanto al cambio de porciones para la precisión del modelo.

Se recomienda trabajar con información de pixel de 12.5 metros, ya que, al realizarlo con un nivel menor de detalle, no tendrá confiabilidad y exactitud adecuada el modelo y resultado final, debido al tamaño de la celda en cuanto a los datos geomorfológicos.

En la actualidad las diferentes técnicas y métodos a través de los cuales los SIG han venido recuperando la información espacial, establecen nuevas y novedosas propuestas que incluyen la semántica. Enfocándonos en el modelo creado con datos raster, específicamente en la técnica de superposición de mapas, se establecen soluciones reales y medibles a problemáticas que conciernen en el ámbito geográfico-urbano (Jaime, Larín & Garea, 2011).



Es importante esclarecer que se podrá trabajar con imágenes Raster con base en la implementación de vuelos de vehículos aéreos no tripulados conocidos como drones, los cuales, lograrán aportar un nivel de error menor a 12.5 metros por pixel, sin embargo, se deberán seguir las mismas etapas de la metodología para generar los rangos del nivel de erosividad con puntualidad.

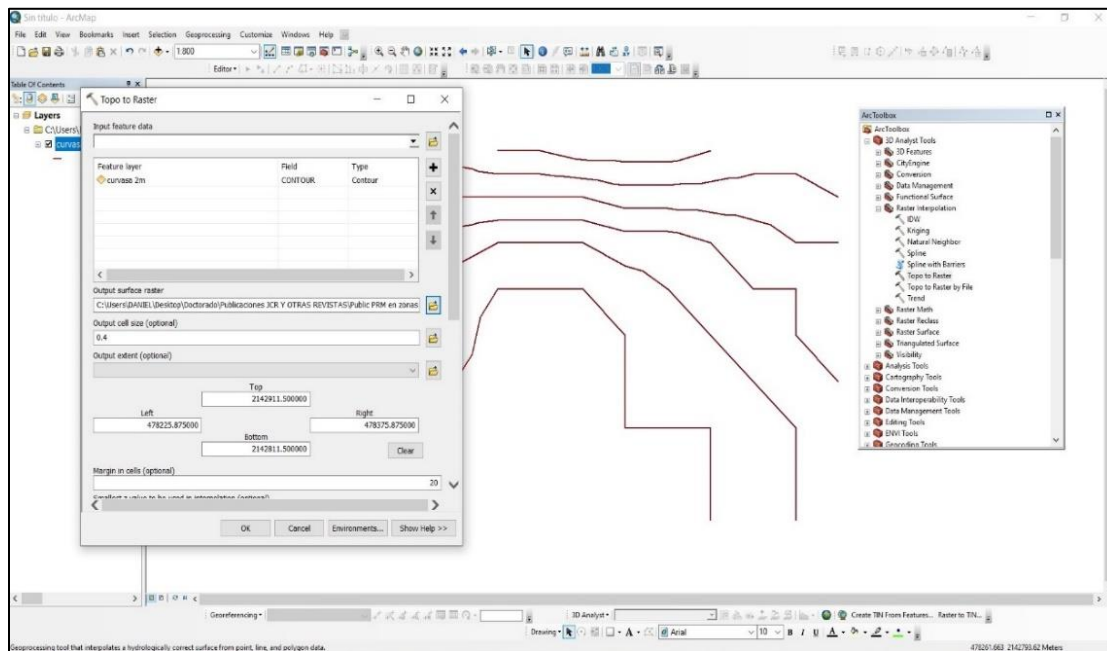
El cometido de la metodología presentada a continuación es el economizar en mayor medida las herramientas a utilizarse, es prudente comentar que actualmente los vuelos de drones tienen costos muy elevados en regiones latinoamericanas; por el contrario, la información obtenida de la NASA es gratuita y de libre acceso, misma que puede emplearla cualquier gobierno, investigador, estudiante o público en general.

Una vez descargada la imagen Raster (formato Bil, Tiff, Dem, o GeoTiff), se obtendrán las curvas de nivel con espaciado entre ellas de cinco metros directamente en el terreno (Figura 4), por lo anterior, la importancia de la calidad del Raster debido al nivel de detalle de la geomorfología del área de estudio.

Figura 4

Captura de pantalla de la información de curvas de nivel con distancia entre ellas de cinco metros.





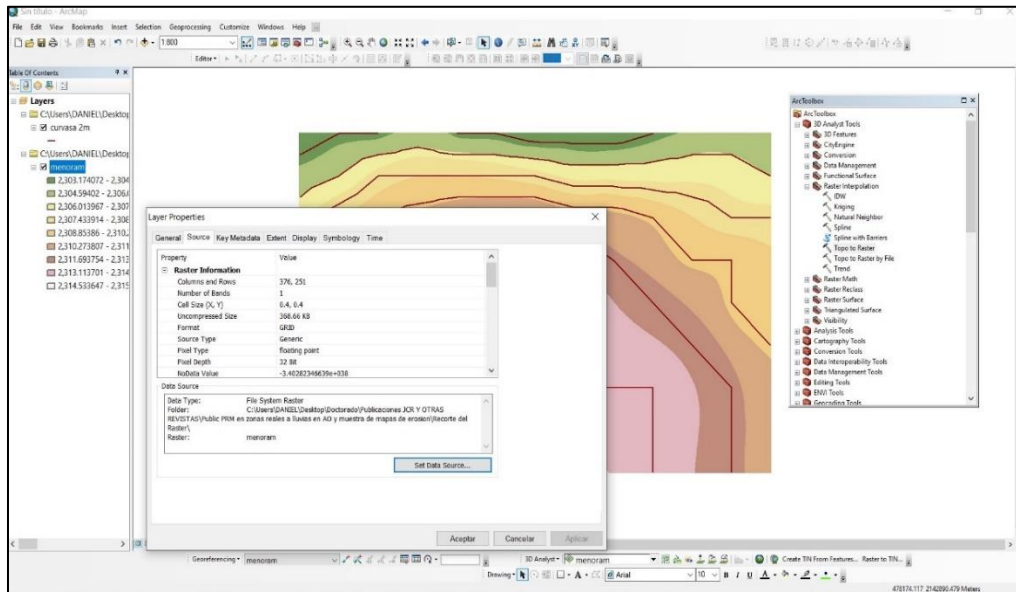
Nota. Fuente: Elaboración propia, Software ArcGis.

Las curvas de nivel se deberán convertir a formato Raster, estableciendo como nuevo resultado la obtención de 0.4 metros entre cada curva de nivel; observándose una calidad de área total de 1m² en cuanto al detalle en el terreno (Figura 5).

Figura 5

Captura de pantalla información del tamaño de la celda 0.4 metros.





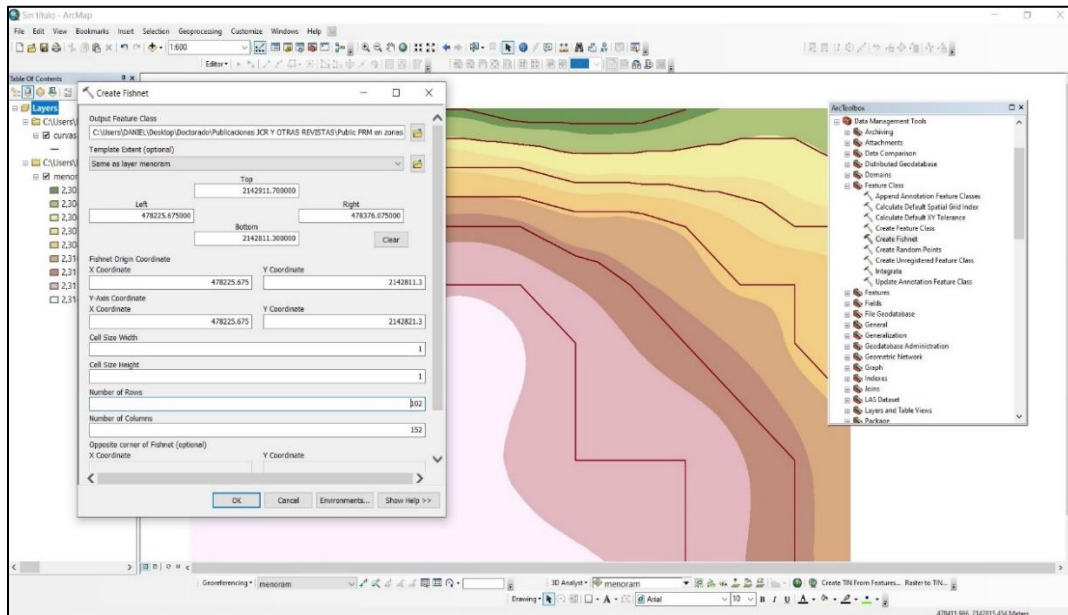
Nota. Fuente: Elaboración propia, Software ArcGis.

Posteriormente se deberá crear una malla (fishnet), la cual, contendrá información de cada uno de los detalles geográficos en el caso de la geomorfología y erosión de la zona analizada; precisando que mientras más detalle tenga la zona de estudio (Figura 6), mayor será el número de filas y columnas que se deberán calcular en el SIG.

Figura 6

Captura de pantalla elaboración de Fishnet.





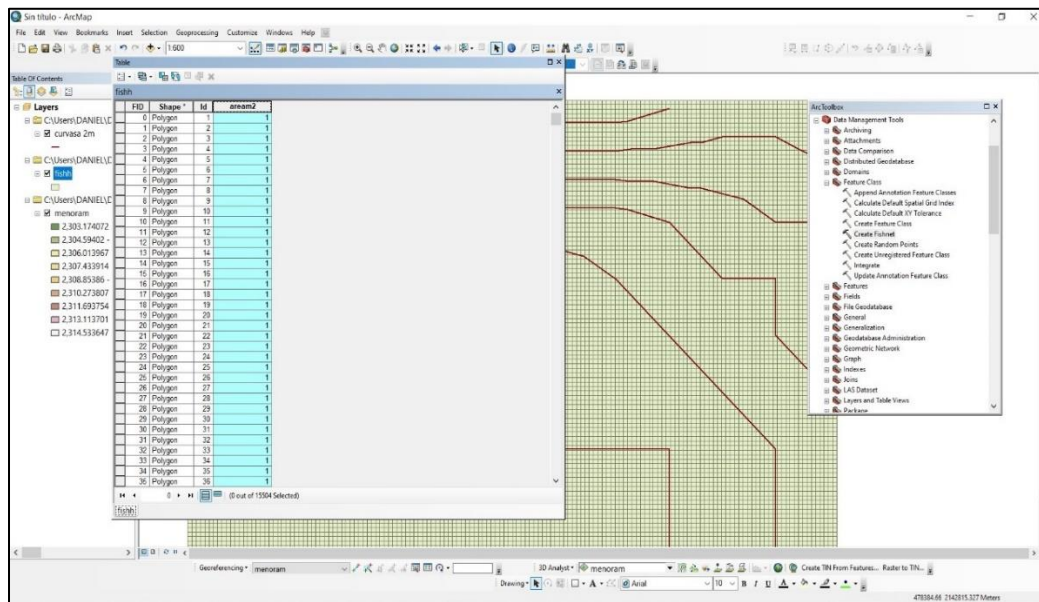
Nota. Fuente: Elaboración propia, Software ArcGis.

Una vez obtenido el fishnet, se deberá obtener el área de cada uno de los polígonos, en este caso proporcionará como resultado 1m^2 de nivel de detalle en la totalidad del nuevo Raster (Figura 7), es indispensable poseer dicha información, ya que, en pasos posteriores, se realizará la obtención del grado de erosión del suelo.

Figura 7

Captura de pantalla información de la tabla de atributos con base en el Fishnet.





Nota. Fuente: Elaboración propia, Software ArcGis.

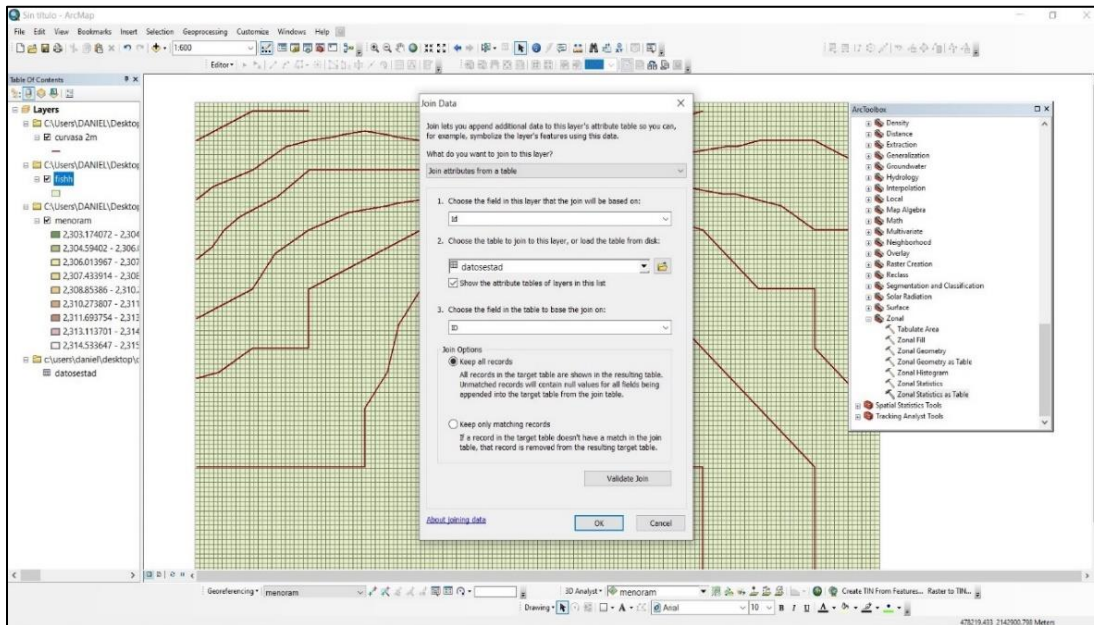
Seguidamente se compondrá una base de datos con la herramienta Zonal Statistics as table, misma que contendrá rangos muy bajos, bajos, medios, altos y muy altos, de la erosión por metro cuadrado, lo cual, servirá para calcular y obtener el mapa final.

El último paso de la metodología será realizar la unión de la información del Fishnet con las estadísticas obtenidas del paso previo (Figura 8), esto para complementar la información creada de manera general a lo largo de la metodología, misma que mostrará el grado de riesgo de erosividad con base en la geomorfología y composición del suelo de la zona de estudio.

Figura 8

Captura de pantalla unión del Fishnet con la herramienta Zonal Statistics as table.





Nota. Fuente: Elaboración propia, Software ArcGis.

El resultado final deberá ser interpretado por el autor del modelo, realizando ajustes a los rangos de profundidad de erosión para que sean equitativos y fáciles de interpretar por el lector, mismos que no deberán alterar el resultado del mapa final.

La conclusión del modelo podrá ser mejorada con muestras de laboratorio y mediciones en el terreno, lo cual, reforzaría la metodología utilizada.

5. Resultados

En varias partes del mundo existen condiciones geográficas adversas en el entorno para la construcción de viviendas, el tema de la erosividad es algo que acelera e incrementa la consecuencia de una posible inestabilidad de ladera, así como diversas afectaciones a la construcción y por ende a sus habitantes.

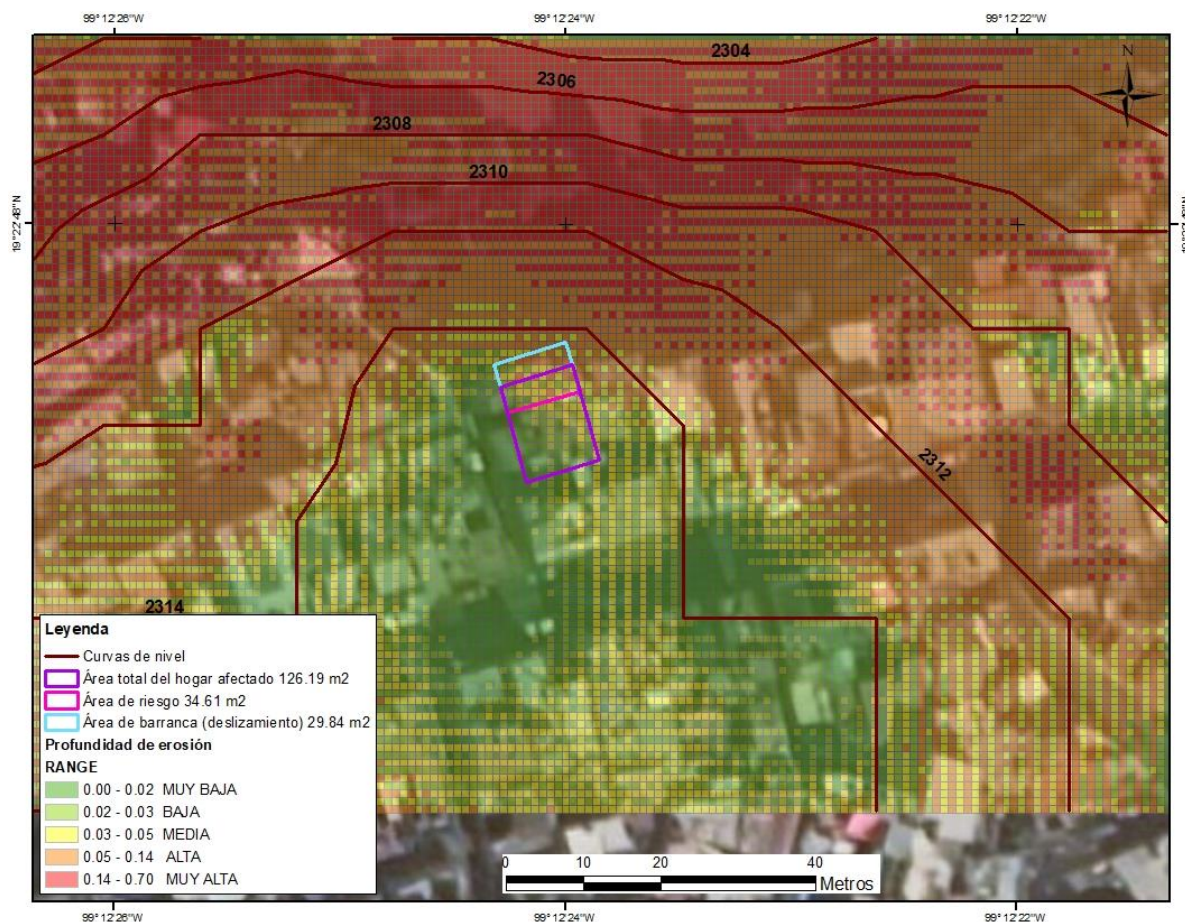
Por lo anterior, a continuación, se detallan los resultados y la interpretación de la información del tema de investigación abordado en el presente artículo.



Puntualmente en la Colonia Barrio Norte (Figura 9), es evidente el riesgo latente para la vivienda evaluada en el presente escrito según los resultados y hallazgos del modelo, resultando en la inminente reubicación urgente pero concertante con la familia que habita dicho hogar; debido a que en algún momento se presentará cierto proceso de inestabilidad de ladera, aún mayor comparado al deslizamiento de tierra parcial acontecido, probablemente será aún más catastrófico según el trabajo teórico, empírico, técnico y resultado del modelo elaborado.

Figura 9

Mapa final de rangos de profundidad de erosión y curvas de nivel, Colonia Barrio Norte.



Nota. Fuente: Elaboración propia, Software ArcGis.



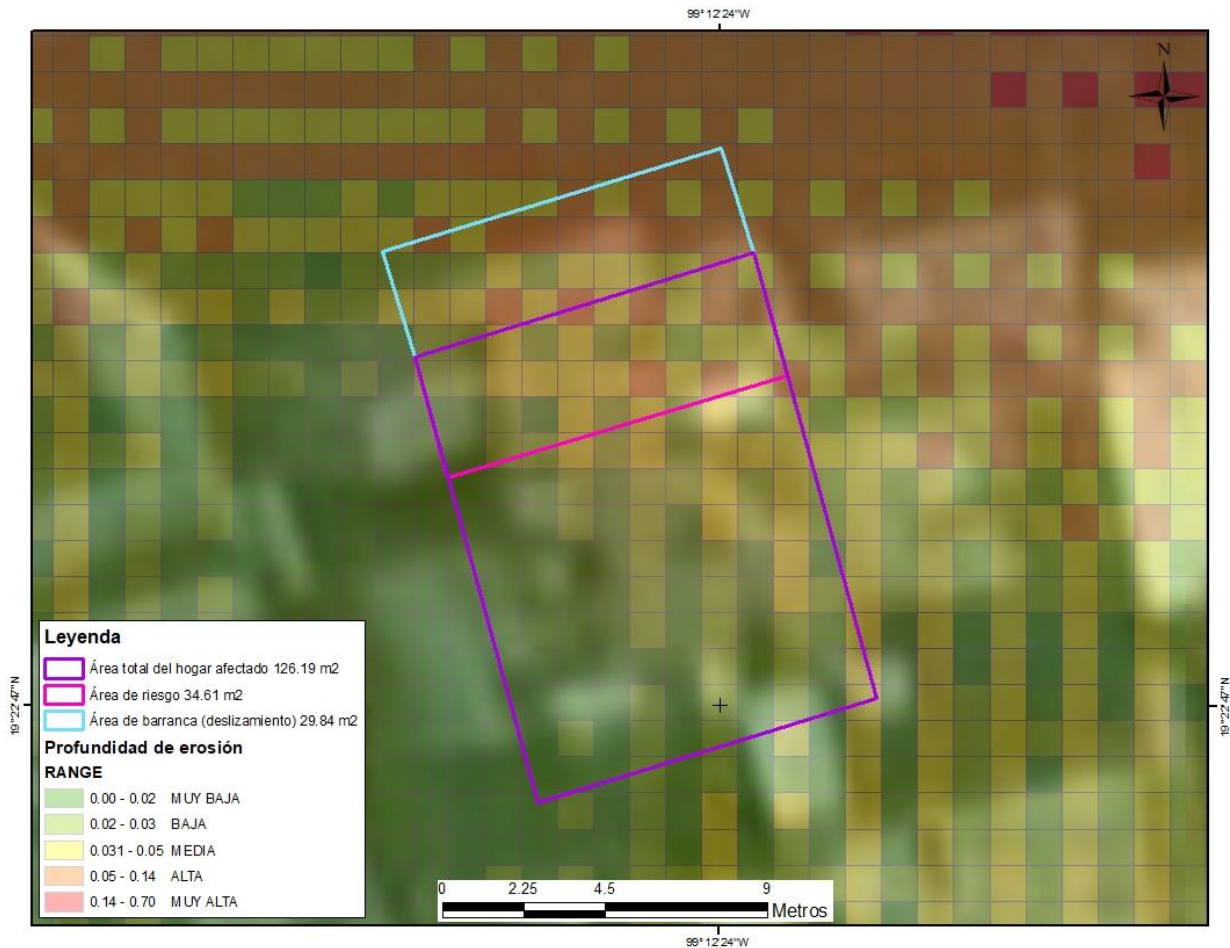
El análisis del mapa anterior revela el riesgo según la geomorfología del lugar, se le recomienda al lector observar detenidamente el cambio de pendiente según las curvas de nivel del entorno de la vivienda, justamente donde aconteció el deslizamiento de tierra parcial.

En el siguiente mapa (Figura 10), se observa la precisión del hogar en cuanto a la especificidad del área del deslizamiento de tierra con base en la inestabilidad de la ladera; situando la posible área de riesgo en el hogar, estableciendo medidas de prevención ante un posible acontecimiento geomorfológico catastrófico.

Figura 10

Mapa final de rangos de profundidad de erosión en la construcción donde ocurrió deslizamiento de tierra parcial y donde probablemente ocurrirá una inestabilidad de ladera total, Colonia Barrio Norte.





Nota. Fuente: Elaboración propia, Software ArcGis.

Quando la tecnología avanza en cuanto a la implicación de soluciones y es utilizada de manera adecuada para proteger a la población, como es el uso de SIG, muestra su capacidad tecnológica al ser aliada en la prevención de amenazas ante desastres por eventos extremos; con la finalidad de detectar zonas vulnerables o propensas a derrumbes, inundaciones, colapsos de minas, entre otros.

La aplicabilidad de los SIG en la actualidad es de gran valía, con el objetivo de prevenir, alertar, coordinar y gestionar, con la finalidad de notificar la problemática a políticos y población en general.



Las diversas afectaciones por inestabilidad de laderas son de origen mundial, aunado al grado de marginación socioeconómica alta de algunos países, incrementando la peligrosidad del impacto, el cual, es directamente proporcional al grado de recuperación tardío por parte de los pobladores.

Es urgente en todo momento, implementar medidas de seguridad en el entorno de la vivienda, instituyendo planes de estructuración y reestructuración urbana en zonas con características geológicas-geomorfológicas habitables.

En la actualidad no es posible forzar las características geomorfológicas para ser urbanizables a manera de no generar riesgo, sin embargo, la explosión demográfica en México y en general en varias partes del mundo, obliga al urbanismo a expandirse sin una planeación adecuada, lo cual, debe ser resuelto con base en trabajo multidisciplinario y transdisciplinario adecuadamente ejecutado en campo.

Para combatir las problemáticas antes mencionadas, primeramente, se deberá analizar las características del entorno para construir vivienda según la geografía del terreno, características edafológicas, hidrográficas, geológicas, geomorfológicas y erosivas.

En el caso de México, es de gran importancia crear modelos como el implementado en el presente artículo, para concientizar a la población del peligro con el cual viven día a día, arriesgando la vida propia y la de sus familias.

La adecuada configuración o reconfiguración urbana debe ir acompañada de la ideología urbana, esclarecer el pensamiento de las teorías económicas, mismas que indudablemente son importantes al momento de construir la ciudad cuando se trata de establecer soluciones al déficit de vivienda.

La política económica es tan importante que cualquier reflexión en cuanto a la manera de urbanizar, avala o niega lineamientos ideológicos frente a la generación de recursos económicos para el desarrollo urbano a partir de procesos de urbanización.



La gestión social del riesgo deberá instaurarse según el trabajo en conjunto entre la población y autoridad, para llegar a una adecuada concertación y evitar decesos en la población, debido a inestabilidad de laderas.

En el caso de otras partes de mundo, puede replicarse o mejorarse la metodología y resultado final del modelo presentado, ya que las características geográficas pueden ser distintas en cada zona de estudio con base la seguridad del entorno de las viviendas a construir o ya edificadas.

La formulación y adecuada estructuración de la gestión integral del riesgo, responde a la identificación de las dinámicas de los desastres socialmente construidos en los países en vías de desarrollo; es importante definir los elementos estructurales y su espacialización en el caso de establecer reestructuraciones urbanas en zonas riesgosas a inestabilidad de laderas.

Es importante alertar a la población vulnerable y avisar a los gobiernos del riesgo ante este tipo de procesos geomorfológicos, para llevarse a cabo mecanismos de prevención del daño y no solo reparar el mismo cuando ya afectó a la población, algo que debe ser gestionado entre académicos, políticos y población.

6. Reflexión

Es preocupante la edificación de hogares por diversas constructoras o el otorgamiento de créditos a diversos pobladores en México omitiendo las características de entorno, es entendible hasta cierto punto la necesidad de la población de establecer su patrimonio en lugares con riesgos a diversas problemáticas geográficas, sin embargo, es importante la atención que deberá otorgar el gobierno mexicano en sus tres mandos jerárquicos, para que la construcción de viviendas sea ejecutada de manera segura y confiable.



Las estructuras del patrimonio arquitectónico son vulnerables debido al establecimiento en zonas geográficas no habitables, por lo cual, el tema de autoconstrucción incentiva a que estén sometidas a una serie de dificultades de diagnóstico y aseguramiento, al no contar con estructuras adecuadas y profesionales, en ocasiones, inclusive limitan la aplicación de las disposiciones normativas y pautas vigentes en el ámbito de la construcción (Domínguez & González, 2015).

Así mismo, se deberá explicar y concientizar a pobladores que pretendan de manera tajante establecerse en un lugar de reserva natural, área natural protegida o cualquier otro sitio no habitable con base en las características del sitio, con la muestra de modelaciones reales y ejemplos de afectaciones pasadas cerca de su vivienda o en áreas que cuenten con características similares a la evaluada, siempre concientizando y explicando, nunca expulsando o imponiendo.

La decisión gubernamental y de empresas constructoras ante las problemáticas abordadas en la actualidad es crucial, deberán establecer medidas de contención para la nula ocupación de zonas con características no habitables, por otro lado, deberán establecer instrumentos precisos para la planeación urbana con seguridad en viviendas, según el entorno y lugares con bajo porcentaje de riesgo natural o de cualquier otro tipo.

La población ya establecida podría comprender y entender que deberá salir de la zona en la cual vive con un riesgo latente, para evitar afectaciones y posibles decesos en parte de la población e inclusive organizar una nueva configuración urbana.

Por lo anterior, el presente modelo podría llevarse a cabo por parte del aparato gubernamental de la Alcaldía o de la CDMX, para ser replicado en otras partes de la ciudad, República Mexicana e inclusive en otras partes del mundo, a través de especialistas como lo son: trabajadores sociales, psicólogos y sociólogos, con el objetivo de incentivar concientización o concienciación a fondo en los habitantes; reubicando siempre con



respeto, a fin de evitar afectaciones en su vivienda y posiblemente decesos en sus familias con base en la seguridad de su vivienda.

7. Conflicto de Intereses

No se declara ningún conflicto de interés

8. Agradecimientos

A la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), por la aceptación de Kristoff Pineda González en Ingeniería Geofísica para su aportación al presente artículo.

“El ser humano es tan inteligente y capaz, que tiene la obligación y deber de cuidar siempre al planeta tierra y a todo lo que habita en él; sin pretexto alguno”. ODRG.

9. Referencias Bibliográficas

Aceves Quesada, J., Legorreta Paulín, G., Lugo Hubp, J., Umaña Romero, J. & Legorreta Cuevas, H. (2016). Sistemas de información geográfica y cartografía geomorfológica aplicados al inventario de deslizamientos y cartografía de susceptibilidad en la cuenca del río El Estado, Pico de Orizaba, México. *Editorial Investigaciones Geográficas*, (91). <https://doi.org/10.14350/rig.46503>

Domínguez Gutiérrez, J. & González Pájaro, A. (2015). Valoración técnica del deterioro de las edificaciones en la zona costera de Santa Fe. *Editorial revista Arquitectura y Urbanismo*, 36(1), 48-61. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-58982015000100005&lng=es&tlng=es.

Eugenio González, F., Marcello Ruiz, J. & Marqués Acosta, F. (2013). Tutorial de Teledetección Espacial. *Editorial Universidad de las Palmas de Gran Canaria, España*. https://www.grss-ieee.org/wp-content/uploads/2014/07/ES_TUTORIAL_COMPLETO.pdf

García Acosta, V. (2005). El riesgo como construcción social y la construcción social de riesgos. *Editorial Revista de Antropología Social Desacatos*, (19), 11-24. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1607-050X2005000300002&lng=es&tlng=es.



Google Earth. (2020). *Google Earth Pro visualizador*.
<https://www.google.com/intl/es/earth/>

Hernández Flores, J. (2017). Ortega, Liliana (2016). Autoconstrucción de vivienda, espacio y vida familiar en la Ciudad de México, México, Flacso. *Editorial Estudios demográficos y urbanos, El Colegio de México, A.C.*, 32(3), 695-700.
<https://doi.org/10.24201/edu.v32i3.1718>

Jacobs, J. (1961). Muerte y vida de las grandes ciudades. *Editorial Capitan Swing, España*, 473.
<https://www.u-cursos.cl/fau/2015/2/AE4062/1/foro/r/Muerte-y-Vida-de-Las-Grandes-Ciudades-Jane-Jacobs.pdf>

Jaime E., Larín R. & Garea E. (2011). Hacia métodos de análisis de datos espaciales raster en el nivel semántico. *Editorial Centro de Aplicaciones de Tecnologías de Avanzada, Computación y Sistemas*. 15 (1). <http://www.scielo.org.mx/pdf/cys/v15n1/v15n1a9.pdf>

Lugo Hubp, J. (1988). Elementos de Geomorfología Aplicada (Métodos Cartográficos). *Editorial Instituto de Geografía Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México*, p.14.
<http://www.publicaciones.igg.unam.mx/index.php/ig/catalog/view/138/130/484-1>

Mejía Escalante, M. (2016). La vivienda digna y la vivienda adecuada. Estado del debate. *Editorial Cuadernos De Vivienda Y Urbanismo de la Pontificia Universidad Javeriana*, 9(18), 292–307. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.cvu9-18.vdva>

Narváez Quiñonez, I., Durán Saavedra, G., Menoscal Cevallos, J. & Bayón Jiménez, M. (2020). Espacio urbano periférico y la construcción social del riesgo en ciudades intermedias. *Editorial Cuadernos De Vivienda Y Urbanismo de la Pontificia Universidad Javeriana*, 13.
<https://doi.org/10.11144/Javeriana.cvu13.eupc>

National Aeronautics and Space Administration (NASA) (2021). *Datos de la Tierra*.
<https://search.asf.alaska.edu/#/>

Paredes Zapata, O (2017). Las amenazas por movimientos en masa en Colombia. *Editorial Imprenta Nacional de Colombia, Colombia*, 13.
<https://libros.sgc.gov.co/index.php/editorial/catalog/view/45/36/402-1>



Rivera González, O. (2020). Procesos gravitacionales en zonas de ladera, aplicándolos a modelos de predicción real con archivos raster y SIG, Alcaldía Álvaro Obregón, Ciudad de México. *Editorial Revista Geofísica del Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH)*, (68), 46. <https://doi.org/10.35424/rgf.v0i68.933>

Redacción. (06 de junio, 2020). Deslizamiento de tierra afecta viviendas en Álvaro Obregón, México. *Periódico Excelsior*. <https://www.excelsior.com.mx/comunidad/deslizamiento-de-tierra-afecta-viviendas-en-alvaro-obregon/1386587>

Sangabriel, A. & Artiles López, D. (2012). Construyendo la vulnerabilidad: Un riesgo para todos. *Editorial Arquitectura y Urbanismo*, XXXIII (2),68-78. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=376834404006>

Suarez, J. (2013). Deslizamientos: Análisis Geotécnico. *Editorial Geotecnología S.A.S. Bucaramanga Colombia, Colombia*, 560. <https://www.erosion.com.co/deslizamientos-tomo-i-analisis-geotecnico/>

Thornbury, W. (1960). Principios de la Geomorfología. *Editorial Kapelusz, Buenos Aires, Argentina*, 50. <https://bdigital.uncu.edu.ar/11439>

