

# **Zonas urbanas marginadas vulnerables a deslizamientos de tierra por profundidad de erosión, zona norte alcaldía Álvaro Obregón, CDMX, México**

Oscar Daniel Rivera González <sup>1</sup>

## **Resumen**

La Alcaldía Álvaro Obregón se ubica al poniente de la Ciudad de México (CDMX) dentro de la República Mexicana, su extensión territorial total de dicha alcaldía es de 96.17 km<sup>2</sup>, geomorfológicamente se sitúa sobre las laderas del volcán San Miguel perteneciente a la Sierra de las Cruces, precisando que la zona de estudio está constituida en mayor porcentaje por derrames de lavas altamente accidentadas, por lo cual, el resultado son áreas a lo largo de dicha alcaldía vulnerables a presentar deslizamientos de tierras, comúnmente llamados por la población deslaves o desgajamientos, lo cual, da como resultado decesos por parte de los habitantes, tema central de este artículo de investigación, enfocándonos en el tema de la profundidad de erosión, misma que acelera el deslizamiento de tierra, por lo cual estas zonas deberán ser reubicadas de manera urgente, el área de estudio es de 9.24 km<sup>2</sup> con un total de 100 colonias, precisando que actualmente con base en el trabajo empírico se encontró roca volcánica ígnea conocida como piedra pómez, misma que se convierte en un tipo de masa bastante acuosa con la precipitación (lluvia), misma que hace aún más vulnerables, peligrosos, riesgosos y amenazados sitios dentro de la zona de estudio, zonas que actualmente tienen un grado de urbanización alto, ya sea por construcción profesional permitida y/o autoconstrucción no profesional no permitida en las cuales se encuentran construcciones y/o edificaciones, por lo antes explicado, se generó un modelo preventivo y de advertencia con base en imágenes satelitales descargadas de la National Aeronautics and Space Administration (NASA) de su página electrónica: <https://vertex.daac.asf.alaska.edu/>, y del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI): <http://www.beta.inegi.org.mx/temas/mapas/relieve/continental/>, misma información que fue analizada, ejecutada y con ello, se realizó trabajo de fotointerpretación en Sistemas de Información Geográfica (SIG) con la finalidad de alertar a la población ante deslizamientos de tierra.

**Palabras clave:** Marginación, reubicación y preventivo.

## **Introducción**

La problemática de deslizamientos de tierra en la CDMX es algo que preocupa a los habitantes que por alguna circunstancia habitan zonas de barrancas, la más común es por falta de la adquisición de un inmueble de manera legal, lo que llevó en su mayoría de esta población con algún grado de marginación a realizar la indebida construcción de sus hogares en zonas de barrancas, por lo cual, viven a diario en un riesgo inminente, esta problemática geomorfológica la aborda poco el Gobierno Federal, Estatal o Local Mexicano, por lo que la información que otorga

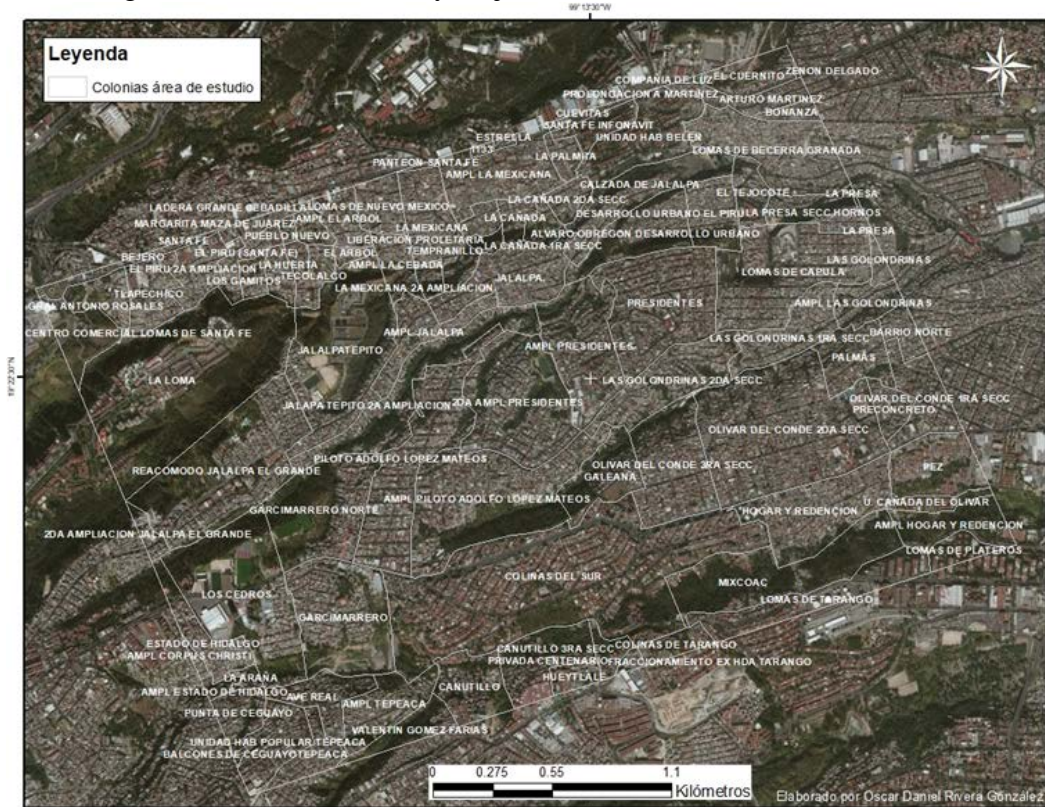
---

<sup>1</sup> Licenciado en Geografía UNAM, Especialista en Economía Ambiental UNAM, Maestro en Urbanismo UNAM, Candidato a Doctor en Urbanismo UNAM, [oscardanielydanyboy@hotmail.com](mailto:oscardanielydanyboy@hotmail.com)

## ZONAS URBANAS MARGINADAS VULNERABLES A DESLIZAMIENTOS DE TIERRA POR PROFUNDIDAD DE EROSIÓN, ZONA NORTE ALCALDÍA ÁLVARO OBREGÓN, CDMX, MÉXICO

el Centro Nacional de Prevención de Desastres(CENAPRED)<sup>2</sup> es poco precisa y muy generalizada, la cual es de poca utilidad en cuanto a su interpretación y con ello, posible solución para disminuir la vulnerabilidad ante episodios de inestabilidad de laderas y poder llevar a cabo medidas preventivas y no sólo correctivas, ya que las autoridades mexicanas en la mayoría de las ocasiones esperan a que se dé tal acontecimiento para la corrección en cuanto a los primeros auxilios por parte de Protección Civil de la Alcaldía Álvaro Obregón y de la CDMX.

Figura 1. Zona de estudio y mejor nivel de detalle, área de 9.24 km<sup>2</sup>.



Elaboración propia con base en datos Raster, Software ArcGis.

Con base en lo anterior, este análisis y creación del modelo de prevención o de alerta, se enfoca en generar un mapeo con un error de 9 a 12 metros en la latitud y longitud con base en imágenes tipo Raster con extensión (bil, tiff o geotiff), algo que en México es poco utilizado por las Instituciones encargadas de generar gestión ante este tipo de acontecimientos geofísicos, todo esto con el fin de alertar y concientizar a la posible población afectada, obteniendo nueva cartografía de buena precisión con el apoyo de visitas a campo para observar la vulnerabilidad física y económica en la cual viven las personas de la zona de estudio, específicamente las colonias analizadas fueron; Lomas de Plateros, Ampliación Hogar y Redención Unidad Cañada del Olivar,

<sup>2</sup> Información en página electrónica. CENAPRED, 2020, “Atlas Nacional de Riesgos”, sitio web del CENAPRED, México, disponible en: <http://www.atlasmacionalderiesgos.gob.mx/archivo/visor-capas.html>, [fecha de acceso 01 de junio del 2020].

Pez, Olivar del Conde 1ra Sección, Preconcreto, Barrio Norte, Ampliación las Golondrinas, Las Golondrinas La presa sección Hornos, Lomas de Becerra Granada, Bonanza, Arturo Martínez, El Cuernito, Prolongación Martínez, Unidad Habitacional Belén, Santa Fe Infonavit, La Palmita, Ampliación la Mexicana, La mexicana, Lomas de Nuevo México, Ampliación el Árbol, Margarita Maza de Juárez, El Piru 2da Ampliación, Tlapechico, Gral. Antonio Rosales , La Loma, Reacomodo Jalalpa el Grande, Estado de Hidalgo, Los Cedros, La Araña, Punta de Ceguayo, Unidad Habitacional Popular Tepeaca, Tepeaca, Canutilo, Privada de Centenario, Colinas del Sur, Mixcoac, Olivar del Conde 2da Sección, Olivar del Conde 3ra Sección, Presidentes, La Palmita, La Cañada, El Tejocote, El Árbol, Jalalpatépitto, Piloto Adolfo López Mateos, Garcimarrero y Ave Real, las cuales en temporada de lluvias entre los meses de mayo a noviembre se ven afectadas, ya que se activan de nuevo ríos desecados, generando diversas problemáticas, como deslizamientos de tierra, colapso de techo de minas, reblandecimiento de tierra e inundaciones (figura 1 y 2).

Figura 2. Zona de estudio, área de 9.24 km<sup>2</sup>.



Elaboración propia con base en datos Raster, Software ArcGis.



## Marco Teórico

La importancia teórica en la que se encuentra inmersa la problemática actual de deslizamientos de tierra, mismos que son acelerados por el proceso de erosión en México y en general de América Latina es importante ser considerada, reforzando a la metodología que se plantea en este artículo en cuanto a la problemática de inestabilidad de laderas en zonas urbanas marginadas explicándose a continuación.

“Los deslizamientos producen cambios en la morfología del terreno, diversos daños ambientales, daños en las obras de infraestructura, destrucción de viviendas, puentes, bloqueo de ríos, etc.” (Suarez, 2009: 1).

Se observa en la cita anterior que los deslizamientos de terreno son muy dañinos y perjudiciales para las personas que establecen sus construcciones en cuanto a sus viviendas sobre laderas, es por ello, que presentan problemáticas de carácter urbano, geográfico y geomorfológico, mismo que se presenta en muchas zonas de la CDMX, inclusive a lo largo toda la República Mexicana, misma que presenta características edafológicas, geológicas e hidrológicas, las cuales en temporada de lluvias presentan deslizamientos de tierra, es importante precisar que la zona de estudio analizada presenta algún grado o índice de vulnerabilidad geofísica, la cual con base en los resultados obtenidos del modelo, esta población deberá ser reubicada de manera urgente en otras zonas, ya que en cualquier momento se generará algún movimiento del terreno, mismo que podrá ocasionar problemáticas urbanas e inclusive decesos por parte de los habitantes.

“Problemas de erosión en zonas urbanas. Dado el constante crecimiento de las ciudades, muchas veces éstas se extienden hacia zonas altas donde, debido a la urbanización, se desprende abundante material sólido, el cual causa daños a los sistemas de drenaje, pues reduce su capacidad y provoca inundaciones. Adicionalmente existe falla de taludes, que muchas veces daña a las construcciones ubicadas arriba y debajo de la zona de deslizamiento”, (Gracia, 1994: 5).

Centrándonos en el tema de erosión, partiendo y significándose el desgaste y por ende la modelación de la corteza terrestre, lo cual en la mayoría de las ocasiones representa una debilidad del tipo de suelo en cuanto a su composición causados por la acción del viento, lluvia, procesos fluviales y/o por la acción de la interacción de los seres vivos, incrementando la vulnerabilidad ante deslizamientos de tierra, ya que la continua construcción urbana regular o irregular en zonas con pendientes abruptas entendiéndose como laderas, reemplaza la cobertura natural vegetal por cemento y demás elementos de la construcción, originándose e incrementando el peligro ante deslizamientos de tierra.

La temática de la planeación urbana es vital para evitar este tipo de fenómenos geomorfológicos y más aún su atención en zonas o barrios marginados “...rehabilitar los barrios bajos, nutrir calles animadas, no son hoy reconocidos como objetos específicos de la urbanización de las ciudades. Por ello, los urbanistas y los organismos encargados no poseen ni tácticas, ni estrategia para estos fines”, (Jacobs, 2011: 20).

Lo antes mencionado es uno de los puntos medulares en este artículo de investigación, ya que el tema de la estructuración o reestructuración urbana, podría ser parte de la solución, ya que, para construir alguna zona urbana, se deberán tomar en cuenta las características geofísicas del terreno, así como una legalización transparente y funcional sin ningún tipo de corrupción por parte de las autoridades.

Es importante explicar la problemática del peligro que sufren algunas zonas geomorfológicamente no aptas para la urbanización, tras el paso de cualquier acontecimiento geológico y comprendiendo que los desastres no son naturales, por otro lado, si son un producto de la construcción social del riesgo, mismo que debe ser atendido por las autoridades con base en una adecuada gestión y coordinación con los posibles habitantes afectados.

“Todos sabemos que, al reducir el valor de cualquier factor en una multiplicación, reduciremos el valor del resultado. Analicemos si es factible reducir el factor riesgo, lo cual, para efectos de este texto, vamos a denominar prevención, a sabiendas de que, genéricamente, todas las acciones encaminadas a evitar o disminuir los efectos de un desastre, reciben el nombre de prevención.”, (Wilches, 1993:19).

Con base en lo anterior, es importante establecer la importancia de prevenir antes de corregir, lo que se observó con base en el trabajo empírico y entrevistas con autoridades encargadas de la gestión social del riesgo ante este tipo de acontecimientos, en su mayoría de las Direcciones Gubernamentales de Protección Civil de la Alcaldía Álvaro Obregón y de la CDMX, se pudo constatar que las autoridades prefieren resarcir el daño antes de prevenirlo, creando soluciones de atención después del acontecimiento geomorfológico, lo cual es inadecuado, por lo que deberá ser atendido el posible acontecimiento de deslizamientos de tierra desde antes y no esperar a que la población se vea afectada, inclusive con decesos por parte de las familias, por lo que esta gestión y coordinación Gubernamental Mexicana es crucial antes de que este tipo de acontecimientos aparezcan.

“La reducción de la vulnerabilidad se puede realizar mediante la implementación de un diverso grupo de acciones para la reducción de la misma, entre ellas la implementación de medidas de tipo correctivo, prospectivo o incluso restrictivo. Estas medidas buscan intervenir en el nivel de exposición y fragilidad que se tenga ante una determinada amenaza por eventos de remoción en masa.”, (Ruiz, 2011: 64).

Por lo anterior, el presente artículo de investigación pretende otorgar soluciones reales con el modelo que se presenta más adelante, mismo que influirá de manera considerable en la reducción de este riesgo o vulnerabilidad ante deslizamientos de tierra, ya que en caso de que la población se niegue a abandonar sus viviendas por un posible acontecimiento geofísico mismo que podrá ser perjudicial para ellos económicamente y socialmente, se deberá aportar por parte del Gobierno Mexicano la concientización y explicación a detalle del modelo obtenido y así generar reflexión en los habitantes, mismos que deberán coordinarse con el Gobierno para establecer una posible reubicación o algún otro tipo de solución que no afecte directamente a la población al ser reubicada.

Es importante aclarar que el tema urbano o de crecimiento urbano no es el culpable del todo en cuanto al aumento de estas amenazas geomorfológicas, lo que las incrementa o intensifica, es el crecimiento desregulado y desmedido en el que impera el tema de intereses personales de corrupción en cuanto al Gobierno Mexicano, dando como resultado la ocupación en zonas no aptas para el crecimiento urbano.

“Deberá determinarse directamente la exclusión de algunos suelos que no cumplan con los mínimos o que harían muy costosa la urbanización. Particularmente aquellos con rocas duras aflorantes que exijan su voladura para realizar la excavación, con elementos químicos altamente agresivos, los de muy baja capacidad portante, aquellos en los que exista posibilidad de hundimiento o los que necesiten ser descontaminados.”. (Fariña, 2013: 41).

## ZONAS URBANAS MARGINADAS VULNERABLES A DESLIZAMIENTOS DE TIERRA POR PROFUNDIDAD DE EROSIÓN, ZONA NORTE ALCALDÍA ÁLVARO OBREGÓN, CDMX, MÉXICO

La cita anterior manifiesta la importancia de la geología y la erosión en un lugar urbanizado, debido a la composición del suelo en zonas de barrancas a lo largo de la Alcaldía Álvaro Obregón, ya que en ocasiones, crece este riesgo geológico y geomorfológico en dichos asentamientos urbanos, por lo que en temporada de lluvias se reblandece la composición del suelo, haciéndolo mucho más inestable, inclusive en trabajo de campo recientemente se encontró piedra pómez, la cual al hidratarse forma una tipo masa, la cual, es muy peligrosa ante este tipo de deslizamientos de tierra.

El Gobierno Mexicano deberá poner atención al tipo de uso de suelo y para qué es apto con base en estudios rigurosos en cuanto a las características geográficas que presenta cualquier tipo de suelo en la República Mexicana, ya que zonas de la alcaldía Álvaro Obregón y sus alrededores en su mayoría no son aptas para la construcción urbana, así mismo, las zonas que se encuentran urbanizadas de manera incorrecta, se deberá impedir la construcción de más número de niveles en las viviendas ya existentes, es por ello muy importante, identificar en el mapa final, las zonas con mayor grado de riesgo con base en la erosión alta y muy alta.

La población en su mayoría no tiene la capacidad de absorber y resistir este tipo de acontecimientos naturales, dado por el tema socioeconómico y de marginación tan alto en el cual vive esta población, ya que con base en el trabajo empírico, se pudo constatar que dicha población es renuente a abandonar las zonas donde viven, por lo que el tema de concientización por parte de las Autoridades Mexicanas es muy importante, ya que después de un deslizamiento de tierra, el grado recuperación es muy lento y los hace más vulnerables ante un posible segundo acontecimiento geomorfológico, por lo anterior, es de vital importancia la coordinación debidamente gestionada por parte de Protección Civil y/o Secretaria de Desarrollo Urbano y Obras Públicas con los habitantes y así tomar decisiones inmediatas.

Actualmente existen políticas públicas que podrían aminorar la problemática de deslizamientos de tierra, inclusive creando nuevos reglamentos, estatutos, leyes, con base en el resultado de este artículo, las cuales podrían resolver problemáticas derivadas de estos acontecimientos y que año con año cobran vidas humanas a lo largo de la Alcaldía Álvaro Obregón e inclusive en toda la CDMX, soluciones que podrían ser replicables en cualquier Estado de la República Mexicana.

“Por otro lado, al tratar de establecer una relación entre la inestabilidad de laderas y la cantidad de precipitación, es importante considerar no sólo la lluvia del evento, sino también la humedad antecedente derivada de la precipitación acumulada.” (Alcántara, 2000: 13-14).

Lo anterior explica que se debe tener en cuenta la historia de las precipitaciones que talvez no generan al momento el proceso de inestabilidad de laderas, sin embargo, esta precipitación seguirá erosionando aún más lo ya erosionado, algo en lo que se deberá poner atención, ya que siguiendo esta lógica, en algún momento se generarán tales acontecimientos geomorfológicos afectando la infraestructura urbana autoconstruida en su mayoría por los habitantes, la cual no es supervisada por un profesional.

### **Problemática real y noticias periodísticas**

Examinando el marco teórico y relacionándolo de manera empírica, se muestran tres noticias periodísticas, mismas que relatan la problemática de deslizamientos de tierra en zonas urbanas donde el nivel socioeconómico es bajo o muy bajo dentro de la Alcaldía Álvaro Obregón.

Primera noticia periodística.

“La delegación Álvaro Obregón es una de las zonas de mayor peligro no sólo de la ciudad de México, sino de todo el país, según revelan datos preliminares del Atlas de Riesgo que elaboran técnicos y especialistas de dicha jurisdicción.

El documento está siendo afinado porque en los primeros días de enero será presentado ante la Asamblea Legislativa del Distrito Federal (ALDF) para que, a mediados de 2008, se empiece a trabajar en la mitigación de los principales focos rojos detectados.

Mediante 300 mapas se identificaron las zonas difíciles, no sólo en el ámbito natural, sino también de infraestructura privada, como fábricas, mercados, centros de salud, entre otros. El jefe delegacional en Álvaro Obregón, Leonel Luna Estrada, informó que para la elaboración del Atlas se destinaron siete millones de pesos, autorizados por diputados de la ALDF”. (UNAM, 2019).

Segunda noticia periodística.

“Los riesgos que representa vivir sobre una zona minada en la delegación Álvaro Obregón, por ahora están subsanados. Las cerca de 100 minas detectadas han sido rellenadas en su totalidad, sin embargo, por las características del suelo se continúan con estudios de exploración, investigación, monitoreo y detección de zonas de alto riesgo para detectar nuevas cavidades en el subsuelo.

La delegación Álvaro Obregón se encuentra al poniente de la ciudad de México, tiene una extensión de 97 Km cuadrados, que representa 6.5 % del área total del Distrito Federal, está formada por 257 colonias, fraccionamientos y barrios.

El tema de las minas es uno de los principales problemas para los habitantes. De acuerdo al último censo de población realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) 2010 en Álvaro Obregón habitan 727 mil 34 habitantes, según un Atlas de zonas de riesgo, realizado por la Comisión de Protección Civil de la Asamblea Legislativa en 2007, del total de habitantes, 60 % vive sobre minas o junto a barrancas, taludes, y lechos de ríos.

Las colonias más afectadas en sus viviendas a causa de las minas son, entre otras: Alfalpan, Olivar del Conde, Molino de Rosas, Barrio Norte y Ampliación Piloto y Golondrinas”. (Universal, 2020).

Tercera noticia periodística.

“La precipitación pluvial de las últimas horas ha originado no sólo encharcamientos en diferentes vialidades de la ciudad de México, sino además deslizamientos de tierra en zonas de barrancas, sin que se reporten personas lesionadas. La Secretaría de Protección Civil del Distrito Federal (SPCDF) informó que en las delegaciones Cuajimalpa y Álvaro Obregón, se registraron varios desprendimientos que fueron atendidos por elementos del cuerpo de bomberos y personal de obras de esas demarcaciones. El primer incidente se registró esta mañana en Paseos de los Alcanfores y Abedul, en la colonia Garcimarrero, perímetro de Álvaro Obregón, donde ocurrió un desgajamiento que desprendió un cuarto de baño de una vivienda. Tierra, piedras y tabique cayeron encima de un vehículo Jetta, modelo 92, sin que perjudicara a ninguna persona. Los primeros dictámenes refieren que las constantes lluvias originaron el reblandecieron de la tierra y la caída del material. La dependencia precisó que en la colonia La Cebada, Delegación Álvaro Obregón, también se reportó el deslizamiento de 30 metros cúbicos de tierra, de una pared correspondiente a una barranca sobre Río Becerra y Lázaro Cárdenas. (MVS Noticias, 2020).

## ZONAS URBANAS MARGINADAS VULNERABLES A DESLIZAMIENTOS DE TIERRA POR PROFUNDIDAD DE EROSIÓN, ZONA NORTE ALCALDÍA ÁLVARO OBREGÓN, CDMX, MÉXICO

Las tres noticias mostradas anteriormente dan a conocer y revelan el gran riesgo, peligro y/o vulnerabilidad con el cual viven a diario distintas familias dentro de la Alcaldía Álvaro Obregón, precisando que las colonias antes mencionadas, se encuentran dentro de la zona de estudio del presente artículo, es importante precisar que se muestran solo tres noticias periodísticas ante esta problemática de deslizamientos de tierra, sin embargo, se invita al lector a consultar aún más noticias en los diferentes sitios de los portales web de internet y así observar el crecimiento de estos acontecimientos geomorfológicos.

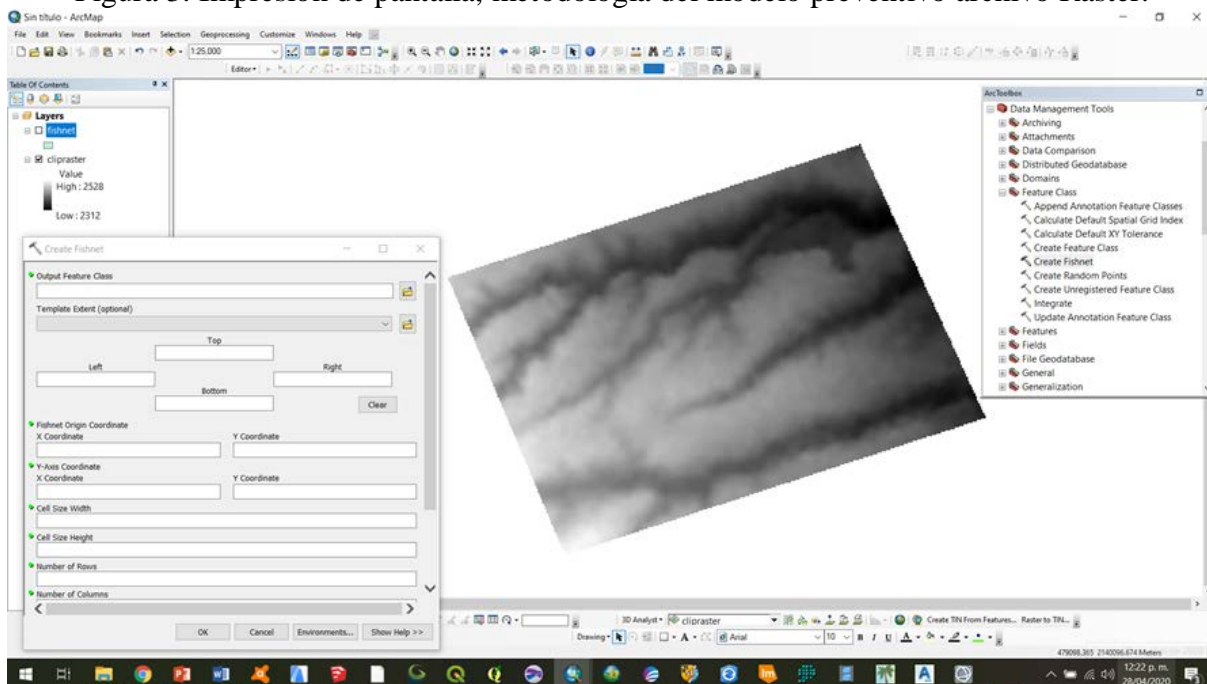
### Generación de modelo con Software Arc Gis

El siguiente modelo, explica y detalla las zonas de posible deslizamiento de tierra y las zonas que deberán generar reubicación o algún otro tipo de prevención por parte de la alcaldía Álvaro Obregón, ya que indudablemente se generará algún suceso geomorfológico como un deslizamiento de tierra en cualquier momento, centrándonos en el factor de profundidad de erosión por la mayoría de causas en cuanto a la hidrografía de la zona de estudio, originándose mayor reblandecimiento de tierra, generando afectaciones urbanas y por ende decesos por parte de los habitantes.

Para una mejor comprensión, se muestra paso a paso la generación del modelo.

1. Se obtiene primeramente la información con la descarga en formato Raster directamente de la página electrónica de la NASA con un pixel de 12.5 metros en el terreno, mismo que nos servirá para la obtención de toda la información de cada una de las mallas en cuanto a la profundidad de erosión, utilizando la herramienta llamada Fishnet, misma que se encuentra en la caja de herramientas del Software ArcGis (figura 3).

Figura 3. Impresión de pantalla, metodología del modelo preventivo archivo Raster.

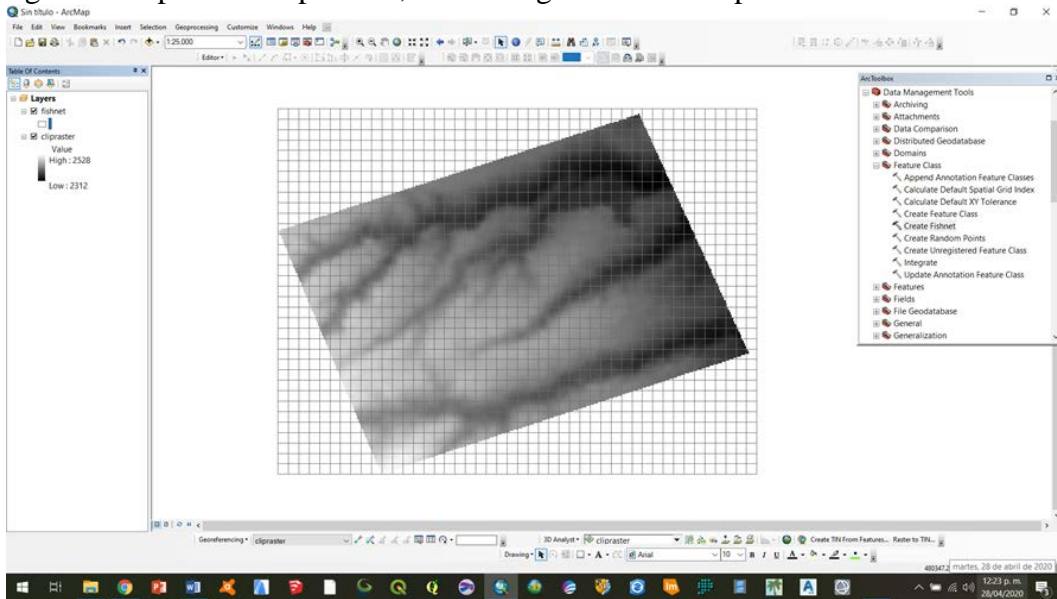


Fuente. Elaboración propia con Software Arc Gis.



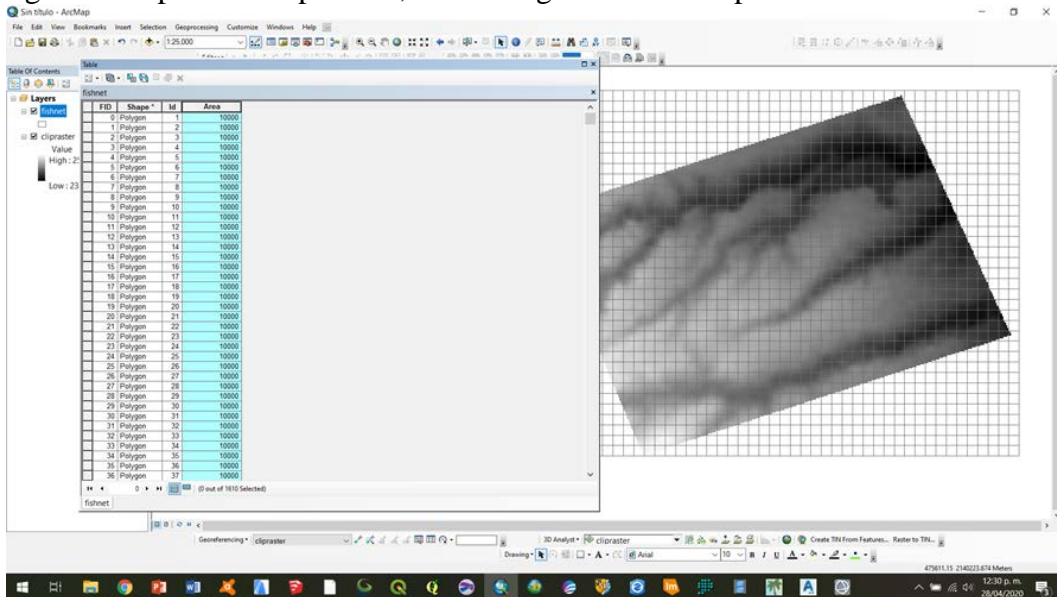
2. Seguidamente del Fishnet, se obtiene una malla con base en la escala del mapa, resultando de cada cuadro el área de 10,000 m<sup>2</sup> (figura 4 y 5).

Figura 4. Impresión de pantalla, metodología del modelo preventivo archivo Raster.



Fuente. Elaboración propia con Software Arc Gis.

Figura 5. Impresión de pantalla, metodología del modelo preventivo archivo Raster.

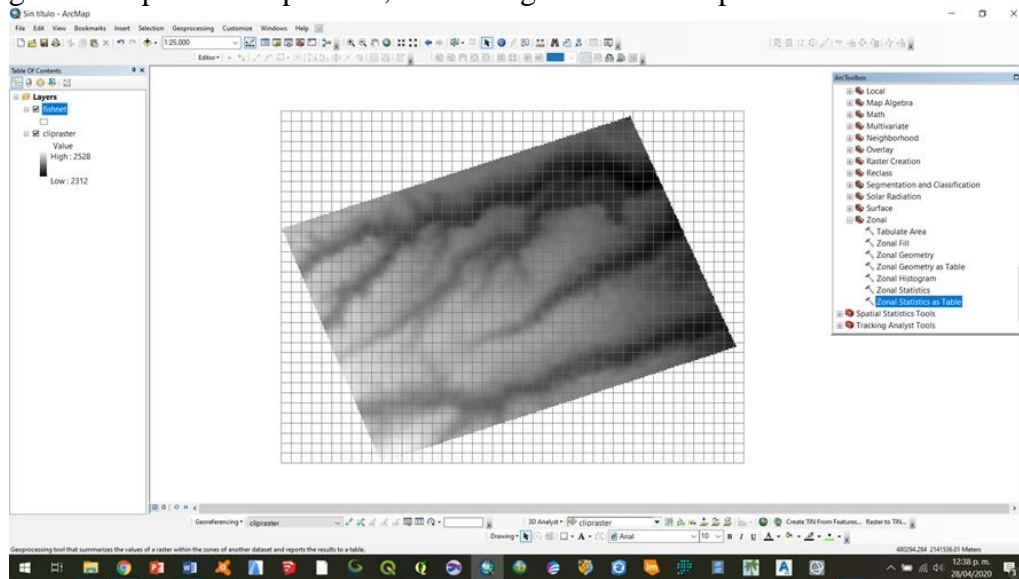


Fuente. Elaboración propia con Software Arc Gis.

Posteriormente en la caja de herramientas en la opción Spatial Analyst Tools, seleccionamos la opción Zonal Statistics as Table, herramienta que nos servirá para generar una estadística de rangos de posible erosión de cada uno de los cuadros obtenidos del Fishnet, información obtenida con base en la imagen Raster en cuanto a la geomorfología, topografía e hidrografía (figura 6).

ZONAS URBANAS MARGINADAS VULNERABLES A DESLIZAMIENTOS DE TIERRA POR PROFUNDIDAD DE EROSIÓN, ZONA NORTE ALCALDÍA ÁLVARO OBREGÓN, CDMX, MÉXICO

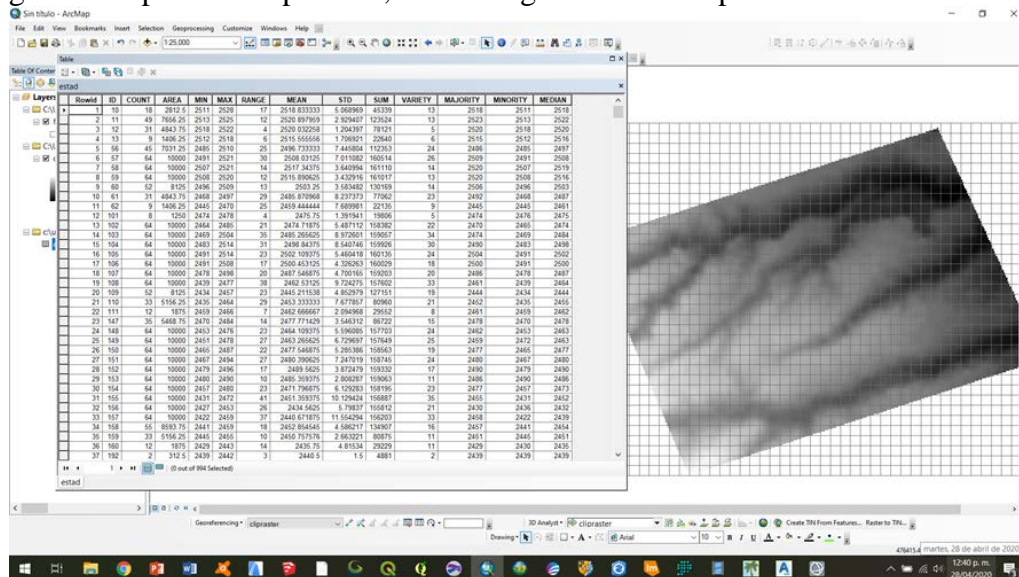
Figura 6. Impresión de pantalla, metodología del modelo preventivo archivo Raster.



Fuente. Elaboración propia con Software Arc Gis.

Después, se deberá analizar la información de todas las características que se obtuvieron del resultado en la tabla, la cual se obtuvo de la unión del resultado del Fishnet y de la imagen Raster, para empezar a observar cuales zonas serán las posiblemente más afectadas en cuanto a deslizamientos de tierra con base en la erosión (fig. 7).

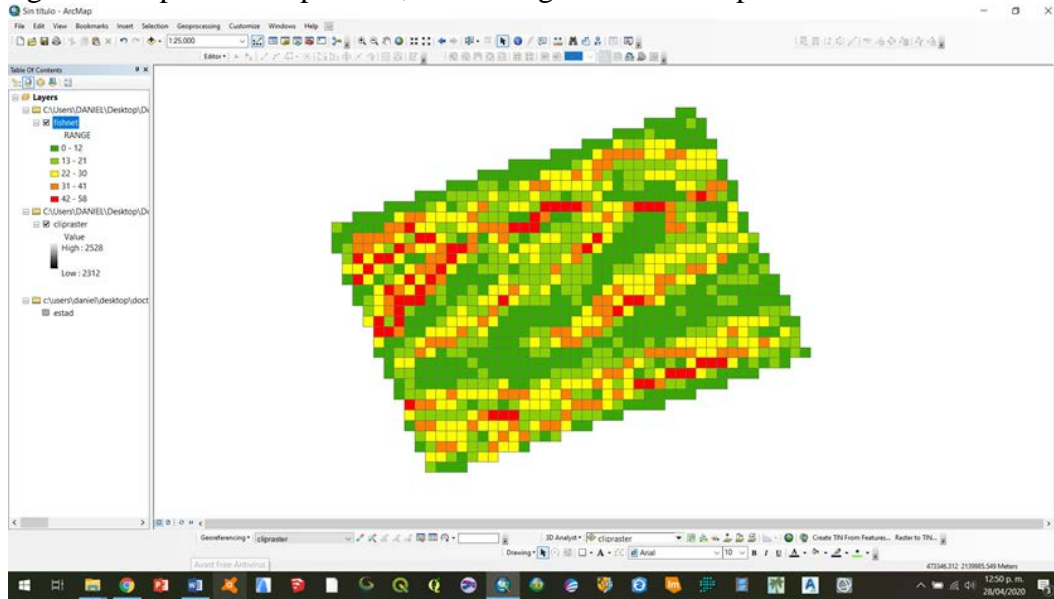
Figura 7. Impresión de pantalla, metodología del modelo preventivo archivo Raster.



Fuente. Elaboración propia con Software Arc Gis.

Lo que dará como resultado el mapa de profundidad de erosión, mismo que podrá ser utilizado para alguna implementación de gestión del riesgo y/o concientización por parte de las autoridades de la Alcaldía enfocada a la posible población afectada (figura 8).

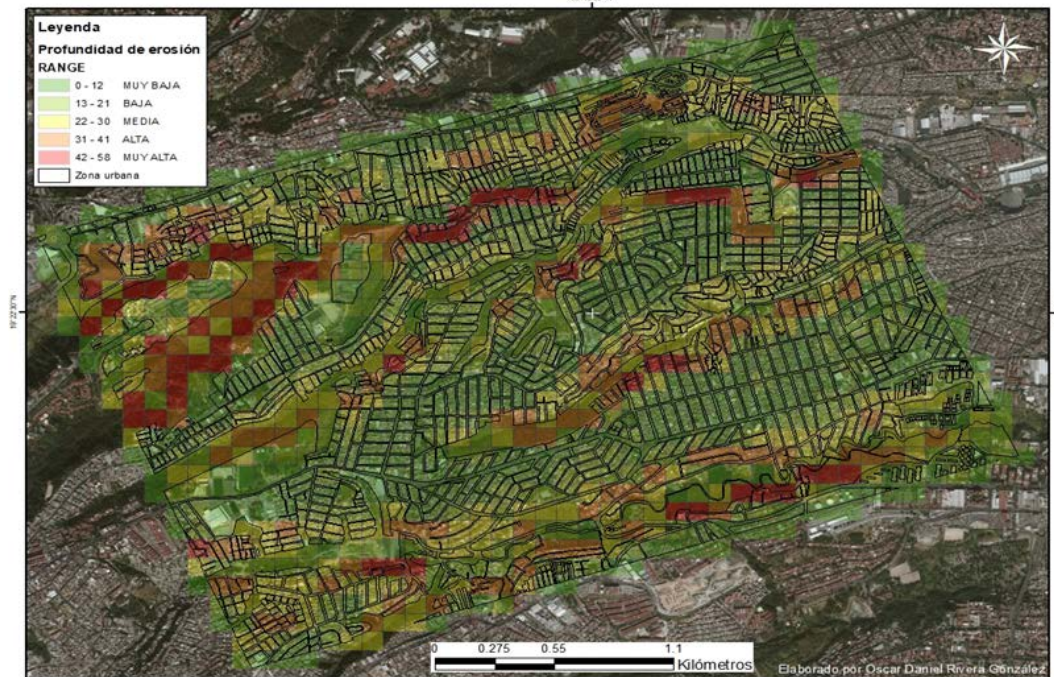
Figura 8. Impresión de pantalla, metodología del modelo preventivo archivo Raster.



Fuente. Elaboración propia con Software Arc Gis.

## Resultados

Figura 9. Zonas de profundidad de erosión zona de estudio, división por zonas urbanas.



Elaboración propia con base en datos Raster, Software ArcGis.

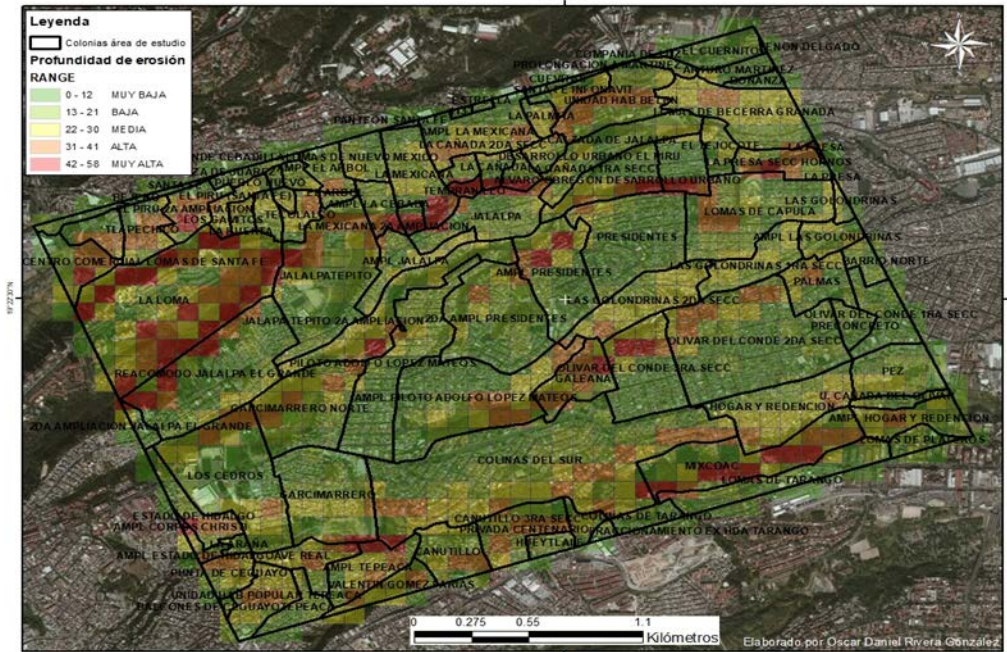
Se pudo constatar y demostrar con base en el modelo preventivo, los resultados obtenidos con el SIG y el trabajo empírico, la información precisa de la profundidad erosión, misma que al



ZONAS URBANAS MARGINADAS VULNERABLES A DESLIZAMIENTOS DE TIERRA POR PROFUNDIDAD DE EROSIÓN, ZONA NORTE ALCALDÍA ÁLVARO OBREGÓN, CDMX, MÉXICO

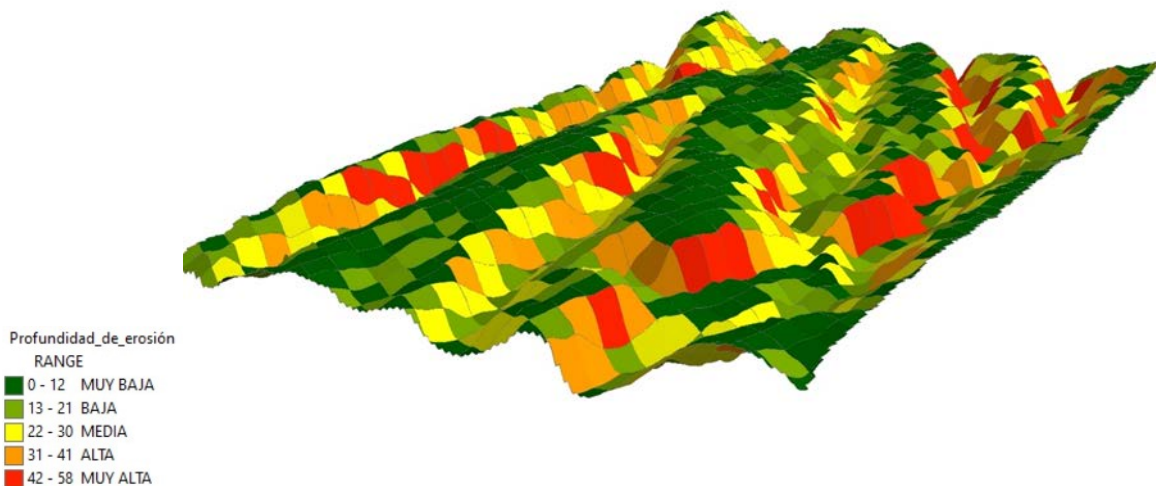
añadirle la capa urbana y la de colonias, observamos las zonas de riesgo Muy Alto ante deslizamientos de tierra, para mejor comprensión y visualización, se muestran y detalla dicha información en imágenes 2D y 3D (figura 9 - 13).

Figura 10. Zonas de profundidad de erosión zona de estudio, división por colonias.



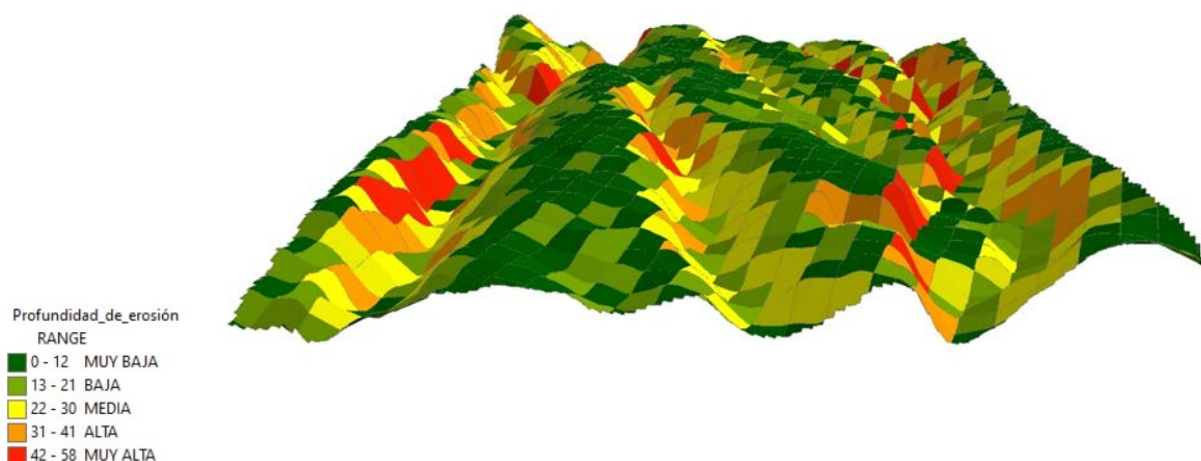
Elaboración propia con base en datos Raster, Software ArcGis.

Figura 11. Zonas de profundidad de erosión zona de estudio, división por colonias, imagen 3d.



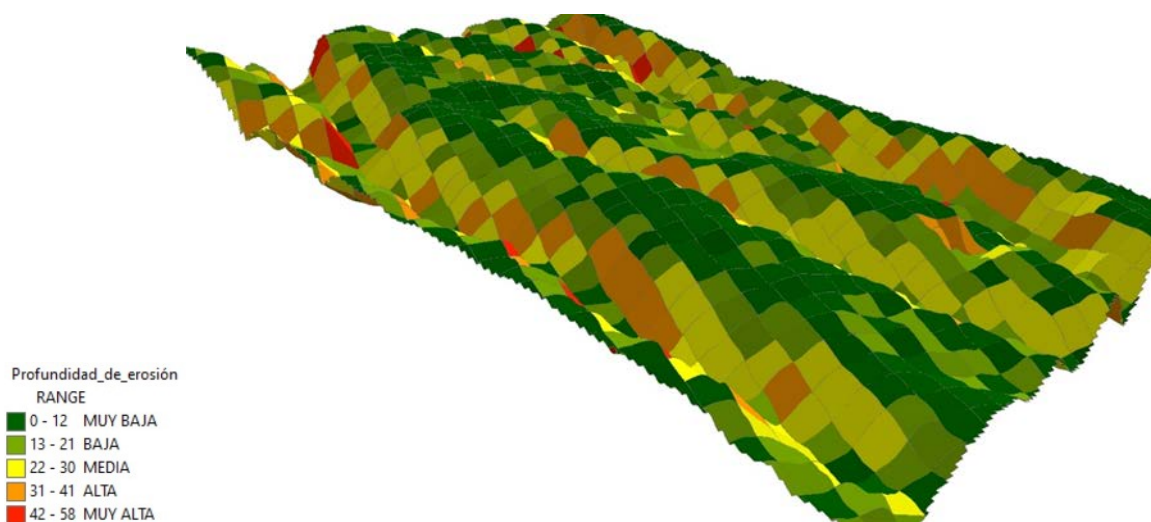
Elaboración propia con base en datos Raster, Software ArcScene.

Figura 12. Zonas de profundidad de erosión zona de estudio, división por colonias, imagen 3d.



Elaboración propia con base en datos Raster, Software ArcScene.

Figura 13. Zonas de profundidad de erosión zona de estudio, división por colonias, imagen 3d.



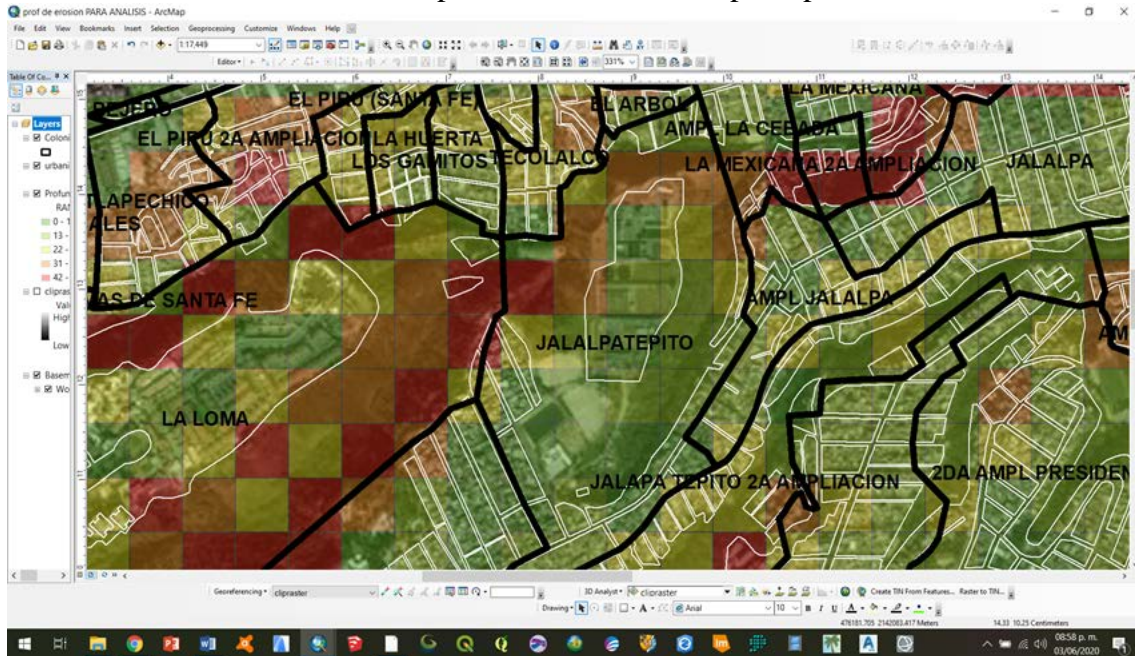
Elaboración propia con base en datos Raster, Software ArcScene.

Con base en los mapas finales, los porcentajes que continuación se detallan, son los resultados del trabajo empírico y de fotointerpretación, realizando acercamiento a la distintas zonas de estudio, las cuales revelan el área total de las colonias y la vulnerabilidad Muy Alta de deslizamientos de tierra con base en el porcentaje de las construcciones de asentamientos humanos regulares e irregulares (figura 14 -16), se le recomienda al lector contrastar el área total de la colonia y el porcentaje de vulnerabilidad urbana de las mismas para mejor comprensión (figura 17).



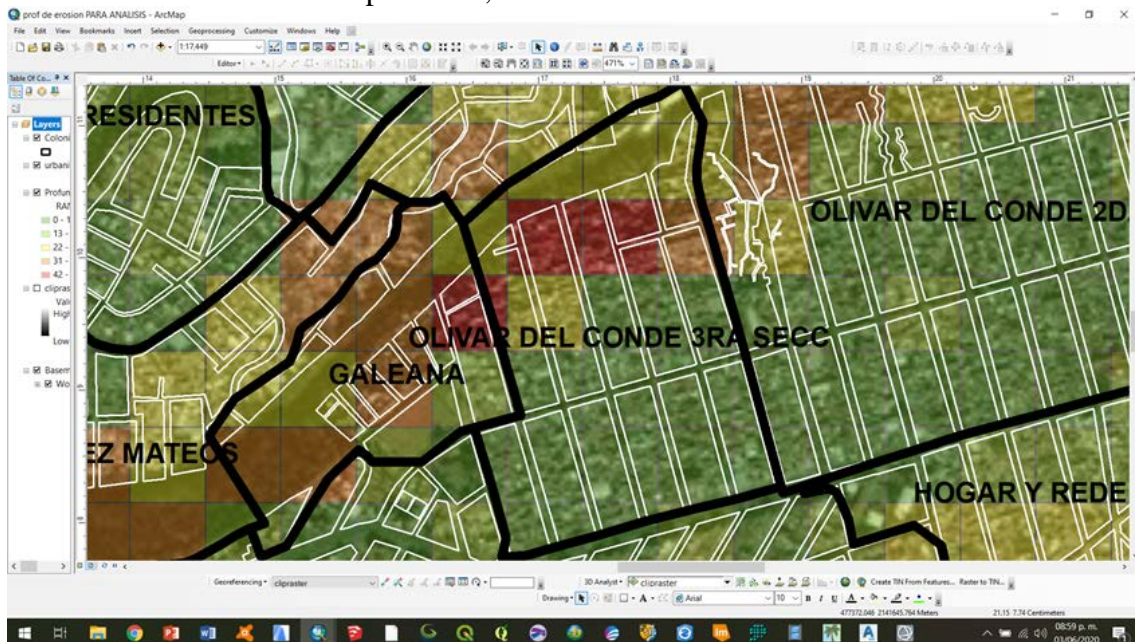
ZONAS URBANAS MARGINADAS VULNERABLES A DESLIZAMIENTOS DE TIERRA POR PROFUNDIDAD DE EROSIÓN, ZONA NORTE ALCALDÍA ÁLVARO OBREGÓN, CDMX, MÉXICO

Figura 14. Impresión de pantalla, vulnerabilidad Muy Alta del 5% según zonas urbanas con base en fotointerpretación, Colonia Jalapa Tepito.



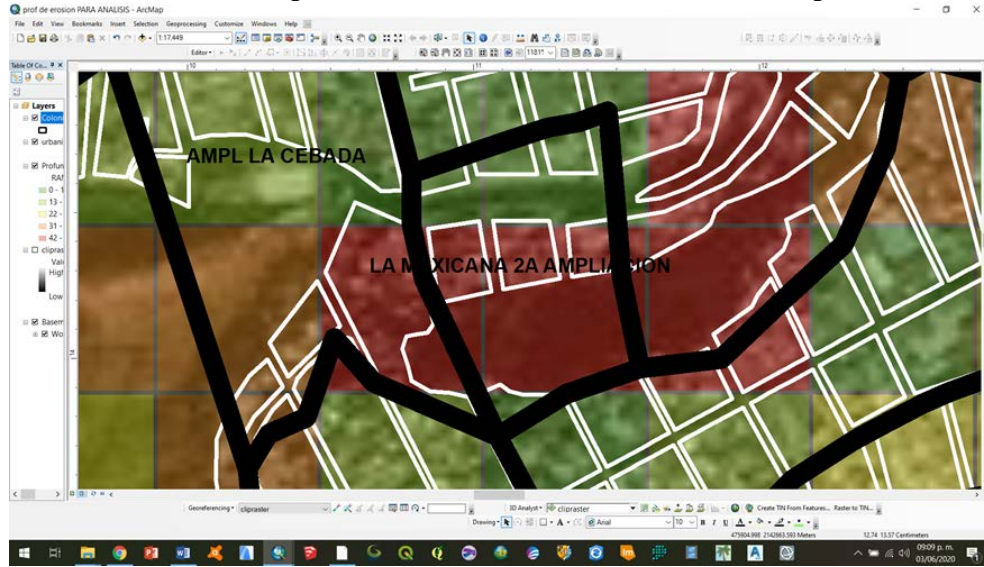
Fuente. Elaboración propia con Software Arc Gis.

Figura 15. Impresión de pantalla, vulnerabilidad Muy Alta del 15% según zonas urbanas con base en fotointerpretación, Colonia Olivar del Conde 3ra Sección.



Fuente. Elaboración propia con Software Arc Gis.

Figura 16. Impresión de pantalla, vulnerabilidad Muy Alta del 80 % según zonas urbanas con base en fotointerpretación, Colonia La Mexicana 2da Ampliación.



Fuente. Elaboración propia con Software Arc Gis.

Figura 17. Colonias con Muy Alta vulnerabilidad con base en la metodología del modelo y resultado final.

Colonia	Area total en m2	Vulnerabilidad Muy Alta según construcciones de asentamientos regulares e irregulares total del area de la colonia
Ampliación Corpus Chisti	2,034.76	100%
La Mexicana segunda ampliación	18,184.82	80%
El Pirú	63,008.86	40%
La cañada primera sección	26,330.42	40%
Tempranillo	12,971.52	35%
Mixcoac	221,788.16	35%
Ampliación la Cebada	46,304.27	25%
La Loma	526,236.48	20%
La Mexicana	118,241.60	20%
Ampliación Presidentes	175,702.39	15%
Olivar del Conde 3ra Sección	168,787.41	15%
Galeana	90,431.11	10%
Estado de Hidalgo	69,420.56	10%
Ave Real	68,394.25	10%
Lomas de Tarango	126,426.83	8%
Jalalpa Tepito	299,499.02	5%
La cañada	27,001.41	5%
Lomas de Capúla	248,758.11	5%
Jalalpa Tepito Segunda Ampliación	170,298.26	5%
Reacomodo Jalalpa el Grande	319,722.54	5%
Ampliación Tepeaca	92,172.95	5%
Álvaro Obregón Desarrollo Urbano	110,828.54	4%
Desarrollo Urbano el Piru	72,422.20	4%
La Presa Sección Hornos	67,807.00	3%
Presidentes	235,688.53	3%
Colinas del Sur	742,546.32	2%

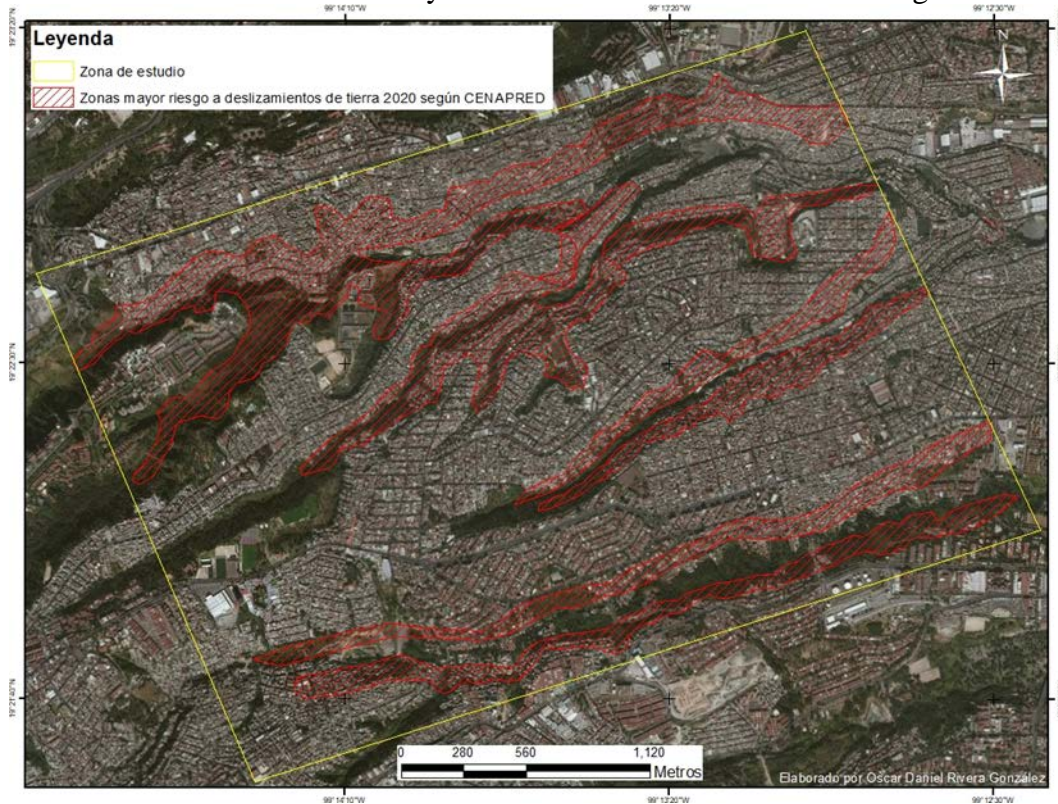
Elaboración propia.



## Discusión

Los resultados anteriores del modelo, contrastan la información otorgada hasta el momento por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) (figura 18), observándose que no todas las zonas urbanas regulares o irregulares en cuanto a su construcción arquitectónica en zonas de laderas son altamente vulnerables a un posible deslizamiento de tierra por grado de erosión, sería interesante que información emitida por el CENAPRED, sea complementada con la información y resultados obtenidos en este modelo para ser más certeros en las zonas de reubicación urbana urgente, por otro lado, es importante la toma de decisiones inmediata, para una adecuada reconfiguración urbana por parte de las autoridades Gubernamentales Mexicanas según los mapas obtenidos en el presente artículo, situando gradualmente zonas según el rango de profundidad de erosión, ejerciendo medidas de prevención en cuanto la concientización a los habitantes en las zonas con riesgo Medio y Alto, sin embargo en las colonias de Muy Alta vulnerabilidad con base en la erosión, se deberá urgentemente remover o reubicar a la población que en algún momento se verá afectada por algún acontecimiento geomorfológico, mismo que afectará a la infraestructura urbana, ocasionando pérdida de vidas humanas.

Figura 18. Zonas de vulnerabilidad Muy Alta ante deslizamientos de tierra según CENAPRED.



Elaboración propia con base en datos del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), Software ArcGis.

Es aquí donde las diferentes Secretarías de Estado en sus tres niveles de Gobierno, gestionen con mucha precisión la posible implementación de zonas de reubicación, sin perjudicar a la población, con una gestión social del riesgo bien reflexionada, concientizando las autoridades

a los pobladores de las posibles afectaciones que podrían sufrir sus viviendas al momento del derrumbe causado por algún deslizamiento de tierra y así evitar decesos por parte de los habitantes.

Por último, es importante replicar este modelo a nivel nacional e internacional, ya que la información con la que se realizó el mismo, se obtuvo de manera gratuita con datos de la NASA y podrá ser de utilidad en otros lugares de México y del mundo, ya que este modelo podría ser utilizado en bastantes zonas de la CDMX y República Mexicana que cuentan con características geomorfológicas similares a la zona de estudio.

## Bibliografía

- Alcántara I., (2000) *Landslides: ¿deslizamientos o movimientos del terreno? Definición, clasificaciones y terminología*, Editorial investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM número 41, Ciudad de México.
- Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), 2020, “Atlas Nacional de Riesgos”, sitio web del CENAPRED, México, disponible en: <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/visor-capas.html>, [fecha de acceso 01 de junio del 2020].
- Fariña J., (2013) *Manual de Diseño Bioclimático Urbano*, Editorial Instituto Politécnico de Bragança, Lisboa, Portugal.
- Gracia J., (1994) *Erosión*, Editorial Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), México.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2020, “Mapa INEGI descargas”, sitio web del INEGI, México, disponible en: <http://www.beta.inegi.org.mx/temas/mapas/relieve/continental/>, [fecha de acceso 3 de enero del 2020].
- Jacobs J., (2011), *Muerte y Vida de las grandes ciudades*, Editorial Capitán Swing, España.
- MVS Noticias, 2020, “Provoca lluvia deslizamientos de tierra y encharcamientos en el DF; no hay lesionados”, sitio web Periódico MVS Noticias, México, Disponible en: <https://mvsnoticias.com/noticias/seguridad-y-justicia/impacta-fuerte-lluvia-en-varias-zonas-del-valle-de-mexico-663/>, [fecha de acceso 2 de junio del 2020].
- National Aeronautics and Space Administration (NASA), 2020, “Earthdata”, sitio web de la NASA, Estados Unidos de América, disponible en: <https://vertex.daac.asf.alaska.edu/>, [fecha de acceso 19 de enero del 2020].
- Ruiz N., (2012) *La definición y medición de la vulnerabilidad social. Un enfoque normativo*. Editorial Investigaciones geográficas, (77), Ciudad de México.
- Suarez, J., (2009) *Deslizamientos: Análisis Geotécnico*, Editorial Geo tecnología, Colombia.
- Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), 2019, “La delegación Álvaro Obregón, de las zonas más peligrosas del país: Luna”, sitio web Periódico La Jornada, México, disponible en: <http://www.jornada.unam.mx/2007/12/23/index.php?section=capital&article=032n1cap>, [fecha de acceso 14 de abril del 2020].

ZONAS URBANAS MARGINADAS VULNERABLES A DESLIZAMIENTOS DE TIERRA POR PROFUNDIDAD  
DE EROSIÓN, ZONA NORTE ALCALDÍA ÁLVARO OBREGÓN, CDMX, MÉXICO

Universal, (2020) “En zonas de riesgo, 60% de los habitantes”, sitio web Periódico el Universal, México, Disponible en: <http://archivo.eluniversal.com.mx/notas/847033.html>, [fecha de acceso 22 de mayo del 2020].

Wilches G., (1993) *Los desastres no son Naturales*, Editorial Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina. Puerto Limón Costa Rica.