

Evaluation of susceptibility to mass movements in the micro-basin of the La Ospina stream in La Estrella, Antioquia, Colombia.

Evaluación a la susceptibilidad por movimientos en masa en la microcuenca de la quebrada La Ospina en la Estrella, Antioquia, Colombia.

David Ricardo Ramírez Martínez ^a

^a Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia. darramirezma@unal.edu.co

Abstract

The Quebrada La Ospina micro-basin is located between the municipalities of Itagüi and La Estrella, in the department of Antioquia. The case study seeks to obtain a susceptibility map for mass movements at a scale of 1:5000 from a bivariate statistical model called Frequency ratio model (Likelihood).

Keywords: La Ospina gorge, susceptibility; models, Landslides.

Resumen

La microcuenca de la Quebrada La Ospina se encuentra ubicada entre los municipios de Itagüi y La Estrella, en el departamento de Antioquia. El caso de estudio busca obtener un mapa de susceptibilidad por movimientos en masa escala 1:5000 a partir de un modelo estadístico bivariado llamado Frequency ratio model (Likelihood).

Palabras clave: Quebrada La Ospina; Susceptibilidad; Modelos; Movimientos en masa.

1 Introduccion

El área de la microcuenca de la Q. la Ospina es de 422.7 ha, la cual está comprendida en los municipios de la Estrella e Itagüi. Esta quebrada nace en el Alto del Romeral a 2.850 m.s.n.m. y desemboca en la quebrada Doña María a 1.570 m.s.n.m. La microcuenca de la quebrada La Ospina ha sido escogida como área de estudio debido a su geomorfología de cañones profundos, encañonados con paredes hasta subverticales, que va perdiendo su expresión geomorfológica al llegar a la desembocadura con la quebrada Doña María. Quebrada que históricamente ha generado muchas pérdidas debido a su comportamiento aluviotorrencial. La quebrada la Ospina al ser afluente de la quebrada Doña María también tiene importancia en la dinámica de transporte de sedimentos debido a su alta energía, así que es importante conocer la ocurrencia de los movimientos en masa en la microcuenca con el fin de evaluar la susceptibilidad a la ocurrencia de movimientos en masa cerca a el cauce de esta y cerca a sus afluentes de los cuales uno de ellos es captado para surtir de agua al municipio de la Estrella. Así que es interesante conocer la dinámica de los procesos geomorfodinamicos de la microcuenca para mitigar y prevenir posibles desastres futuros.

Para esta microcuenca se tomó la información generada por cartoantioquia escala 1:5000, específicamente lo que es el modelo de elevación digital con resolución de 2 metros x 2 metros, curvas de nivel espaciadas cada 25 metros, con las cuales se construyeron los mapas de aspectos, pendientes, altitud y curvatura. La geología y geomorfología se obtuvo a partir de la microzonificación sísmica del Valle de aburra escala 1:5000. [1]

La cuenca en general presenta una disminución de la altitud, curvaturas y pendientes en dirección Oeste-Este y es dominada por procesos denudativos tal y como se observa en la geología y geomorfología con una zona de lomos altos en unidades litológicas del complejo Quebradagrande en la zona Oeste y superficies suaves en unidades de flujos de lodos y escombros hacia el Este.

1.1 Generalidades

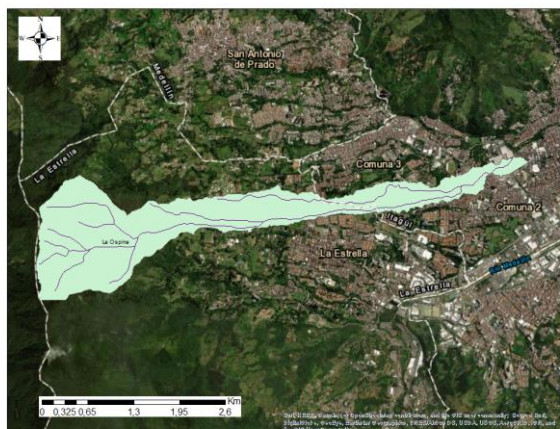


Figure 1. Localización de la microcuenca Q. La Ospina. Fuente: propia.

2 Cartografía base e información secundaria

La información utilizada se recopiló en función del área de la microcuenca ya que al ser pequeña la escala de trabajo debía tener el suficiente detalle para que las variables predictoras tuvieran suficientes clases y los valores de la varianza logren clasificar la susceptibilidad de forma cercana a la realidad.

Las variables predictoras utilizadas se dividen en dos, las primeras son las variables continuas tales como Aspectos, Curvatura, altitud y pendientes y las segundas son las variables categóricas de la geología y geomorfología. La escala de trabajo es de 1:5000 porque se contaba con un modelo de elevación digital con tamaño de píxel de 2m x 2m que se modificó para agilizar el procesamiento de los datos.

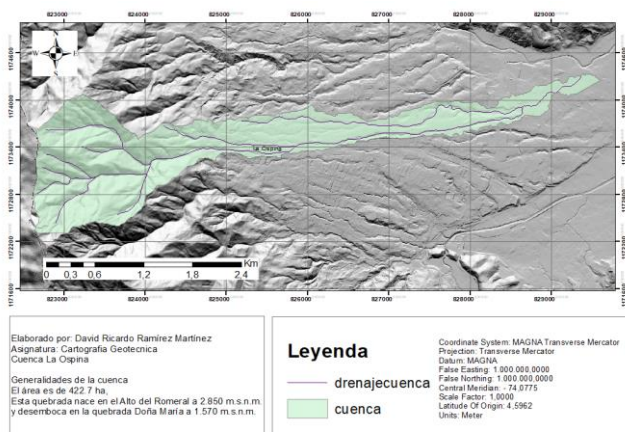


Figure 2. Generalidades de la microcuenca Q. La Ospina. Fuente: propia.

Tabla 1.
Variables independientes usadas en el método estadístico bivariado.

Modelo	Variables predictorias
Frequency ratio model (likelihood).	Aspectos
	Curvatura
	Altitud
	Pendientes
	Geología
	Geomorfología

Fuente: Propia

3 Inventario de movimientos en masa

El inventario de movimientos en masa para la cuenca de la Ospina se realizó en base a 3 fuentes de información, la primera fuente es propia ya que se hizo una visita a campo y se encontraron dos movimiento en masa tipo deslizamiento, la segunda son datos compartidos por la alcaldía del municipio de la Estrella y estos datos no tienen información temporal, solo la ubicación del evento y por ultimo a partir de análisis multitemporal de imágenes satelitales de Google earth, a continuación se muestra la tabla con los tipo de movimientos en masa y su fecha de imagen satelital y el mapa de los movimientos en masa asociados a un punto en el espacio.

Tabla 2.
Inventario de movimientos en masa.

[illegible]

deslizamiento	1/31/2001
deslizamiento	1/31/2001
deslizamiento	1/31/2001
deslizamiento	1/31/2001
deslizamiento	1/31/2001
deslizamiento	1/31/2001
deslizamiento	1/31/2001
deslizamiento	1/31/2001
deslizamiento	1/31/2001
deslizamiento	1/31/2001
deslizamiento	1/31/2001
deslizamiento	Visita a campo 2/10/2023
deslizamiento	Visita a campo 2/10/2023
deslizamiento	Sin información
deslizamiento	Sin información

Fuente: Propia

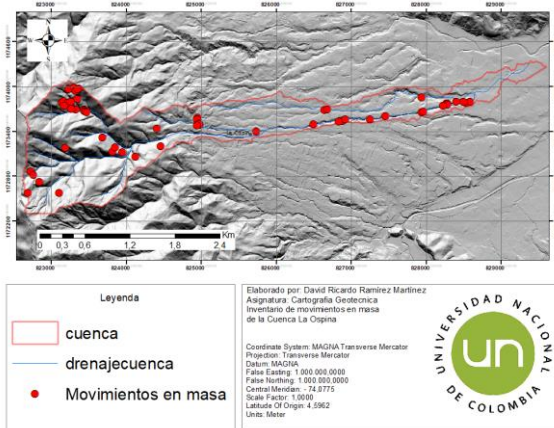


Figura 3. Mapa de MenM tipo punto de la microcuenca Quebrada La Ospina, La Estrella, Antioquia.

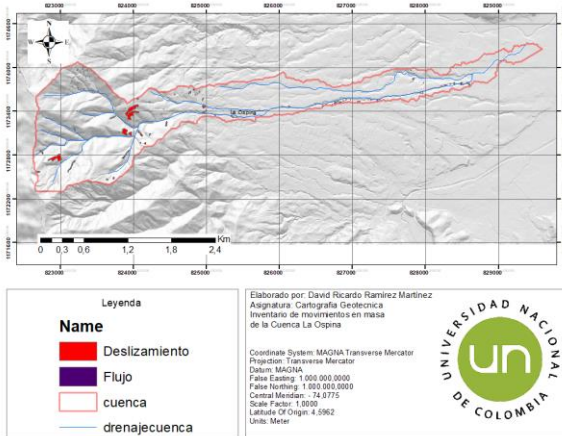


Figura 4. Mapa de MenM multitemporal de la microcuenca Quebrada La Ospina, La Estrella, Antioquia.

Este inventario cuenta con 49 movimientos en masa tipo deslizamiento, con 9 movimientos en masa tipo flujo para un total de 58 movimientos en masa.

4 Análisis exploratorio de datos

Las variables predictoras son aquellas que influyen o hacen parte de la causa de la ocurrencia de los movimientos en masa, cuando se tiene variables parecidas entre sí, es decir que se

correlacionan se le está agregando un error al modelo debido a que ambas pueden tener un peso considerable que haga que el modelo crea que en esa parte es más susceptible la zona, para evitar estos errores hay que hacer una selección de variables que optimicen el modelo y además ayude a que el proceso de cómputo de los software sea más sencillo, para esto se analiza la correlación de todas las variables, su relación con la variable dependiente (Inventario de MenM) y el análisis de componentes principales (PCA).

La correlación de todas las variables nos está indicando que la altitud, geología, geomorfología y la pendiente son muy parecidas como se observa en la figura 5 y no sería necesario trabajar con estas cuatro al tiempo, en la figura 7 se observa que las variables con mejor relación con la variable dependiente son las variables predictoras de altitud y la pendiente. Por último, buscamos que el modelo tenga una buena varianza para que su capacidad de predecir sea buena y esto se logra con el análisis de componentes principales que como se observa en la figura 6 se puede escoger geomorfología en el componente principal 1, curvatura como componente principal 2, aspectos como componente principal 3 y geología como componente principal 4. Esto quiere decir que el modelo se puede reducir a cuatro variables y tener un buen porcentaje de predicción.

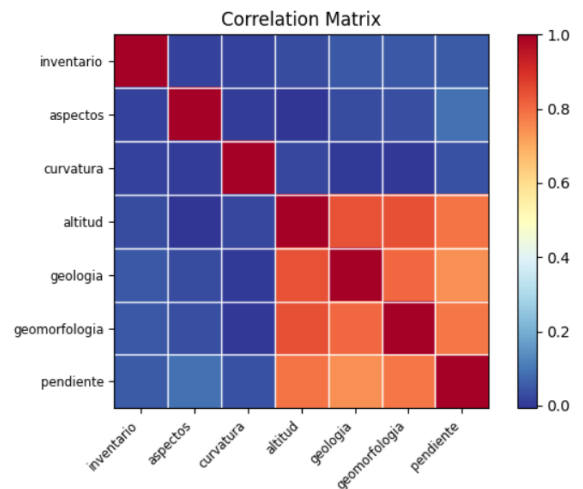


Figure 5. Matriz de correlación de todas las variables. Fuente: propia.

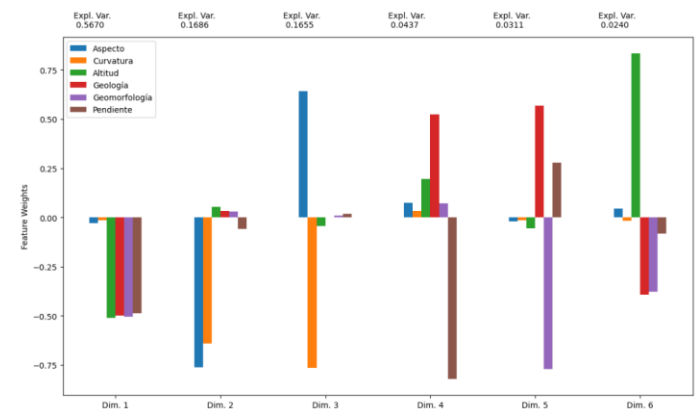


Figure 6. Peso de las variables según los componentes principales. Fuente: propia.

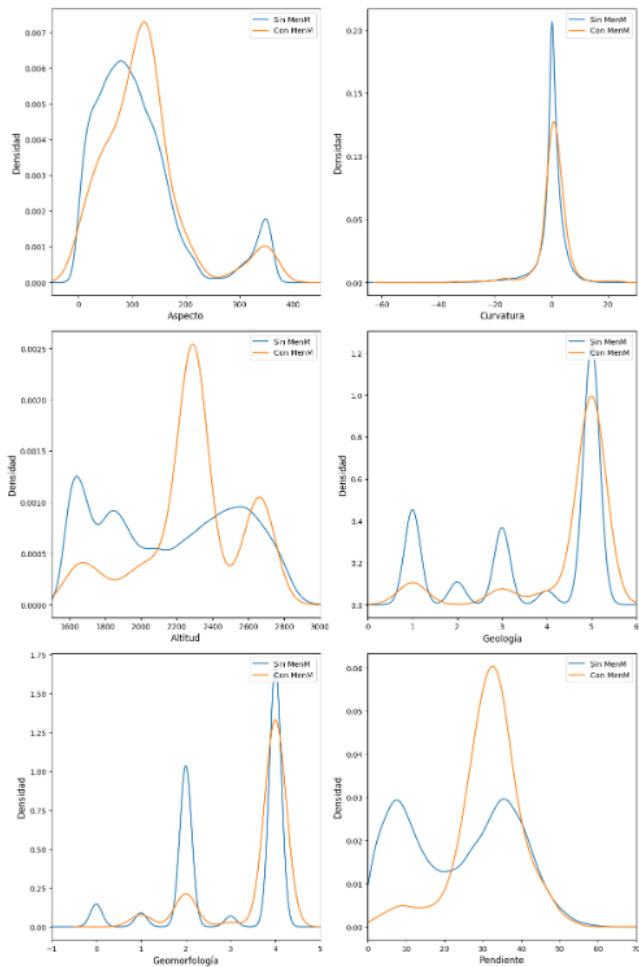


Figure 7. Análisis multivariado. Fuente: propia.

5 Frequency ratio model (Likelihood).

Con este método se busca evaluar la probabilidad espacial y al igual que los otros métodos bivariados este método calcula un peso para cada clase perteneciente a cada variable

$$Wn = \frac{Lr}{Ar} \quad (1)$$

Donde Lr es porcentaje de MenM totales que tiene la clase n y Ar es el porcentaje de área total que representa esa clase

$$Lr = \frac{L_{clase}}{L_{total}} \quad (2)$$

$$Ar = \frac{A_{clase}}{A_{total}} \quad (3)$$

Finalmente, la susceptibilidad es la suma del peso de cada clase a la que pertenece cada variable [2]

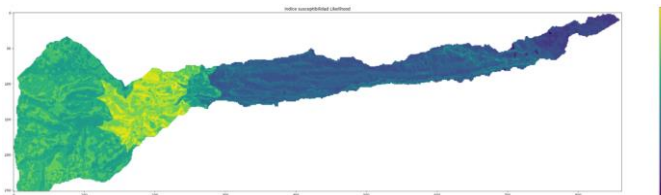


Figure 8. Índice de susceptibilidad del método. Fuente: propia.

Se puede observar que la zona con más susceptibilidad a que ocurran movimientos en masa es la zona donde hay transición de lomos a superficies suaves y donde hay rocas volcanosedimentarias del complejo Quebradagrande. Así como en los alrededores de los afluentes y las líneas de escorrentía asociadas a la quebrada La Ospina.

6 Evaluación del método Frequency ratio model (likelihood)

La evaluación del modelo bivariado se hizo a partir de la curva ROC que compara los valores verdaderos positivos (Y) contra los falsos positivos (X) como se puede ver en la figura 9 y esta nos indica que el modelo tiene el 75% de aciertos o sea el 25% de desaciertos y se concluye que el modelo es una buena representación de la realidad ya que tiene un buen desempeño y es un modelo que puede ser capaz de predecir movimientos en masa bajo otras variaciones de las clases de las variables predictoras. [2]

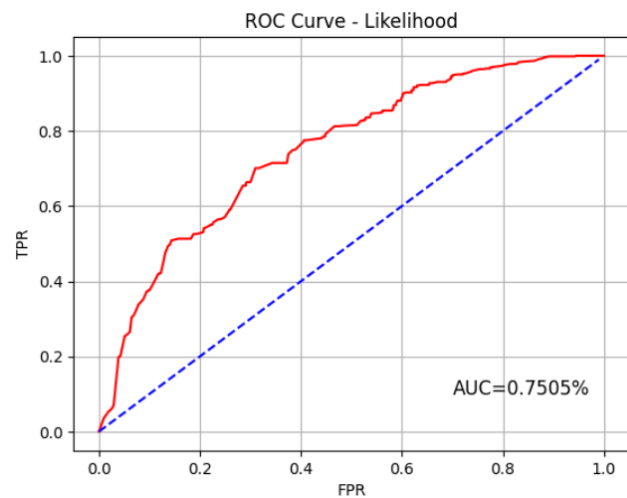


Figure 9. Índice de susceptibilidad del método. Fuente: propia.

7 Referencias

- [1] Cartoantioquia de 2010, directorio de servicios REST de Arcgis. https://www.medellin.gov.co/mapas/rest/services/ServiciosCiudad/IM_AGEN_WEBM/MapServer
- [2] E. Aristizábal, Libro Cartografía Geotécnica. Universidad Nacional. https://edieraristizabal.github.io/Libro_cartoGeotecnia/.