

# ZONIFICACIÓN DE ÁREAS VULNERABLES A MOVIMIENTOS DE MASA EN LA CUENCA DEL ARROYO VAQUERÍAS, VALLE HERMOSO, CÓRDOBA. ARGENTINA

Cejas Gabriela (1), Ayala Rosa(1), Tissera Germán(1) y Calvi Marcelo(1)

<sup>(1)</sup> Universidad Nacional de Córdoba. Argentina

## RESUMEN

En la actualidad existe una enorme cantidad de problemas que afectan a las sociedades, entre los que se destacan amenazas del tipo movimientos de masa, ya que, representan un potencial destructivo. De allí surge la necesidad de conocer, investigar y describir los procesos y/o eventos naturales que afecten o puedan afectar de una manera directa a la sociedad y así establecer una base conceptual de los mismos, la cual servirá para el desarrollo del presente trabajo. Los movimientos de masa según como los define Varnes (1978), son movimientos hacia abajo y/o hacia fuera, de materiales que forman una ladera o talud, debido a la influencia de la gravedad a partir de un factor que sirve de detonante o fuerza natural desencadenante como son los sismos, procesos volcánicos, presión de gases y exceso de humedad. El presente trabajo plantea la zonificación de áreas susceptibles y la evaluación de niveles de vulnerabilidad ante amenazas del tipo movimientos de masa, en la Cuenca del Arroyo Vaquerías, Valle Hermoso, Córdoba, Argentina. Para lograr este propósito se tomó como base la metodología propuesta por Ferrer y Laffaille (2004), se analizan los aspectos más resaltantes de las condiciones para establecer el comportamiento de la misma y definir los grupos de limitantes y áreas críticas en base a los niveles de susceptibilidad. De acuerdo a lo estudiado existe una franja central de alta pendiente con condiciones geológicas y geomorfológicas críticas. La presencia de deslizamientos y desprendimientos de suelo y roca indican en la Cuenca del Arroyo Vaquerías que posee una alta susceptibilidad de movimientos de masa. Este sector estudiado posee edificaciones e infraestructura vial con alta vulnerabilidad a este tipo de amenazas, destacándose el tramo “Bajada a Valle Hermoso” de la Ruta Provincial E57, casi en su totalidad.

**Palabras Claves:** Susceptibilidad, Vulnerabilidad, Amenazas de Movimientos de Masa.

## SUMMARY

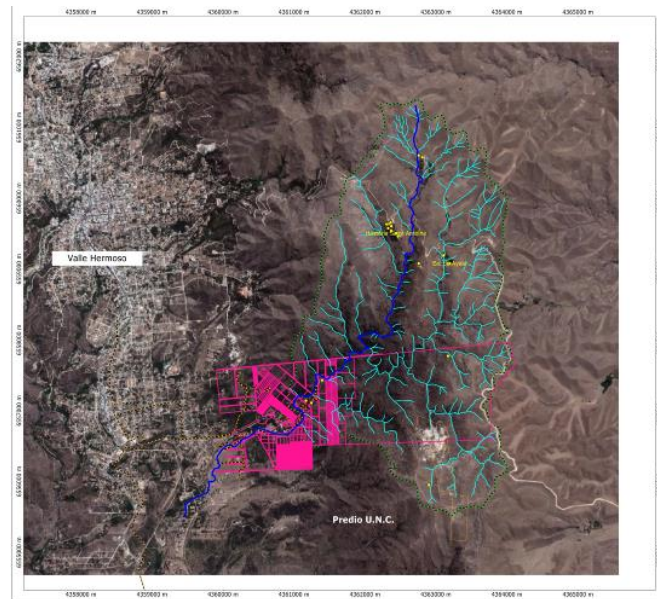
Currently there are many problems that affect societies, standing out landslides, because represent a destructive potential. Hence we need to know, investigate and describe the processes and / or natural events that affect or may affect in a direct way to society, and establish a conceptual basis of them, which will help the development of this work. Landslides according as defined Varnes (1978) are movements downwards and / or outwards, of materials forming a slope or embankment, due to the influence of gravity from a factor that serves as a trigger or force Natural trigger such as, seismic, volcanic, gas pressure and excess moisture. This paper proposes zoning of susceptible areas, and evaluation of the levels of vulnerability to threats of mass movement in the Vaquerias Creek Watershed, Valle Hermoso, Córdoba, Argentina. To achieve this purpose the methodology proposed by Ferrer and Laffaille (2004) was used, analyzing the most important aspects of the conditions to set the behavior of the methodology and define groups of constraints and critical areas based on levels of susceptibility. According to the study there is a central band of high slope with geological and geomorphological critical conditions. The presence of landslides of soil and rock, shown in Vaquerías Creek Watershed has a high susceptibility to mass movements. This studied sector have buildings and road infrastructure highly vulnerable to such threats, especially "Descent to Valle Hermoso" (Provincial Highway E57) section, almost entirely.

**Keywords:** Susceptibility, Vulnerability, Threats of Mass Movements.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, una enorme cantidad de los problemas que afectan a las sociedades humanas son causados por los fenómenos naturales, entre los que se destacan los desbordes por crecidas de los ríos y los movimientos de masa, ya que estos eventos son potencialmente destructivos. De allí surge la necesidad de evaluar áreas donde puedan suscitarse este tipo de eventos que afecten a la sociedad. La

evaluación de vulnerabilidad tiene como objetivo de conocer y/o estimar el potencial de afectación de un fenómeno natural en un área determinada. Tal es el caso de la Cuenca del Arroyo Vaquerías que se encuentra ubicada en el escarpe de falla de las Sierras Chicas de Córdoba, al borde y pie de los taludes, los cuales pueden verse afectado por movimientos gravitacionales de ladera. En este sentido, se plantea la inquietud de orientar este trabajo a la zonificación de áreas susceptibles y a la evaluación de niveles de vulnerabilidad ante amenazas del tipo movimientos de masa (Ayala, 2006). Se toma en consideración que el área de estudio podría ser afectada por movimientos de masa provenientes de los taludes, hecho este que constituye un factor de riesgo para el sector. El área de estudio se ubica en el centro de las Sierras Chicas, entre los meridianos  $64^{\circ} 26'$  -  $64^{\circ} 28'$  long. Oeste y los  $31^{\circ} 08'$  -  $31^{\circ} 05'$  lat. Sur, coincidente con la Cuenca del Arroyo Vaquerías, en Valle Hermoso, Provincia de Córdoba.



*Figura 1*

Desde el punto de vista geológico se presentan afloramientos de intrusiones graníticas paleozoicas y terrenos mesocenoicos. El basamento cristalofílico está compuesto por gneises, esquistos tonalítico-biotíticos, cuarcitas micáceas, anfibolitas, mármoles y filitas, cuya estructura es predominantemente homoclinal con buzamientos de alto ángulo. Hacia el Este se produce el contacto con la cubierta mesocenoica constituida por conglomerados y areniscas continentales. Corresponde a un clima templado húmedo con estación invernal seca y con verano caluroso. La temperatura media anual para la comarca es de  $16,6^{\circ}\text{C}$ . La red de drenaje es del tipo dendrítica. La precipitación media anual es de 790 mm. El sector montañoso tiene pendientes muy pronunciadas donde las fuerzas gravitacionales tienen marcada influencia en su estabilidad, afectando tanto al sustrato rocoso como a la cobertura superficial. Taxonómicamente, los suelos se clasifican como Ustorthentes típicos o paralíticos. Los suelos presentan, texturas arenosa franca y franca arenosa que se mantiene bastante homogénea en profundidad

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Los modelos de alteración del paisaje se construyen con la ordenación sistemática de la información, que describe las características esenciales de los fenómenos involucrados. Estos modelos son fundados a través, de la adquisición e interpretación de datos fundamentales, necesarios para caracterizar los paisajes erosionados y para comprender el proceso por medio del cual se han degradado. El objetivo principal fue determinar las áreas que tienen un comportamiento crítico para así definir los niveles de susceptibilidad a amenazas del tipo movimientos de masa. Para lograr dicho objetivo se asignaron calificaciones o valores a cada parámetro geológico y geomorfológico, de acuerdo a su grado de influencia sobre la susceptibilidad al tipo de amenazas mencionadas.

Luego siguiendo la metodología propuesta, el siguiente paso es transformar los valores de los

indicadores de cada factor en una escala homogénea mediante la confección de mapas temáticos. Estos mapas se construyeron mediante la conversión de la información cartográfica básica de formato analógico a digital para el SIG Vaquerías Kufner, (2012) se realizó el diseño de la estructura de la base de datos, capas de información gráfica y alfanumérica, realizando para ello la normalización de la información existente, relacionada con las diferentes áreas temáticas. Para la información geológica de la microcuenca, se utilizó el mapa elaborado por Ayala (2014); a su vez este sirvió como base para analizar los rasgos geomórficos presentes en el área de estudio; la información obtenida del mapa fue mejorada a partir de las fotografías aéreas y levantamiento de campo. Una vez que se adquirió la información temática se obtuvieron los resultados como el mapa de zonificación de áreas susceptibles ante amenazas del tipo de movimientos de masa.

## RESULTADOS Y ANÁLISIS

Los resultados obtenidos revisten de gran importancia para la definición de los niveles de susceptibilidad y de vulnerabilidad en el sector. La pendiente es un factor analizado de gran relevancia alcanzando valores mayores a 45° grados que coinciden con algunas zonas escarpadas de los taludes y cubren un área amplia área central de la Cuenca del Arroyo Vaquerías, donde se ubica el tramo “bajada a Valle Hermoso” de la ruta provincial E57. En el área de estudio se encuentran tres unidades geomorfológicas como son el área cumbral: conglomerados; el área vertiente moderadamente disectada: metamorfitas y el área vertiente muy disectada: metamorfitas, las cuales fueron estudiadas para explicar su susceptibilidad a sufrir amenazas por movimientos de masa. A partir de la categorización mineral se dividieron a las rocas analizadas en 3 grupos: las rocas que presentan un mayor grado de estabilidad, Granito y Gneis. Las rocas que presentan valores de estabilidad bastante limitados como Anfibolita y Gneis. Los esquistos de alterabilidad muy importante, lo que hace que se comporten de manera muy inestable. A partir del análisis de los difractogramas obtenidos de las muestras se estableció que el grupo de arcilla predominante es *illita*, por lo que podemos concluir que el proceso de hidrólisis ha actuado con gran intensidad. Las arcillas del grupo de la *caolinita* siguen en abundancia, las cuales pueden estar influyendo activamente en la inestabilidad del macizo dado por los cambios volumétricos que experimentan. La composición de los minerales del grupo de la arcilla en la secuencia sedimentaria estudiada es heterogénea, generando por lo tanto comportamientos de colapsabilidad diferenciados. Existen variaciones de humedad en el área de estudio, los cuales permiten los cambios volumétricos experimentados por la *illita* que terminan provocando daños estructurales a las obras viales. Los niveles de susceptibilidad quedan representados en una planta cartográfica digitalizada en diferentes capas, que da como resultado un mapa de niveles de susceptibilidad a movimientos de masa, sobre la base de los criterios para definir los niveles de susceptibilidad.

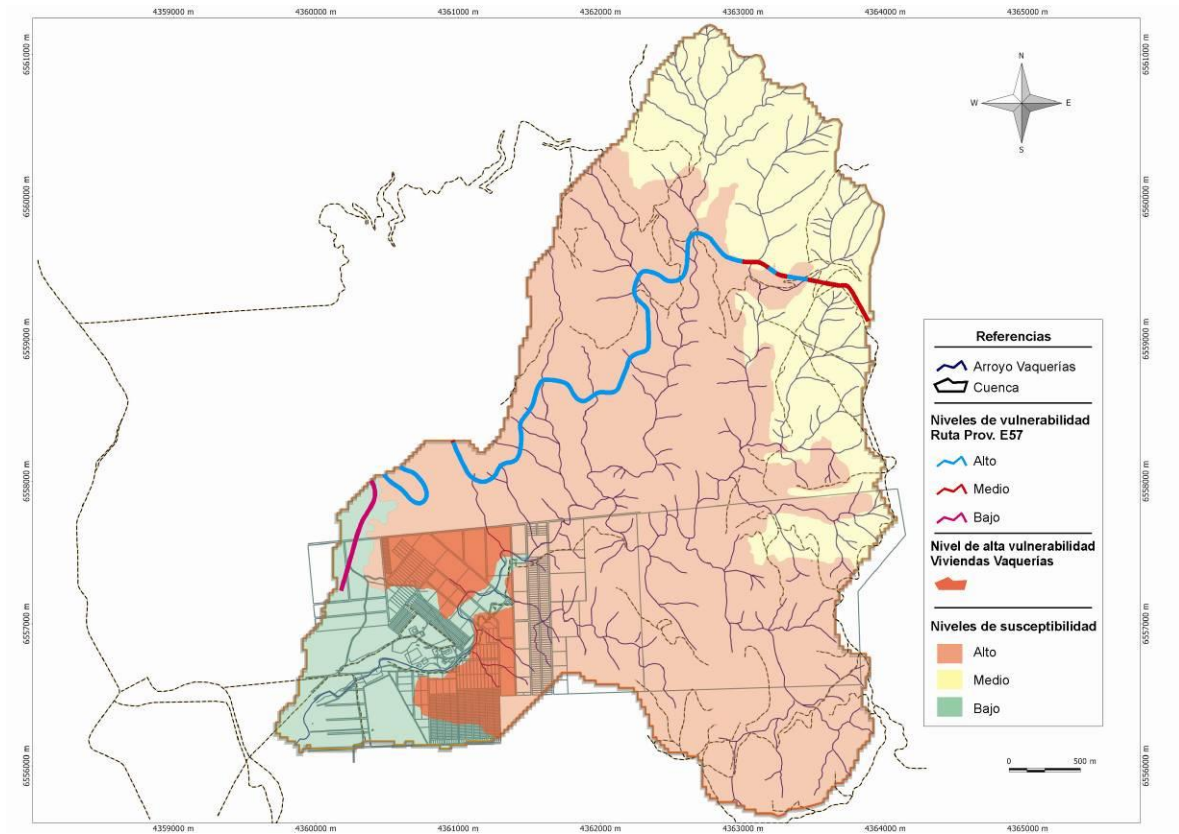
## CONCLUSIONES

Analizando los mapas temáticos diseñados y los obtenidos a partir de la valoración podemos indicar las áreas de amenaza potencial de deslizamiento en toda la cuenca. Las condiciones litoestructurales y los valores de pendiente son adecuados para la generación de movimientos de masa, según se puede observar en el mapa de vulnerabilidad (Figura 2) solo basta la acción de algún evento detonante, que puede ser de origen sísmico o hidroclimático, para generar nuevos procesos o reactivar otros. Un amplio sector central de la Cuenca del Arroyo Vaquerías presenta un nivel alto de vulnerabilidad, lo cual reviste gran importancia ya que esto define las áreas que están propensas a verse afectadas por movimientos de masa.

## REFERENCIAS

1. Ayala Rosa, Cejas Gabriela, Villalba Ignacio, Tissera Germán, (2014). Caracterización de las rocas aflorantes en la zona de “Bajada a Valle Hermoso” de la Ruta Provincial E 57. Iº Jornadas de Actualización de la Reserva Natural de Vaquerías. Córdoba Argentina. CD-ROM-ISBN: 978-987-33-5086-3-1-Ecología. 2- Biología. 3- Actas de congreso. I Título.CDD 570
2. Ferrer, C. y Laffaille, J. (2004). Una aproximación al estudio de niveles de susceptibilidad en un barrio en la ciudad de Mérida-Venezuela. Revista Geográfica Venezolana, Vol. 45(1) 2004, 11-34
3. Kufner, M. et al. (2012). Plan Maestro de Manejo Reserva Natural de Vaquerías. Editorial UNC. 375 pag. Córdoba. Argentina.

4. Suárez, J. (1998). Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales. Escuela de Ingeniería Civil. Universidad Industrial de Santander, 557 pag. Bucaramanga- Colombia
5. Varnes, D. (1978). Slope Movement: Types and Proceses. In Schuster y Krizek, 1978: Landslides: Analysis and Control. Special report 176. Transportation Research Board, Comisión on Sociotechnical Systems, National Research Council. National Academy of Sciences, pp 11-33, Washington, D.C. Issue Number: 176, Publisher: Transportation Research Board ISSN:0360-859X



**Figura 2** Mapa de susceptibilidad y vulnerabilidad para la Cuenca del arroyo Vaquerías