

## SUSCEPTIBILIDAD A LOS MOVIMIENTOS EN MASA EN LAS ÁREAS DE BULDIBUYO-TAYABAMBA, LA LIBERTAD – PERÚ

Griselda Luque

INGEMMET, Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico. Av. Canadá 1470, San Borja, Lima- Perú  
Email: gluque@ingemmet.gob.pe

### INTRODUCCIÓN

Los movimientos en masa son considerados como eventos importantes que ocasionan desastres en cualquier región, afectan en diferente grado las poblaciones, vías de comunicación, infraestructura, etc. Así mismo interrumpen actividades normales en ciudades, pueblos y carreteras todos los años, provocando daños y muerte a sus habitantes y causando serias pérdidas económicas (PMA: GCA, 2007). Generando altos costos en los trabajos de recuperación de las zonas afectadas, como resultado de una deficiente o nula aplicación de estrategias para reducción de desastres, así como la falta de cultura de prevención. Por todo ello se consideran muy importantes su reconocimiento y evaluación

El crecimiento acelerado de la población y su desordenada ubicación espacial, es uno de los mayores problemas del área de estudio, si a esto le sumamos la falta de ordenamiento territorial y educación ambiental, como consecuencia tenemos una gran parte de la población e infraestructuras ubicadas en zonas vulnerables a los movimientos en masa, expuestas principalmente a deslizamientos, derrumbes, flujos y erosión de laderas, las cuales ocasionan serias limitaciones al desarrollo socioeconómico del área de estudio porque generan altos costos en los trabajos de recuperación y remediación de las zonas afectadas. La gente es más vulnerable cuando no tiene conciencia de las amenazas que ponen en peligro su vida y sus bienes. (EIRD/ONU, 2004).

En este contexto, la necesidad de contar con una herramienta que sirva para realizar trabajos de planificación del territorio en la zona de estudio, para lo cual se ha realizado el análisis de susceptibilidad a la ocurrencias de movimientos en masa mediante un SIG, que involucra a 07 distritos importantes de la provincia Pataz, dentro de los cuales se encuentra ubicada su capital, Tayabamba.

### UBICACIÓN

La zona de estudios se enmarca dentro de la región La Libertad, al Noreste de la localidad de Trujillo dentro de la provincia de Pataz, y conforma parte de la jurisdicción política de los distritos de Chillia, Buldibuyo, Huaylillas, Ongón, Taurija, Urpay y Tayabamba, en las coordenadas UTM WGS 84: 225000 - 251000 Este, 9102000-9080000 Norte, abarcando una extensión superficial de 572 km<sup>2</sup>.

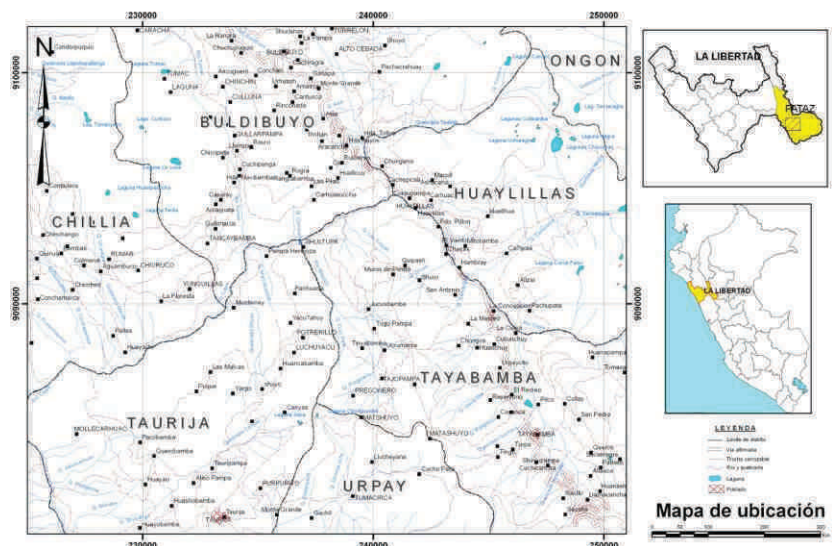


Figura 01: Ubicación del área de estudio.

Morfológicamente, se ubica dentro de las unidades denominadas Cordillera Oriental y Valle del Marañón. A una altitud que varía entre 2000 hasta 4200 m.s.n.m. (Figura 01).

## ANÁLISIS DE LA SUSCEPTIBILIDAD A LOS MOVIMIENTOS EN MASA

Para el análisis de susceptibilidad se utilizó el método bivalente, que se caracteriza porque relaciona mapas de factores condicionantes y densidad de peligros; de esta forma, para nuestro análisis se tiene como variable independiente el mapa de inventario de movimientos en masa (caída, deslizamientos, movimientos complejos, flujos, reptación de suelos y erosión de laderas) en las zonas de Buldibuyo, Huaylillas y Tayabamba.

Para hacer un buen análisis de susceptibilidad, los datos de entrada son determinantes. De esta manera los factores condicionantes considerados en la evaluación de la susceptibilidad a los peligros geológicos fueron: litología, geomorfología, cobertura vegetal y pendiente. El análisis estadístico, se basa principalmente en identificar y determinar cuantitativamente el peso o grado de influencia que cada factor intrínseco tiene en la generación de los fenómenos de movimientos en masa (Ojeda et al., 2001). Para hallar el peso, primero se realiza el cruce de cada una de las capas temáticas de los factores condicionantes considerados en el análisis, con cada uno de los tipos de movimientos en masa de la capa inventario de movimientos en masa, de esta manera se obtiene los valores de áreas de cada uno de los peligros geológicos presentes dentro de cada una de las unidades cartográficas diferenciadas dentro de los mapas de factores condicionantes (Figura 02).

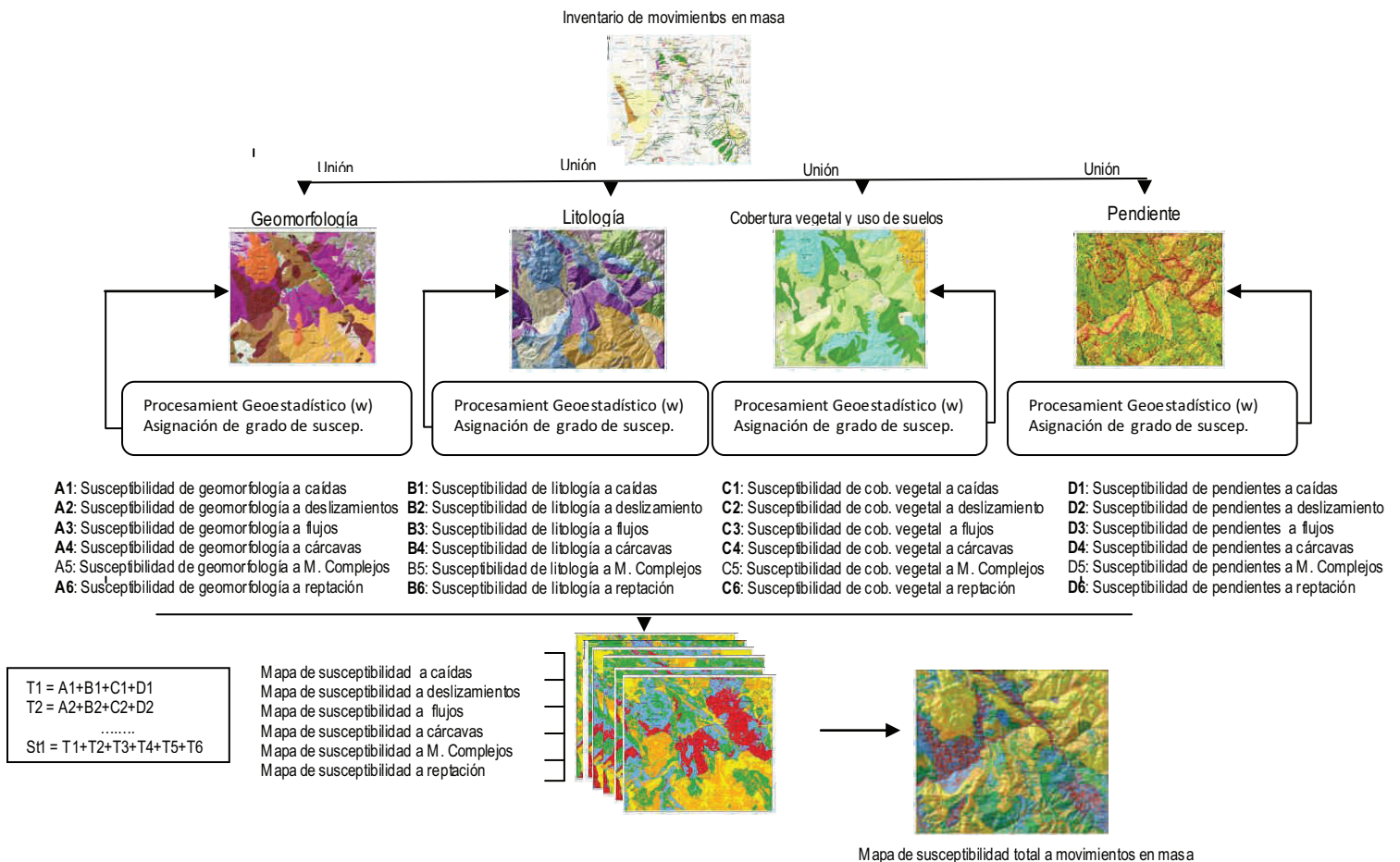


Figura 2. Proceso para obtener el mapa de susceptibilidad a los peligros geológicos utilizando un SIG.

Una vez obtenidos estos valores de áreas, se convierten a porcentajes y se aplica la metodología propuesta por Hermanns et al., (2007), en donde plantea que el peso ( $W_i$ ) para cada una de las unidades de atributo diferenciadas en los mapas de factores que influyen en la ocurrencia de peligros, se obtiene dividiendo el porcentaje del área total que ocupa un determinado tipo de peligro en una unidad de atributo de factor evaluado entre el porcentaje del área total de la misma unidad de atributo del parámetro evaluado, así se tiene la siguiente fórmula:

$$W_i = \frac{\% \text{ del \u00e1rea total ocupada por un determinado tipo peligro en una unidad de atributo del par\u00e1metro evaluado.}}{\% \text{ del \u00e1rea total de la unidad de atributo del par\u00e1metro donde se encuentra el movimiento evaluado.}}$$

Donde:  $W_i$ : es el peso de cada unidad de atributo.

Estos valores obtenidos con la f\u00f3rmula 01 son utilizados para reclasificar los mapas de factores que interviene en el an\u00e1lisis, en grados de susceptibilidad. Los movimientos en masa son codificados como de tipo 1 al 6. Una vez establecida esta relaci\u00f3n se recodifican o reclasifican los valores de pesos iniciales (de las unidades cartogr\u00e1ficas del terreno en t\u00e9rminos de susceptibilidad). Como paso previo a esta reclasificaci\u00f3n de valores de pesos ( $W$ ) obtenido del an\u00e1lisis, es esencial transformar cada una de las capas de vector (litolog\u00eda, geomorfolog\u00eda, cobertura vegetal y mapa de inventario de peligros geol\u00f3gicos) a formato raster en el SIG.

Estos valores, una vez reclasificados en rangos de susceptibilidad aplicando el an\u00e1lisis de grupos no jer\u00e1rquicos (cuadro 01), son introducidos en cada uno de las capas raster de factores condicionantes, obteni\u00e9ndose capas raster con valores de susceptibilidad para cada uno de los movimientos en masa evaluados. Ahora sumando las cuatro capas raster de susceptibilidad de los factores condicionantes a las ca\u00eddas de rocas, se obtiene un mapa de susceptibilidad a la ca\u00edda de rocas basado en los cuatro factores condicionantes considerados.

*Cuadro 05: Intervalos de susceptibilidad para cada capa de vector*

| VALOR | INTERVALO LITOLOG\u00cdA | INTERVALO GEOMORFOLOG\u00cdA | INTERVALO COB. VEGETAL | INTERVALO PENDIENTE | CATEGOR\u00cdA SUSCEPTIBILIDAD |
|-------|--------------------------|------------------------------|------------------------|---------------------|--------------------------------|
| 1     | 0 - 0,94                 | 0 - 2,14                     | 0 - 1,26               | 0 - 0,62            | Muy Baja                       |
| 2     | 0,94 - 4,64              | 2,14 - 5,16                  | 1,26 - 2,51            | 0,62 - 1,26         | Baja                           |
| 3     | 4,64 - 5,87              | 5,16 - 7,75                  | 2,51 - 3,77            | 1,26 - 1,89         | Media                          |
| 4     | 5,87 - 9,29              | 7,75 - 20,23                 | 3,77 - 5,03            | 1,89 - 2,52         | Alta                           |
| 5     | 9,29 - 11,62             | 20,23 - 122,99               | 5,03 - 6,23            | 2,52 - 3,33         | Muy Alta                       |

Se opera de manera similar para obtener el mapa de susceptibilidad del terreno a los deslizamientos, flujos de detritos (huaycos), movimientos complejos, reptaci\u00f3n de suelos y erosi\u00f3n de laderas. El mapa de susceptibilidad total a los movimientos en masa es obtenido por adici\u00f3n de estas seis capas de susceptibilidad seg\u00fan el tipo de movimiento en masa (Figura 03). Este mapa final es reclasificado en rangos de susceptibilidad que van desde muy baja hasta muy alta.

## CONCLUSIONES

El SIG es una herramienta \u00fatil para los planificadores la cual facilita la toma de decisiones en una etapa preliminar. Adem\u00e1s de la rapidez con que se realiza el cruce de las diferentes capas tem\u00e1ticas en el SIG, consideradas como par\u00e1metros condicionantes de la inestabilidad con el mapa de inventario de movimientos en masa, representa una gran ventaja para la aplicaci\u00f3n del m\u00e9todo bivariente, el cual utiliza el an\u00e1lisis estad\u00edstico de densidad de peligros geol\u00f3gicos presentes en cada unidad diferenciada dentro de cada uno de los mapas de par\u00e1metros condicionantes, reduciendo el factor subjetivo del experto cuando realiza el an\u00e1lisis de susceptibilidad y adjudica los valores de pesos a las unidades de los mapas de factores condicionantes.

El mapa de susceptibilidad indica la posibilidad de ocurrencia, que deviene de la combinaci\u00f3n de factores intr\u00ednsecos, condicionantes, identifica \u00e1reas potenciales donde se pueden generar peligros geol\u00f3gicos pero no la totalidad de zonas que se ver\u00e1n afectadas, tampoco asegura que el evento vaya a ocurrir, no predice el periodo de tiempo durante el cual podr\u00eda presentarse. Es una herramienta de planificaci\u00f3n y de toma de decisiones, pero no de dise\u00f1o de obras.

De acuerdo al mapa de susceptibilidad a los movimientos en masa, se tiene cinco tipos de \u00e1reas de susceptibilidad en la zona de estudio. Las de alta a muy alta susceptibilidad se localizan principalmente en Tayabamba, Buldibuyo y Bellavista. Las \u00e1reas de susceptibilidad media se presentan en La Pampa, Pisconyacu, Ucuragra, de media a alta susceptibilidad se encuentra el sector de Buldibuyo, en el cual se puede apreciar que a\u00fan la zona se encuentra en un grado inestable donde en mayor o menor grado, ocurrir\u00e1n

asentamientos y deslizamientos del terreno por la falta de cohesión del material detrítico en la ladera, expuesta a filtraciones de aguas pluviales en la estación lluviosa; es importante señalar el aporte hídrico de río Buldibuyo se incrementa en época de lluvias, produciendo una mayor erosión en sus márgenes, y por tanto caída de material al cauce del río, hasta que alcance una estabilidad de terreno. Las zonas de susceptibilidad baja se ubican en algunas áreas afectadas por movimientos en masa antiguos, estabilizados, con reactivaciones por sectores (pequeñas zonas con riesgo medio). Las zonas de muy baja susceptibilidad se ubican en la parte baja de los valles, especialmente en zonas planas.

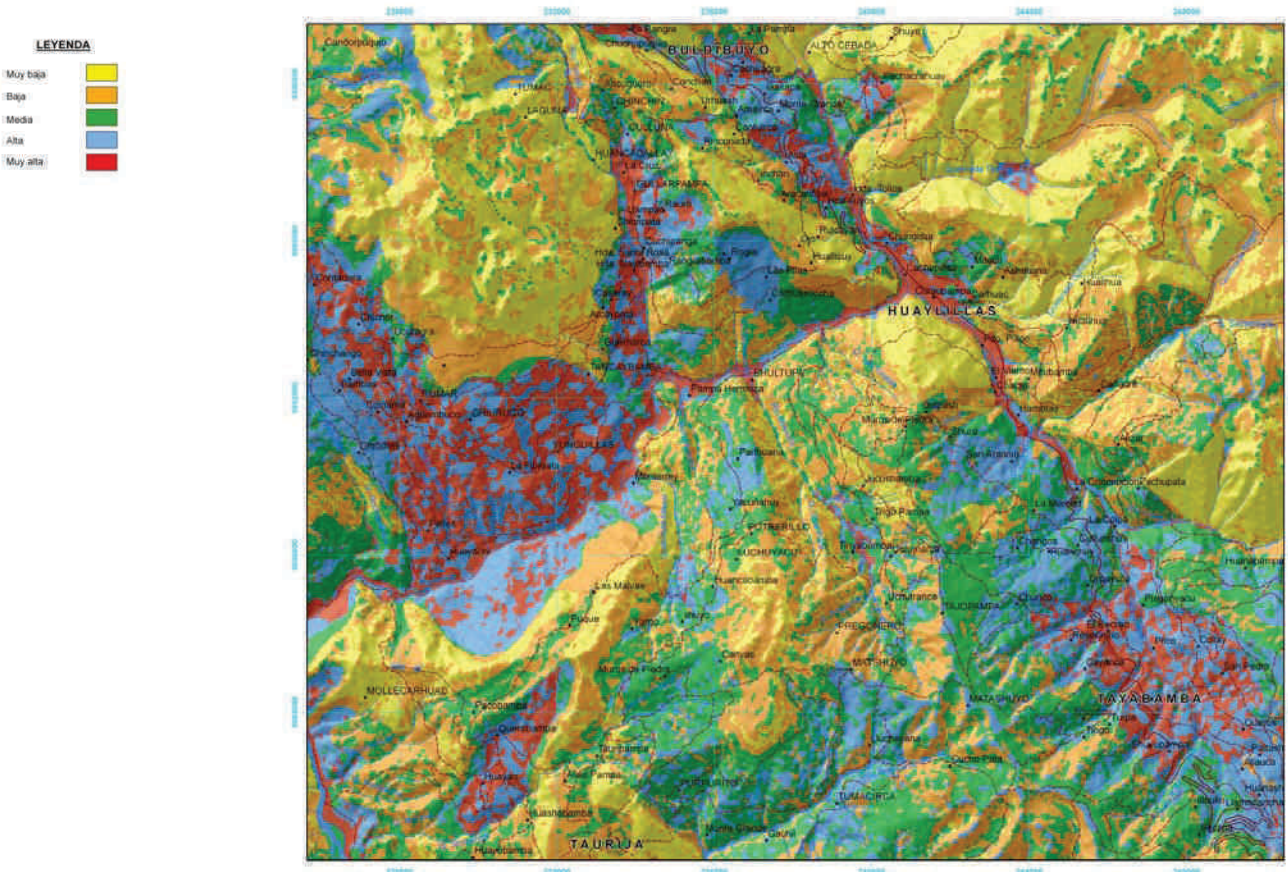


Figura 3. Mapa de susceptibilidad a los movimientos en masa de las zonas de estudio.

## REFERENCIAS

- Eird/Onu. 2004. Vivir con el riesgo. Informe mundial sobre iniciativas para la reducción de desastres, versión Secretaría Interinstitucional de la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres-ISDR, Naciones Unidas. 425 p.
- Ojeda, J.; Castro, E.; Valencia, A. Y Fonseca, S. 2001. Evaluación de riesgos por fenómenos de remoción en masa- Guía metodológica. Colombia: INGEOMINAS - Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. 166 p.
- Pma: Gca-Proyecto Multinacional Andino: Geociencias Para Las Comunidades Andinas. 2007. Movimientos en Masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas. Publicación Multinacional No. 4. 432 p.