



Mapeo de la amenaza a la ocurrencia de deslizamientos de tierra poco profundos y sus elementos acondicionadores, estudio de caso: Fercal, Distrito Federal, Brasil

Victória Basileu de Oliveira Lima, George Fernandes Azevedo, Manoel Porfírio Cordão Neto, Renan Augusto Miranda Matias

Universidade de Brasília – UNB, Brasília, Brasil

Universidade Federal do Maranhão – UFMA, São Luís, Brasil

RESUMEN

El objetivo de este trabajo corresponde a la aplicación de un modelo de predicción de deslizamientos en una región con relieve accidentado referente a la comunidad del Bananal, Fercal, Distrito Federal, con la elaboración de una carta de amenaza a la ocurrencia de deslizamientos y la definición de los principales aspectos del ambiente físico que influyen la ocurrencia de estos eventos. Para ello, se utilizará un modelo de estabilidad de laderas basado en taludes infinitos, que tiene en cuenta la influencia de las precipitaciones como agente deflagrador de los movimientos de masa. En paralelo, se obtendrán cartas de los parámetros geomorfológicos correspondientes a la declividad, orientación y curvaturas de las vertientes, elaboradas a partir del modelo numérico de terreno del área de estudio.

Todos los análisis se realizarán con la ayuda de la aplicación de una plataforma basada en sistemas de información geográfica (SIG) en la que los datos espaciales deberán organizarse y tratarse. Como resultados esperados, se espera que las cartas generadas puedan ser utilizadas como instrumentos de reconocimiento de puntos críticos, contrarios a la ocupación en lo que se refiere a la seguridad, auxiliando en la dirección correcta de aspectos relacionados a la expansión urbana.

Palabras clave: Deslizamiento, Geomorfología, amenaza.

ABSTRACT

The objective of this work is to apply to the model of prediction of landslides in a region with a rugged relief referring to the community of Bananal, Fercal, Federal District, with the elaboration of a letter of threat to the occurrence of landslides and the definition of the main aspects of the physical environment that influence the occurrence of these events. To do so, slope stability model based on infinite slopes will be used, which takes into account the influence of precipitation as a deflating agent of mass movements. In parallel, letters of the geomorphological parameters corresponding to the slope, orientation and curvatures of the slopes will be obtained, elaborated from the numerical model of terrain of the study area. All analyzes will be carried out with the aid of the application of a platform based on geographical information systems, in which spatial data must be organized and processed. As expected results, it is expected that the generated letters can be used as instruments for the recognition of critical points, contrary to the occupancy with regard to security, helping in the correct direction of aspects related to urban expansion.

Keywords: Sliding, Geomorphology, Threat

DESARROLLO DEL RESUMEN

El problema de desastres naturales asociados a deslizamientos es cada vez más recurrente en re-

giones accidentadas debido a la rápida ocupación de esas áreas. Los deslizamientos representan el segundo mayor tipo de desastre socio ambiental en términos de víctimas mortales en Brasil (ALMEIDA, 2012). En vista de esta problemática, es de suma importancia la identificación de áreas que representan riesgo a la sociedad en función de esos eventos, así como la caracterización de las amenazas que las involucra. El objetivo de este trabajo corresponde a la aplicación de un modelo de predicción de deslizamientos en una región con relieve accidentado referente a la comunidad del Bananal, Fercal, Distrito Federal (Figura 1) con la elaboración de un mapa de amenaza a la ocurrencia de deslizamientos y la definición de los principales aspectos del ambiente físico que influyen en la ocurrencia de estos eventos.

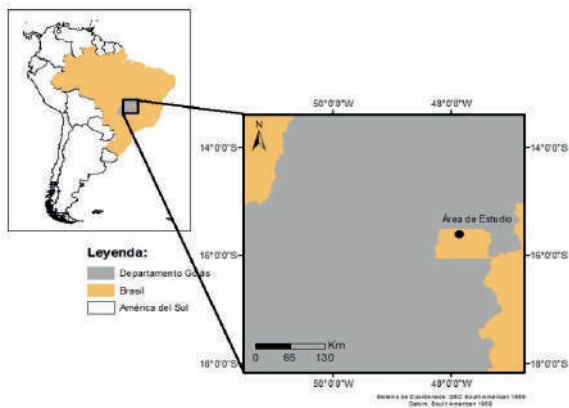


Figura 1. Ubicación del área de estudio. Base de datos: Infraestrutura de Dados Espaciais - IDE/DF

Geológicamente, el Distrito Federal está localizado en la porción central de las fajas plegadas y cabalgamientos de Brasilia (MARINI et al., 1981). Según Campos et al (2016), el área de estudio en cuestión corresponde al Grupo Paranoá, de edad meso /neo proterozoico, donde aflora la Formación Córrego Barreiro. Esta formación se compone de cuartzitos, pelitos y lentes de carbonatos, resultantes de una sedimentación del final del relleno de la Cuenca Paranoá. La historia de la geomorfología de la región está directamente relacionada al control litoestructural de las rocas aflorantes (MARTINS et al., 2004). En el lugar de estudio, donde el relieve es más alto y aplanado aflora los cuartzitos, y en las llanuras más rebajadas afloran las lentes de carbonatos y pelitos.

Pedológicamente, se identifica en la región dos

clases de suelos: Cambisol háplico y Nitosol Rojo (REATTO et al., 2004), pero se consideraron sólo los datos de los parámetros físicos del Cambisol para la elaboración de los mapas.

Las etapas de preparación de este estudio consistieron principalmente en la aplicación de un modelo de probabilismo física para preparar un mapa de probabilidad de ruptura de pendiente basado en: (1) conjunto de propiedades físicas del suelo en estudio (Montrasio y Valentino (2008) (2) declividad (3) precipitación de lluvia diaria. La elaboración del mapa se realizó en el mes más lluvioso de los últimos diez años, según los datos que el INMET (2018), el cual fue considerado la precipitación de 57,3 mm diaria a lo largo de un período de sequía de 20 días, en el día 09/01/2013 para la simulación de los datos. El cálculo de probabilidad de ruptura fue realizado utilizando un modelo predictivo para deslizamientos accionados por lluvia denominado SLIDE (LIAO et al., 2010), debidamente modificados por la aplicación del método probabilístico FOSM (First Order Second Moment). El modelo de estabilidad de taludes considera la influencia impuesta en la resistencia al cizallamiento del suelo, tanto por la infiltración causada por la lluvia, como por la saturación parcial.

Concomitantemente, se elaboraron mapas de aspectos geomorfológicos primarios que influyen en la probabilidad de amenaza a deslizamientos procesados en el programa computacional ARCGIS versión 10.5. Estos productos fueron generados a partir de recursos básicos de Sistemas de Información Geográfica (SIG) disponibles gratuitamente en el sitio www.geoportal.segeth.df.gov.br - e incluyeron las curvas de nivel con equidistancia vertical de 5 metros, extraídas en 2009. Los productos generados fueron los mapas de los parámetros geomorfológicos:

(1) inclinación vertical de las vertientes: Esta variable se relaciona con los procesos de migración y acumulación de agua, minerales y materia orgánica del suelo sobre la superficie proporcionada por la gravedad (VALERIANO, 2003). Cuando se obtiene por medio de la herramienta «curvature» por el software Arcgis, presentan valores cercanos a 0 cuando rectilíneo, valores positivos cuando cóncavos y negativos cuando convexas, siendo establecido un límite de -0,5% a + 0,5% para curvaturas rectilíneas,

conforme (VALERIANO, 2003).

(3) Orientación de las vertientes: Este parámetro permite identificar lugares donde ocurren el intemperismo, el transporte y la deposición de materiales. La orientación de la vertiente está asociada a la imposición del buzamiento de los estratos, las cuales en ese caso se sumergen hacia el Este (CAMPOS, 2016). Se clasificaron en los mismos octantes del cálculo de curvatura vertical de las vertientes, a través de la herramienta Aspect, del Software Arcgis 10.5. Se clasificaron a partir de las direcciones principales de los puntos cardinales (Norte, sur, este, oeste, noreste, noroeste, sudeste y suroeste).

(4) Declividad: Este parámetro tiene significativa importancia en los deslizamientos de masa, ya que en los locales con declividad mayor la capa de suelo es menos espesa y más propensa al deslizamiento, principalmente cuando la precipitación es elevada (FERNANDES Y AMARAL, 1996). Se generó un mapa de declividad a partir de las curvas de nivel con equidistancia de 5 metros, a través de la herramienta «Slope», del Software Arcgis 10.5. Este fue dividido en seis clases de acuerdo con la clasificación propuesta por EMBRAPA (1999), siendo ellos 0-3% (plano), 3-8% (suave ondulado), 8-20% (ondulado), 20-45% (fuerte ondulado), 45-75% montañoso y mayor que 75% (fuerte montañoso).

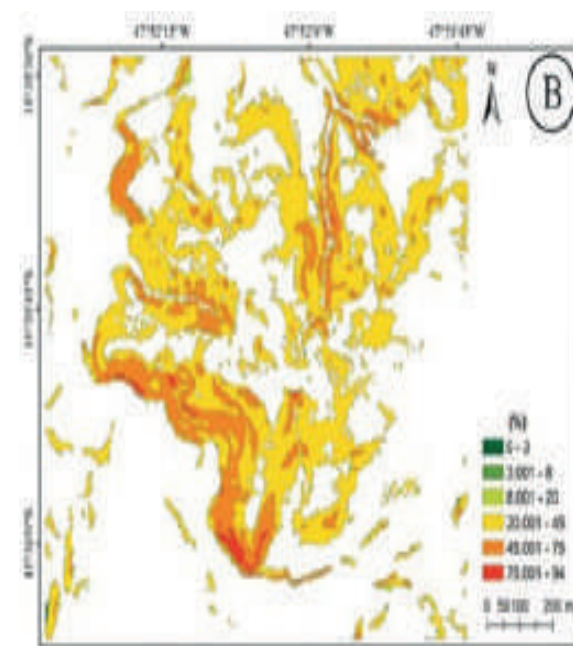
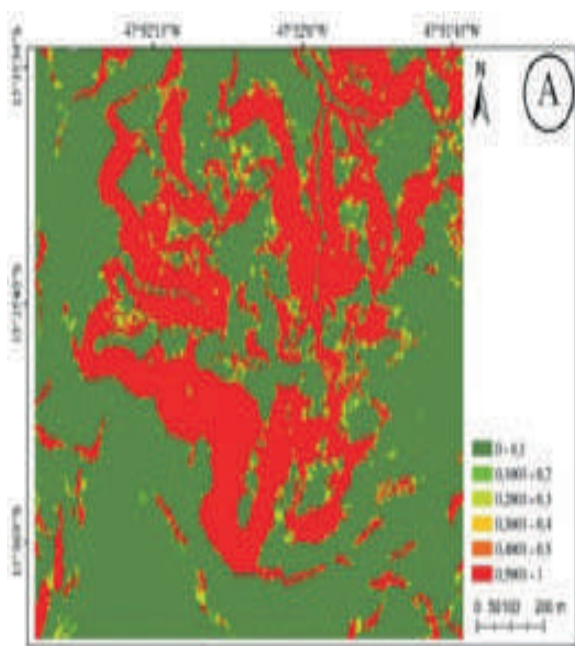
Para la interpretación de la relación de las variables topográficas con las zonas de amenazas al deslizamiento, se realizó una tabulación cruzada

identificando los lugares de intersección entre las variables para evaluar de qué clases de declividad, curvatura y aspecto del suelo poseen mayor asociación con alta probabilidad de ruptura.

En el área de estudio, aproximadamente el 32,9% se encuentra en áreas clasificadas como de alta amenaza (0,5001 - 1), con elevada probabilidad de ruptura, las demás áreas cuentan con el 59,9%, el 4,8%, 1,5%, 0,9% y 0%, respectivamente para las clases (0 - 0,1), (0,2001 - 0,3), (0,1001 - 0,2) y (0,4001 - 0,5), como se muestra en la Figura 2A.

Evaluando sólo la clase de alta probabilidad de deslizamiento (0.5 a 1), se verificó que en esta región el 75,85% del área está asociada a la clase de declividad fuerte - ondulado (8,001 - 20%) (Figura 2B), se ha demostrado que la declividad acentuada tiene una fuerte relación con áreas de alta probabilidad de ruptura. En cuanto a la curvatura paralela al sentido de la declividad, se verificó que el 6,7% del área pertenece a la clase de curvatura cóncava y el 3,9% perteneciente a la clase de curvatura convexa (Figura 2C).

Se observó también que las orientaciones de las vertientes son amplias asignadas en todas las direcciones dentro del dominio de alta amenaza de deslizamiento, no siendo posible identificar qué orientación tiene mayor relación con áreas de amenaza al deslizamiento hacia el área de estudio. Sin embargo, las orientaciones de las vertientes de mayor representatividad fueron Sudeste, Oeste y Noroeste, con 19,8%, 14,5% y 14,47%, respectivamente (Figura 2D).



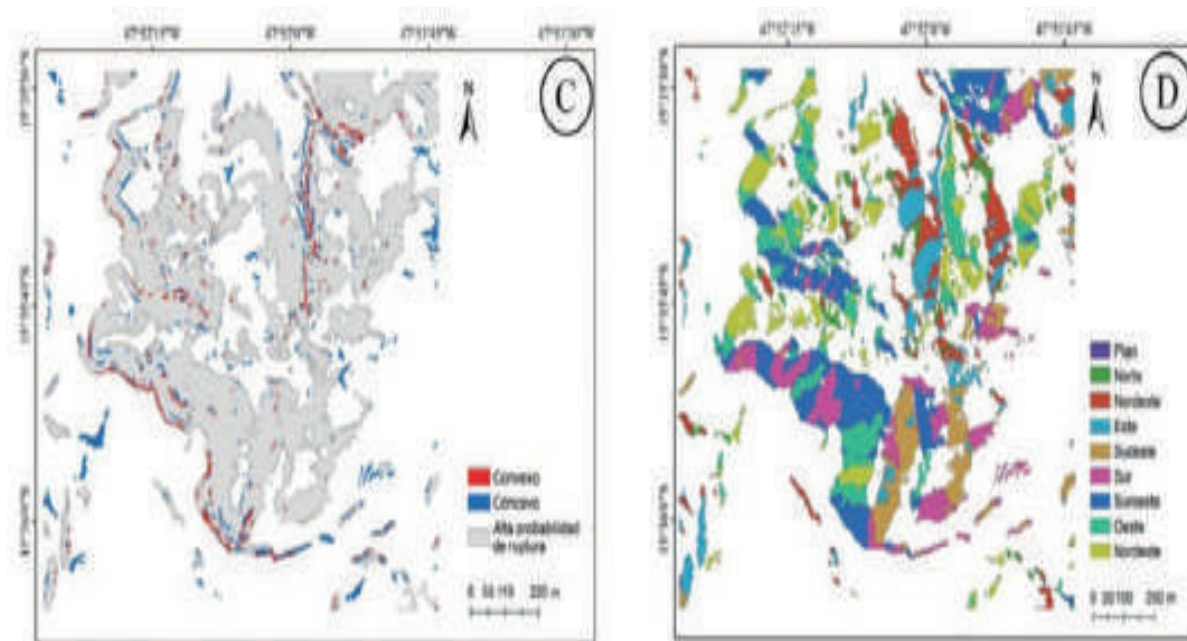


Figura 2. Productos relacionados al riesgo de deslizamiento en la comunidad del Banana, Fercal, Distrito Federal A) mapa de amenaza al deslizamiento; B) Representatividad de las clases de declividad en áreas de alta amenaza al deslizamiento; C) Curvatura de las vertientes en áreas de alta amenaza al deslizamiento; D) Orientación de las vertientes en área de alta amenaza al deslizamiento.

CONCLUSIONES

Se constata que a pesar de la carencia de datos cartográficos a escala adecuada y de la no utilización de parámetros humanos en el análisis, el mapa de amenaza al deslizamiento generado en el estudio atiende las expectativas y, clasificaron con éxito las regiones más afectadas por deslizamientos de tierra en la comunidad del Bananal.

Al asociar los mapas geomorfológicos generados con el mapa de amenaza del deslizamiento, se puede afirmar:

1. El hecho de que la curvatura vertical de las vertientes sean cóncavas o convexas, difieren en la probabilidad de ruptura en el estudio en cuestión. Sin embargo, el hecho de que la curvatura sea rectilínea o no interfiere directamente en un menor amenaza al deslizamiento.
2. La orientación de las vertientes desempeña un papel limitado como la unidad de asignación de ruptura de suelos en el área de estudio, no siendo identificada una relación de predominio de ese atributo en la unidad de alto amenaza la ruptura.
3. La declividad fue el atributo que presentó mejor relación con las unidades de alto riesgo de probabilidad de ruptura ya que área con declividad fuerte a ondulado poseen mayor representatividad en las áreas de alto riesgo de ruptura.

REFERENCIAS

- ALMEIDA, L. Q. Riscos ambientais e vulnerabilidades nas cidades brasileiras: conceitos, metodologias e aplicações. São Paulo: Ed. UNESP, 2012.
- CAMPOS, J. E. G.; DARDENNE; M. A.; FREITAS-SILVA, F. H.; MARTINS-FERREIRA M. A. C. Geologia do Grupo Paranoá na porção externa da Faixa Brasília. Braz. J. Geologia, São Paulo, v. 43, n. 3, p. 461-476, 2013.
- EMBRAPA. Manual de classificação dos solos. Brasília, CNPS, 1999.
- FERNANDES, NELSON F.; AMARAL, CLÁUDIO P. Movimentos de massa: uma abordagem geológica geomorfológica. 1996. In: Guerra, A.J.T.; Cunha, S. ed. Geomorfologia e meio ambiente. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.
- INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: www.inmet.gov.br. Acesso 01 del enero del 2018.
- LIAO, Z.; HONG, Y.; WANG, J.; FUKUOKA, H.; SASSA, K.; KARNAWATI, D.; FATHANI, F. 2010. Prototyping an experimental early warning system for rainfall-induced landslides in Indone-

sia using satellite remote sensing and geospatial datasets. *Landslides* 7: 317-324.

MARINI, O. J.; FUCK, R. A.; DANNI, J. C. Evolução geotectônica da faixa Brasília e do seu embasamento. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRATÓN DO SÃO FRANCISCO E SUAS FAIXAS MARGINAIS, 1. Salvador: SGB. p. 100-113, 1981.

MARTINS, É. D. S.; REATTO, A.; CARVALHO JÚNIOR, O. A. D.; GUIMARÃES, R. F. Evolução Geomorfológica do Distrito Federal, 2004.

MONTRASIO, L.; VALENTINO, R. A model for triggering mechanisms of shallow landslides. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, v. 8, n. 5, p. 1149-1159, 2008.

REATTO, A.; MARTINS, E.S.; FARIAS, M.F.R.; SILVA, A.V.; CARVALHO JÚNIOR, O.A. - Mapa pedológico Digital – SIG Atualizado do Distrito Federal Escala 1:100.000 e uma síntese do texto explicativo. Planaltina: Embrapa Cerrados, p. 31, 2004.

VALERIANO, M. M. Curvatura vertical de vertentes em microbacias pela análise de modelos digitais de elevação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 7, n. 3, p. 539-546, 2003.