

Reliability Assessment of Wedge Failure in Rock Slopes by Random Sets Theory

*Análisis de Confiabilidad de Fallas en Cuña en Taludes Rocosos
mediante Teoría de Conjuntos Aleatorios*

Rodrigo Hernández-Carrillo

PhD Student

Department of Civil Engineering

National University of Colombia

Email: rhernandezca@unal.edu.co

Gloria Inés Belrán

Professor - Supervisor

Department of Civil Engineering

National University of Colombia

Email: gibeltranc@unal.edu.co

Abstract

In many cases, rock mass slope stability is controlled by discontinuities, which determine the most likely mechanism of failure, depending on joints and slope geometry. Among these mechanisms, the wedge failure is one of the most common ways of failure in rock slopes. A wedge is formed by at least two joint planes and a slope plane, in which the sliding direction is given by the intersection of the joint planes. Therefore, the stability of the rock wedge is controlled by: joint sets dip and dip direction, slope geometry and direction, rock and joints mechanical properties, and external forces. On the other hand, in rock masses there is a high variability of both geometric and geomechanic properties, associated to their geological origin. The uncertainty induced by this variability is not considered by deterministic models developed to assess rock slope stability; therefore, reliability assessment should be carried out to properly account for the uncertainty. Traditionally, uncertainty is considered in rock mechanics by probabilistic techniques. Nonetheless, these techniques require knowing beforehand the probability distribution of input parameters, which in most cases is not possible in rock mechanics problems, since only limited information of inputs parameters is available. Random sets theory arises as an alternative to deal with uncertainty, but overcoming the aforementioned drawbacks, since they cope with uncertainty when limited information is available, without assuming a probability distribution for the inputs. With this framework, this work presents a reliability assessment of wedge stability in rock slopes by random sets, considering the joints geometry and strength parameters as random uncertain variables. As result, different cumulative distribution functions of the safety factor for different scenarios were obtained and from them, the probability of failure was calculated. Results were highly influenced by the probability assignment of the input parameters.

Resumen

Las discontinuidades juegan un papel muy importante en la respuesta mecánica de los macizos rocosos y en muchos casos, determinan el mecanismo de falla más probable dependiendo de su geometría y de la geometría del talud. Entre estos mecanismos, la falla en cuña es uno de los más comunes en taludes en roca. Una cuña se forma por la intersección de al menos dos planos de discontinuidad, cuya línea de intersección es semiparalela al azimut de buzamiento del talud. Con lo anterior, la estabilidad de la cuña está controlada por: el azimut y azimut de buzamiento de las discontinuidades, la orientación y geometría del talud, las propiedades de la matriz rocosas y sus discontinuidades y las fuerzas externas. De otra parte, en los macizos rocosos existe una alta variabilidad en sus propiedades geométricas y geomecánicas, asociada a su origen geológico. La incertidumbre generada por esta variabilidad no es tenida en cuenta por los análisis determinísticos convencionales, disponibles para evaluar la estabilidad de taludes en roca; por lo tanto, deben efectuarse análisis de confiabilidad para incorporar

esta incertidumbre en los análisis. Tradicionalmente, la incertidumbre es tomada en cuenta mediante técnicas probabilísticas, que requieren conocer con anterioridad la distribución de probabilidad de los parámetros de entrada, lo que no es posible en los problemas de mecánica de rocas, debido a la limitada información de la que se dispone. La teoría de los conjuntos aleatorios surge como una alternativa para tratar la incertidumbre, superando las limitaciones mencionadas anteriormente, ya que puede incorporar la incertidumbre cuando se tienen pocos datos de entrada, sin asumir distribuciones de probabilidad. Con este marco de referencia, este trabajo presenta una evaluación de confiabilidad de la estabilidad de cuñas en taludes rocosos mediante conjuntos aleatorios, considerando la geometría y los parámetros de resistencia de las discontinuidades como los parámetros inciertos. Como resultado se obtuvieron diferentes funciones de probabilidad acumulada del factor de seguridad de las cuñas, para diferentes escenarios de cálculo y de éstas, la probabilidad de falla asociada. Los resultados se encuentran muy influenciados por la asignación de probabilidad de los parámetros de entrada.