



Encuentro Internacional de
Educación en Ingeniería ACOFI

**GESTIÓN, CALIDAD Y DESARROLLO
EN LAS FACULTADES DE INGENIERÍA**

**CARTAGENA, COLOMBIA
18 al 21 de septiembre de 2018**



APLICACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS BLANDAS COMO APOYO EN LA PREDICCIÓN PROBABILÍSTICAS DE FALLA DE TALUDES, NORTE DE SANTANDER

Jesús Daniel Quintero Sánchez, Mónica Alejandra Ovallos Díaz

**Universidad Francisco de Paula Santander
Cúcuta, Colombia**

Resumen

El presente proyecto pretende contribuir y apoyar los procesos de análisis de talud en el departamento norte de Santander, iniciando por una breve descripción de la geografía y el régimen fluvial del país y de la región donde se enfatiza en aquellos factores pertinentes en la problemática de la investigación, enfocándose en el departamento norte de Santander, esta investigación recalca algunas tragedias y pérdidas originadas por avalanchas, derrumbes y demás fenómenos naturales derivados de las fallas de talud, identifica los métodos de análisis de los mismos y como tema principal define una nueva técnica de análisis de talud no aplicada en el departamento como lo son las técnicas de simulación y métodos de análisis no determinísticos, si bien este proyecto está orientado a dar solución a una falencia abarcada en el área de ingeniería Civil, para su implementación se han propuesto la aplicación de tecnologías blandas como herramienta de dicha técnica.

El planteamiento de objetivos como el análisis de un talud originario en la región mediante el Método Montecarlo, y el desarrollo de una aplicación web que permita realizar las operaciones, cálculos y tratamientos necesarios de los datos obtenidos en un análisis inicial al talud para posteriormente determinar su probabilidad de falla, son algunas de las propuestas que aborda esta investigación.

Finalizando se consideran algunos casos de estudio aplicados a nivel nacional, internacional y en la región los cuales tienen como objetivo el diagnóstico y análisis de talud, donde podemos apreciar las técnicas utilizadas en cada uno de estos y donde se resalta el uso efectivo del método

de Monte Carlo, posteriormente se redactan los conceptos cerca de los factores indispensables en los procesos de análisis de talud.

Palabras clave: talud; falla; análisis; software

Abstract

The present project tries to contribute and to support the processes of analysis of longwall slopes in the department Norte de Santander as alternative method, starting with a brief description of the technical terms, geology and fluvial regime of the country and the región where it is emphasized; this research was carried out to analyze roads longwall in Norte de Santander taking into account some tragedies and losses originated by avalanches, precipices and other natural phenomena derived from the faults of slope longwalls, at the same time it identifies the methods of analysis by itself and it defines a new technology of analysis of longwall non-conventional such as technologies of simulation and methods of not determinisc analysis giving solution to a failure in the area of building engineering asociated to deficient analysis of rock mass, for his implementation we have proposed the application of soft technologies as tool about mentioned technology.

The planning of objectives such as the analysis of an original longwall using the Monte Carlo Method, and the development of a web application that allows the operations, calculations and necessary treatments of the data obtained in an initial analysis to the longwall to determine its probability of failure, are some of the proposals that this investigation addresses.

Finally, this research take into account some studies applied at the national, international and regional levels, which aim to diagnose and analyze the slope, where we can appreciate the techniques used in each of these and where the effective use of the method Montecarlo is highlighted; afterward the concepts are written near the indispensable factors in the slope analysis processes.

Keywords: slope; failure; analysis; software

1. Introducción

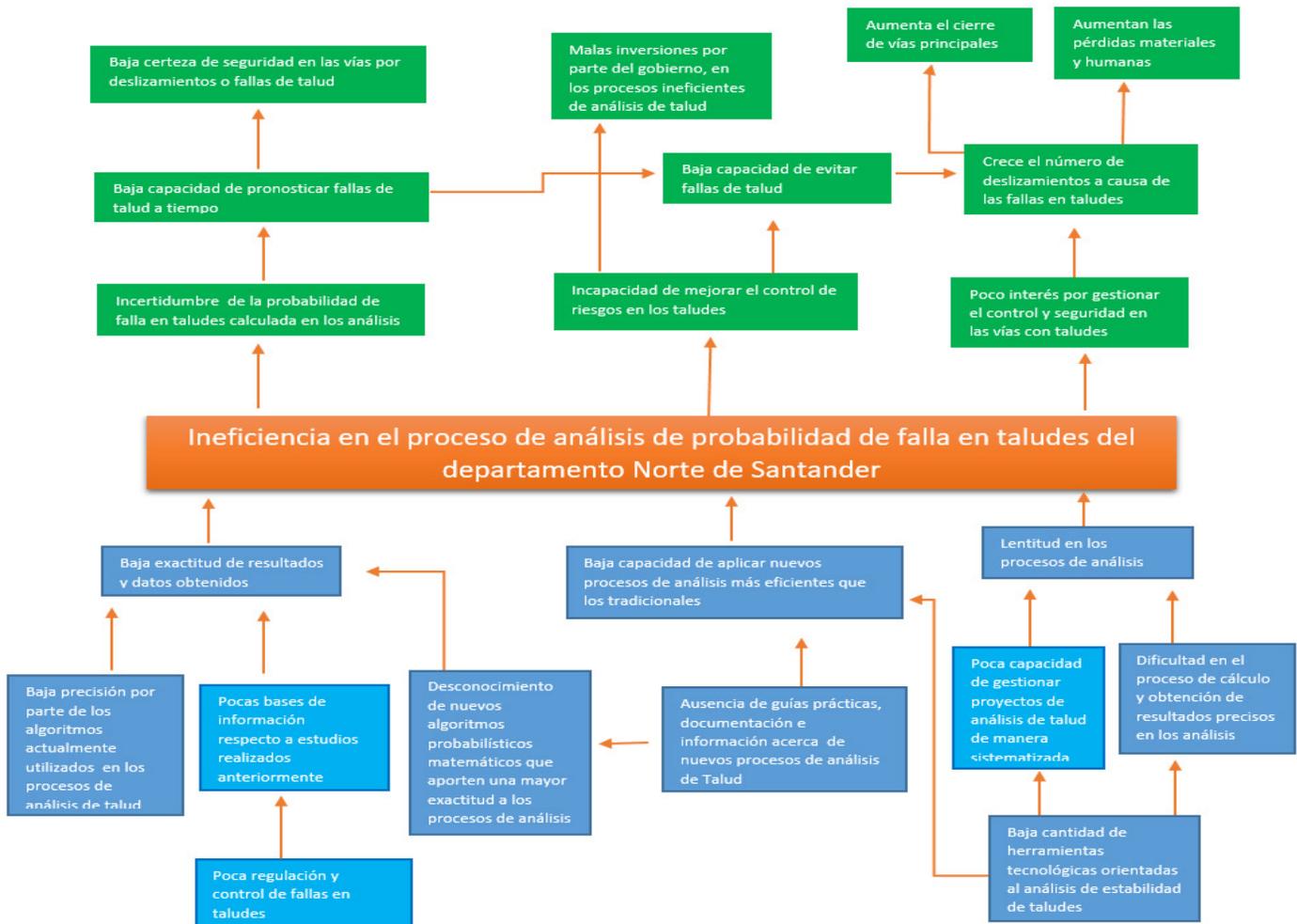
como resultado a las implicaciones geográficas y fluviales que en general hacen presencia en toda la región colombiana, múltiples desastres y tragedias como derrumbes, pérdida de banca, deslizamientos, entre otros, afectan frecuentemente la malla vial del país, de allí obteniendo pérdidas económicas, materiales y humanas.

Aunque son muchas las regiones afectadas por estos desastres naturales, la región norte santandereana es objetivo principal en esta investigación contando en gran porcentaje con zonas montañosas y siendo mártir de múltiples desastres que cobran vidas humanas y daños materiales. Si bien existen controles y entes encargados de velar por el bienestar de las vías, los procesos empleados se caracterizan por ser procesos determinísticos que no ofrecen los resultados

suficientemente precisos para establecer los controles necesarios para mitigar el porcentaje de estos desastres.

Teniendo encuesta investigaciones recientemente realizadas a nivel nacional e internacional, se pueden determinar algunos aspectos claves y pertinentes en los procesos de control, más conocidos como análisis de talud, donde se estudia la estabilidad, el factor seguridad y probabilidad de falla del talud y de igual forma se aprecian las técnicas, herramientas y resultados de sus procesos de análisis que permiten dar una orientación a los objetivos que se comprenden en esta investigación. Gracias a técnicas nuevas de análisis de riesgos utilizadas en otros procesos como: prevención de riesgos laborales, tendencias de marketing, entre otros que utilizan mecanismos de simulación los cuales permiten conseguir resultados similares a los ofrecidos en una situación real, se puede implementar una solución dedicada a los procesos de análisis de talud del departamento. Con la intención de responder a la pregunta: ¿Cómo podríamos mejorar el proceso de análisis de probabilidad de falla de taludes en el departamento Norte de Santander? Y contando con una herramienta tan poderosa como lo es el internet y con las aplicaciones web que han venido evolucionando desde ser simples sitios de información a actualmente contar con fuertes App disponibles en la web, y considerando la rapidez y facilidad de acceso a estas y la disponibilidad de la información actualizada que estas ofrecen, en esta investigación se pretende plantear, mediante la aplicación de tecnologías blandas como software, una herramienta web donde por medio de algoritmos de análisis de talud basados en el Método de Montecarlo se pueda brindar a la región una nueva técnica para aplicar en los procesos de análisis, además del planteamiento de otros objetivos pertinentes en la investigación de esta problemática.

2. Árbol del problema



3. Planteamiento del problema

La Ingeniería civil dentro de sus labores cuenta con la construcción de infraestructuras, entre las que se encuentran la gestión de mallas viales tanto en zonas rurales como en zonas metropolitanas, por ende, está en la obligación de velar por la eficiencia de estas infraestructuras, centrándonos en las mallas viales rurales encontramos las deficiencias concernientes a los deslizamientos debido a los malos controles que regulan las fallas de taludes.

El departamento de Norte de Santander posee en su territorio, un gran porcentaje de zonas montañosas de altas pendientes e inestables debido a la presencia de la cordillera oriental. Teniendo en cuenta el régimen de lluvias del departamento en épocas de invierno, que según el portal Toda Colombia (2017), varían de acuerdo a las zonas del departamento, alcanzando una precipitación de 3.500 mm anuales en las zonas selváticas del Catatumbo, y 500 mm en el sur, valle del Zulia y zonas montañosas; son varios las noticias reportadas en el periódico nacional EL

Tiempo en cuanto a las tragedias que se presentan en el Municipio de Teorama. En Mayo 16 (2017) el periódico El tiempo, reporto una tragedia en el Municipio Teorama donde seis personas perdieron la vida, dos de estas debido a deslizamientos, adicional a esto se presentó boqueo en algunas vías importantes de la región.

Lo anterior permite preguntarse:

¿Cuál es la probabilidad de falla en la estabilidad de un talud ubicado en una región montañosa de Norte de Santander con elementos geomorfológicos, geológicos, hidrogeológicos y geotécnicos que permiten inferir una alta inestabilidad por fenómenos estáticos y geodinámicos?

¿Cómo podríamos mejorar el proceso de análisis de probabilidad de falla de taludes en el departamento Norte de Santander?

4. Justificación

EL Programa de Ingeniería de Sistemas comprometida con la participación en proyectos de carácter interdisciplinario que involucran las tecnologías de la información y comunicación descrito en el PEP 2016 aprueba y apoya proyectos interdisciplinarios donde estudiantes de diversos Programas Académicos como: estudiantes de Ingeniería de sistemas en conjunto con estudiantes de Ingeniería civil aportan una solución práctica a las falencias y necesidades que actualmente afectan los procesos de análisis de talud en el Departamento N. de S.

Un talud es toda aquella superficie que se encuentra expuesta e inclinada con respecto a la horizontal, producida por causas naturales o artificiales por la intervención del hombre. Actualmente la mayoría de las construcciones necesitan utilizar suelos en forma de talud ya sea en la construcción de edificios que se construyen en zonas con desniveles o tratarse de una senda junto al rio, sin mencionar la gran cantidad de taludes que existen en la mayoría de las vías del departamento, podemos afirmar que la presencia de taludes es un hecho que ha existido y seguirá vigente en la geología del departamento y por lo tanto es necesario contemplar su existencia y garantizar su estabilidad. (Ingeniería Geológica Ronda 71 S.L., 2015).

Si bien no se tienen informes o cifras exactas referentes al porcentaje de fenómenos de deslizamiento o fallas de talud originadas en el país o departamento, es evidente la frecuencia y el daño con las que estas se pueden originar, haciendo énfasis en una solución con ayuda tecnológica para esta problemática, se considera la tecnología como una de las grandes bases de la vida moderna, esta es una característica que la hace apropiada para apoyar proyectos como este ya que permite sistematizar e informatizar los procesos de valoración del riesgo mediante algoritmos probabilísticos.

Este trabajo pretende crear una metodología que les permita a los ingenieros civiles de la región aplicar el método de Montecarlo para la determinación de la probabilidad de falla en los taludes de la región de Norte de Santander. Es de gran importancia ya que el método posee una alta posibilidad de acierto, dando a su utilización, la confiabilidad necesaria para poder ser usado en el campo de la Geotecnia. Este método tiene la ventaja de poder determinar un factor de seguridad,

incluso si se presenta una limitación en los datos requeridos para la determinación de éste. Con este proyecto se busca mejorar los procesos de análisis de talud a una manera más precisa y ágil, mediante la implementación de herramientas tecnológicas, se pretende sistematizar el proceso de análisis del talud y de esta manera disminuir errores en los procedimientos.

5. Objetivos

5.1 Objetivo general

Mejorar el proceso de Análisis de probabilidad de falla de estabilidad de taludes en el departamento Norte de Santander, utilizando el método de Montecarlo.

5.2 Objetivos específicos

- ✚ Analizar un sector de longitud de cinco (5) kilómetros, ubicado en la vía Puente Gómez-Puente Cuervo Utilizando el MMC para comprender el análisis de probabilidad de fallas de taludes.
- ✚ Establecer una guía práctica que ofrezca una serie de pasos y procedimientos necesarios para lograr el análisis de probabilidad de fallas de taludes
- ✚ Implementar una aplicación web (Softalud) que permita obtener los datos probabilísticos de estabilidad de taludes por medio del Método de Montecarlo.
- ✚ Crear un manual de usuario para el uso de la aplicación (Softalud) en el análisis probabilístico de estabilidad de taludes.

6. Alcances y delimitaciones

6.1 Alcance

Se pretende desarrollar un análisis de probabilidad de falla con el fin de determinar la estabilidad de taludes de la zona mencionada anteriormente, también se pretende desarrollar una metodología o guía que sea aplicable al momento que se requiera realizar un análisis de talud en alguna de las carreteras de Norte de Santander y de igual manera implementar una aplicación como herramienta que permita realizar los cálculos necesarios para obtener los resultados a dichos análisis, la aplicación tendrá inmersa una guía práctica que permitirá el análisis completo de un talud, y de esta manera llevar el control de todos los estudios efectuados sobre una o varias carreteras del departamento, La aplicación que se pretende desarrollar, está orientada al análisis de los taludes, donde se podrán efectuar estudios básicos a cerca de la estabilidad de los mismos, por esta razón se pretende que la aplicación cuente con los siguientes módulos o funciones:

- ✚ Permitir gestionar un nuevo proyecto de análisis de talud mediante la aplicación web, donde se puedan almacenar los datos recolectados, avances del proyecto y evidencias del mismo.
- ✚ Permitir orientar al usuario mediante una guía práctica aplicable durante toda la ejecución del proceso de análisis.
- ✚ Consultar información referente a los resultados de los proyectos de análisis aplicados anteriormente en otros lugares mediante la aplicación
- ✚ Obtener estadísticas de los datos recolectados durante el proyecto.

- ✚ Generar reportes sobre los proyectos de análisis de talud efectuados anteriormente con la aplicación web.

6.2 Limitación y Delimitaciones

- ✚ **Espacial.** El proyecto de investigación tendrá un sector de 5km de la vía puente Gómez-Puente Cuervo en el Departamento de Norte de Santander.
- ✚ **Temporal.** Es un proyecto que se ejecutara en 6 meses a partir de la aprobación del anteproyecto.
- Conceptual.** Este proyecto se realizará usando el método probabilístico el método de Montecarlo para determinar la probabilidad de falla de estabilidad de taludes

La aplicación estará limitada a proyectos exclusivos de análisis de talud utilizando el método probabilístico no determinístico de Montecarlo.

La aplicación estará orientada bajo la guía de la metodología implementada durante el proyecto para el análisis de los taludes.

7. Marco teórico y referencial

✚ Antecedentes

Los procesos de análisis de talud es un tema de importancia ingenieril de primer orden, el cual es relativamente antiguo y se ha aplicado por mucho tiempo en diferentes regiones del planeta, utilizado distintas formas, mecanismos, métodos y herramientas para la obtención de resultados según el tipo de suelo que se esté estudiando. A continuación, se presentan algunos proyectos relacionados a la temática.

- ✚ **Internacional.** Torres (2007), de la Universidad de Ricardo Palma del Perú, realizó una investigación denominada “Valoración Del Riesgo En Deslizamientos”, la cual tuvo como objetivo, desarrollar aspectos básicos para el manejo del riesgo ante eventos de deslizamientos en taludes en suelos y rocas. Con la finalidad de comprender de manera sencilla algo tan complejo como el manejo de deslizamientos, se desarrolló un capítulo para conceptos y metodologías básicas que pueden ser llevadas a cabo si se cuenta con la debida información.

Por otra parte, se realizó una revisión teórica con respecto a cómo cuantificar el riesgo a deslizamientos, basándonos en metodologías ya establecidas. Los análisis realizados comprendían desde la etapa de caracterización de los materiales de suelo y roca presentes en los taludes estudiadas, hasta el proceso final de valoración de riesgo, en el cual se determina el nivel de riesgo en el cual se encuentra el talud asociado a pérdidas económicas que se pueden presentar. Además de eso trató acerca de las metodologías de estabilidad de taludes conocidas basadas en análisis deterministas, también se explica la diferencias y ventajas que tienen los métodos probabilísticos sobre los métodos determinísticos que se usan para el análisis de estabilidad, donde se resalta las consideraciones de la variabilidad e incertidumbre en los parámetros de análisis que permiten obtener resultados en forma de distribución probabilística en lugar de un valor fijo.

De la misma manera se recalca el uso del MMC el cual se basa en modelo deterministas para producir resultados en forma de probabilidades tales como el Factor de Seguridad contra el deslizamiento en un talud y por tal motivo se empleó para la determinación probabilística del factor de seguridad al deslizamiento en el modelo en estudio.

- ✚ **Nacional** Fonseca, et al., (2015), investigadores de la Universidad de Cartagena, presentaron el proyecto EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOMECÁNICO DE LOS TALUDES DEL SECTOR OCCIDENTAL DE LA LOMA DEL PEYÉ, CASCO URBANO DE CARTAGENA como proyecto de grado en el cual consistió en evaluar geotécnicamente la estabilidad de los taludes ubicados en el sector occidental de la Loma del Peyé en la ciudad de Cartagena de Indias, aplicando la metodología del equilibrio límite con ayuda del software Slide® V.5 donde Se obtuvieron factores de seguridad con los métodos Bishop Simplificado, Janbu Simplificado, Ordinario o Fellenius y Spencer los cuales clasifican en métodos de equilibrio límite.

Otro suceso pertinente en la investigación que se está realizando es el de Cruz López, E. J. (2013). Erika Jhoana Cruz López, quien realizó el trabajo DIAGNÓSTICO DE ESTABILIDAD DE TALUDES EN LA LOCALIDAD DE USME A TRAVÉS DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE LIBRE DISTRIBUCIÓN en el cual se recopiló una serie de elementos, parámetros e información necesaria, para realizar un estudio de estabilidad de los suelos naturales o artificiales en la localidad de Usme de Bogotá; empleando como mecanismo metodológico el uso de **sistemas de información geografía** de libre distribución.

- ✚ **Regional.** Gutiérrez, et al., (2012), Juan Carlos Gutiérrez Herrera y Maickol Farid Vélez Villamizar, quienes fueron estudiantes de Ingeniería Civil en la Universidad Francisco de Paula Santander, realizaron un trabajo de grado denominado “ANÁLISIS PROBABILÍSTICO Y DE SENSIBILIDAD EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES UTILIZANDO LA APLICACIÓN” SLOPE/W®. Este trabajo contiene un estudio en el análisis de estabilidad de taludes por medio de un método no determinístico, en el cual el software slope/w con ayuda del método Montecarlo (MMC) asocia el factor de seguridad a una probabilidad de falla. Se realizaron 12160 simulaciones de taludes delimitados por su altura, Angulo de inclinación, altura piezométrica y parámetros resistentes del suelo. Dichos cálculos y análisis se realizaron a través del software Slope/w con el método de Morgenstern-Price. El trabajo enfatiza en el uso de MMC como ayuda y herramienta para determinar la probabilidad de falla de cierto talud y presenta la variación del factor de seguridad por medio de un análisis de sensibilidad de los parámetros presentes en el perfil del suelo por medio del método Morgenstern-Price el cual se encuentra integrado en el mencionado software Slope/W. La finalidad de este proyecto fue lograr la creación de una herramienta útil y sencilla compuesta por una serie de ábacos que permite a la comunidad estudiantil y/o profesional, determinar el nivel de amenaza y las probabilidades de falla, que van en función de sus características geométricas, físicas y mecánicas tenga cierto talud. También se creó un manual para poder hacer el uso debido y correcto del software Slope/W con el cual se puede llevar a cabo el análisis probabilístico y de sensibilidad de estabilidad de taludes ya que permite la modelación de los perfiles de suelo. Y adicional a eso brinda las herramientas

necesarias para agregar las diferentes propiedades de los suelos, teniendo como criterio de falla el modelo Mohr Coulomb.

8. Marco Teórico

✚ Factores indispensables en el proceso de análisis de talud

Dentro de los factores influyentes en esta investigación se encuentran los taludes, quienes son el centro principal de este trabajo, indagando sobre sus conceptos encontramos que: Se conoce como **Talud** a una superficie de terreno expuesta que se encuentra situada a un ángulo con la horizontal. Por lo general rodean caminos o vías, se pueden originar a través del tiempo como consecuencia del paso de animales y hombres, lo que se conoce como un talud natural o podrían ser fruto de una creación artificial donde se hace necesaria la intervención del hombre y maquinaria pesada con el fin de construir: carreteras, represas, ferrocarriles, etc. (Pinto, 2014).

Cuando una superficie de terreno no es horizontal esta se ve afectada por la componente de la gravedad que ocasiona que el suelo se mueva hacia abajo, si además de esto la estabilidad del terreno se ve afectada por fenómenos fluviales, una componente de la gravedad suficientemente grande podría ocasionar una falla en el talud o lo que es lo mismo el suelo de la zona se deslizaría hacia abajo. Fonseca P y Ruiz A (2015).

Dentro de las fallas de taludes no solo se pueden identificar los deslizamientos, también tiene lugar otros fenómenos como: derrumbes, avalanchas, flujos y Repteo (Fiestas, 2012). Debido a estas problemáticas que son pertinentes en terrenos propios de talud, se ha considerado la tarea de realizar procesos de análisis en los mismo, entendiendo **Análisis de Talud** como la técnica que estudia la estabilidad o posible inestabilidad de un talud a la hora de realizar un proyecto, o llevar a cabo una obra de construcción, éste implica determinar y comparar el esfuerzo cortante desarrollado a lo largo de la superficie más probable de falla con la resistencia cortante del suelo. Das, B. M. (2001). Los métodos de análisis de estabilidad de taludes en la práctica común se basan en definir la estabilidad de un talud o su probabilidad de falla mediante un factor de seguridad (FS), el cual se obtiene de un análisis matemático determinista de estabilidad. Escobar y Valencia, (2012) definen la **probabilidad de falla** como la parte del área bajo la curva de distribución de probabilidad del F.S. menor que 1,0, es decir, el porcentaje de probabilidad donde el factor de seguridad equivale a uno. Dentro del proceso de análisis de talud se pueden distinguir dos tipos de análisis diferentes comúnmente utilizados, los cuales caben mencionar:

Análisis determinístico: consiste en analizar cuan estable es un talud mediante un factor de seguridad; teniendo que a mayor factor de seguridad, mayor será la estabilidad del talud. Sanhueza, et al., (2013) dicen que los análisis determinísticos tienen la característica de que cuando se repite con la misma entrada e idénticas condiciones, siempre será observada la misma salida. - **Análisis probabilístico y de simulación.** Torres C. (2007).

El método de Montecarlo (MMC), es uno de los métodos más influyentes e importantes en los procesos de análisis de talud razón por la cual se le otorga un papel importante en esta investigación, el concepto del método Monte Carlo señala específicamente el uso de los procedimientos de muestreo de manera aleatoria para tratar situaciones deterministas. Como es de entenderse el método utiliza el muestreo aleatorio para simular artificialmente el comportamiento de un sistema. Juan Carlos Gutiérrez, Maickol Farid Vélez (2012). En esta aproximación el analista crea un gran número de juegos de valores generados aleatoriamente para los parámetros probabilísticos y se calcula la función de desempeño para cada juego de datos de forma determinística, Finalmente se extrae la información estadística de los resultados de las simulaciones. La idea del método es sencilla y consiste en realizar sorteos del fenómeno casual con ayuda de un procedimiento organizado que incluya la casualidad y de un resultado aleatorio. Generalmente el método se utiliza en los siguientes casos:

- ✚ para simular operaciones complejas que tienen muchos factores aleatorios que actúan recíprocamente.
- ✚ para comprobar la aplicabilidad de métodos analíticos más simples
- ✚ para obtener muestras aleatorias simples de una variable aleatoria de la cual se conozca su distribución de probabilidad. Montoya Orozco A. (2009).

9. Referencias

Fuentes electrónicas

- ✚ Cruz López, E. J. (2013). *Diagnóstico de estabilidad de taludes de Usme a través de los sistemas de información geográfica de libre distribución* (Bachelor's thesis)
- ✚ Das, B. M. (2001). *Fundamentos de ingeniería geotécnica*. Sacramento.
- ✚ Ingeniería Geológica Ronda 71 S.L. (12 de 02 de 2015). *ingenieriageologicaderonda71,S.L.* Obtenido el 20 de octubre del 2017 de *ingenieriageologicaderonda71,S.L.*: <http://www.ingenieriageologicaderonda71.es/es/blog/La-importancia-de-estudiar-la-estabilidad-de-los-taludes/>
- ✚ Fiestas, A. T. (05 de 2012). *slideshare*. Obtenido de *slideshare*: <https://es.slideshare.net/jim5javier/trabajo-final-talud>
- ✚ Fonseca Pérez, J. A., Ruíz Arboleda, J. A., & Barboza Miranda, W. A. (2015). *Evaluación del comportamiento geomecánico de los taludes del sector occidental de la Loma del Peyé, casco urbano de Cartagena* (Doctoral dissertation, Universidad de Cartagena).
- ✚ Juan Carlos Gutierrez, Maickol Farid Velez.(2012) *ANÁLISIS PROBABILÍSTICO Y DE SENSIBILIDAD EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES UTILIZANDO LA APLICACIÓN SLOPE/W@*. Obtenido de <http://repositorio.ufpso.edu.co:8080/dspaceufpso/bitstream/123456789/1228/1/28819.pdf>
- ✚ Martínez, A. G. (17 de 06 de 2018). *Toda Colombia*. Obtenido de *Toda Colombia*: Obtenido de: <https://www.todacolombia.com/departamentos-de-colombia/norte-de-santander.html>

- ✚ Montoya Orozco A. (2009). Confiabilidad en estabilidad de Taludes (Universidad Nacional Autónoma de México).
- ✚ Pinto, A. (14 de 06 de 2014). Ingeniería real. Obtenido de Revista de Ingeniería, Arquitectura, Ciencia y Tecnología: <https://ingenieriareal.com/tipos-y-disenos-de-taludes/>
- ✚ Sanhueza, C. & Rodríguez, L. (2013). Análisis Comparativo de métodos de cálculo de estabilidad de taludes finitos aplicados a laderas naturales Revista de la construcción, 12. Recuperado de http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-915X2013000100003&script=sci_arttext
- ✚ Torres Chung, C. R. (2007). Valoración del Riesgo en Deslizamientos.

Autores

- **Jesús Daniel Quintero Sánchez:** estudiante de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Francisco de Paula Santander.
- **Mónica Alejandra Ovallos Díaz:** estudiante de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Francisco de Paula Santander.

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2018 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)