

DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v5i1.1640>

Herramientas digitales y uso de inteligencia artificial en geotecnia: Un enfoque en la evaluación de taludes con Matlab

Digital tools and use of artificial intelligence in geotechnics: a focus on slope assessment with matlab

José Ramón López

ing.joseramonlopez@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-7623-5477>

Universidad de San Carlos de Guatemala

Guatemala – Guatemala

Artículo recibido: 16 de enero de 2024. Aceptado para publicación: 29 de enero de 2024.
Conflictos de Interés: Ninguno que declarar.

Resumen

En la constante evolución de la ingeniería geotécnica, la integración de la Inteligencia Artificial (IA) y programas computacionales como Matlab resulta fundamental para complementar y simplificar la interpretación de análisis complejos en suelos. A través de métodos como el análisis de equilibrio límite, esta integración facilita la obtención de datos y cálculos precisos de factores de seguridad. La aplicación de la IA busca potenciar la predicción de comportamientos geotécnicos, especialmente en aspectos como la estabilidad de taludes y la previsión de asentamientos. Matlab se destaca al facilitar la implementación de algoritmos inteligentes y el análisis de datos complejos en este ámbito. No obstante, el éxito de la implementación de la inteligencia artificial en ingeniería geotécnica depende de la colaboración interdisciplinaria entre ingenieros y expertos en IA, superando desafíos como la calidad de los datos y la interpretación confiable de resultados. Con los avances tecnológicos en IA, se vislumbra un futuro prometedor para la ingeniería geotécnica, con mayores niveles de sofisticación y adaptabilidad. Se anticipa que la IA automatizará tareas rutinarias, mejorará la eficiencia en proyectos geotécnicos y ofrecerá simulaciones en tiempo real para prever posibles fallas. Sin embargo, es crucial abordar desafíos como la calidad de datos y una interpretación adecuada para aprovechar plenamente el potencial de la IA en ingeniería geotécnica.


Palabras clave: inteligencia artificial, matlab, eficiencia digital y análisis geotécnico

Abstract

En the constant evolution of geotechnical engineering, the integration of Artificial Intelligence (AI) and computational programs like Matlab is essential to complement and simplify the interpretation of complex soil analyses. Through methods such as limit equilibrium analysis, this integration facilitates the acquisition of precise data and calculations for safety factors. The application of AI aims to enhance the prediction of geotechnical behaviors, especially in aspects like slope stability and settlement forecasting. Matlab stands out by facilitating the implementation of intelligent algorithms and the analysis of complex data in this field. However, the success of AI implementation in geotechnical engineering depends on interdisciplinary collaboration between engineers and AI experts, overcoming challenges such as data quality and reliable interpretation of results. With technological advances in AI, a promising future is envisioned for geotechnical engineering, with increased levels of sophistication and adaptability. It is anticipated that AI will automate routine tasks, improve efficiency in geotechnical projects, and provide real-time simulations to predict potential failures. Nevertheless,

addressing challenges like data quality and proper interpretation is crucial to fully harness the potential of AI in geotechnical engineering.

Keywords: artificial intelligence, matlab, digital efficiency, and geotechnical análisis

Todo el contenido de LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, publicados en este sitio está disponibles bajo Licencia Creative Commons 

Cómo citar: López, J. R. (2024). Herramientas digitales y uso de inteligencia artificial en geotecnia: Un enfoque en la evaluación de taludes con Matlab. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades* 5 (1), 880 – 893. <https://doi.org/10.56712/latam.v5i1.1640>

INTRODUCCIÓN

La historia de la ingeniería geotécnica se entrelaza con la evolución de las primeras obras de infraestructura emprendidas por la humanidad. Desde tiempos remotos, la construcción de estructuras comenzó con la necesidad de asentar bases sólidas en terrenos aptos para soportar cargas. Sin embargo, las técnicas iniciales carecían de la rigurosidad matemática que caracteriza la ingeniería moderna. (Kérisel, 1985) señala que, en los albores de esta disciplina, no se disponía de indicios claros ni evidencia concreta de la mecánica de suelos. Más bien, se confiaba en enfoques empíricos basados en la prueba y el error, como sustenta su investigación sobre la historia de la ingeniería geotécnica.

Con el avance tecnológico a través del tiempo, el desafío de erigir estructuras en suelos más complejos impulsó el desarrollo de metodologías más sofisticadas y ecuaciones precisas, con el fin de comprender mejor la respuesta y deformación de los terrenos y lograr una interpretación más profunda de la interacción suelo-estructura (López, 2002). La Era Digital ha marcado un hito significativo, introduciendo herramientas como Matlab y aplicaciones especializadas en geotecnia que permiten la realización rápida y precisa de cálculos numéricos. Matlab, con su enfoque en vectores y matrices, ofrece un lenguaje de programación que trasciende sistemas operativos (Augusto, 2011)

Esta herramienta versátil no solo optimiza la eficiencia de cálculos complejos, sino que también promueve la innovación en ingeniería al posibilitar el desarrollo de nuevos productos y soluciones (Warren, 2014). El constante crecimiento y avance de Matlab contribuyen a la resolución de desafíos en ingeniería, empoderando a los profesionales para abordar problemas con una perspectiva fresca y creativa.

La geotecnia, impulsada por la revolución tecnológica, ha incorporado la inteligencia artificial (IA) en su arsenal. Algoritmos de aprendizaje automático se utilizan para mejorar la clasificación y predicción del comportamiento de los suelos. Estos algoritmos permiten la creación de modelos predictivos que desempeñan un papel crucial en la detección temprana de fenómenos geotécnicos como deslizamientos y hundimientos. Sin embargo, es fundamental reconocer que el uso efectivo de estas herramientas está condicionado por la calidad y disponibilidad de los datos de entrada, lo que representa un desafío constante en la aplicación de la IA en geotecnia (Castillo, 2018).

Desde sus raíces en la empiria hasta su evolución actual apoyada en la tecnología de vanguardia, la ingeniería geotécnica ha experimentado un viaje impresionante. Desde los rudimentarios procedimientos de prueba y error hasta la poderosa combinación de Matlab y la Inteligencia Artificial, la disciplina continúa avanzando, enfrentando nuevos horizontes y superando obstáculos para construir un mundo más estable y seguro.

FUNDAMENTOS DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y SU APLICACIÓN CON MATLAB

El enfoque de la Inteligencia Artificial (IA) implica el desarrollo de algoritmos procesadores mediante computadoras, en los que se incorporan reglas y procedimientos específicos (NIH, 2020). Estos algoritmos buscan realizar predicciones y tomar decisiones basadas en conjuntos de datos introducidos en el sistema. No obstante, en medio de este constante debate en torno al uso de tales herramientas digitales, ha surgido confusión, agravada por la existencia de términos similares como: machine learning, deep learning y redes neuronales.

En términos simples, el machine learning es un subcampo de la Inteligencia Artificial. Por su parte, las redes neuronales representan un ámbito dentro del machine learning y los algoritmos de deep learning constituyen un progreso ulterior del concepto de redes neuronales (Mancilla, 2023).

Esta distinción es crucial para desentrañar la diversidad de enfoques y técnicas dentro de la IA. Establecer estas diferenciaciones con claridad es esencial para comprender cómo se desarrollan los

algoritmos y cómo estos pueden ser aplicados de manera efectiva en diversas áreas, incluida la geotecnia.

La resolución de problemas complejos se vuelve desafiante debido a la multitud de variables desconocidas y a la limitación de ecuaciones disponibles. En este contexto, los cálculos simbólicos se tornan arduos. Aquí es donde entra en juego Matlab, cuya abreviatura proviene de Matrix Laboratory. Esta herramienta provee una manera de asignar significado a variables desconocidas, facilitando la interpretación de estas (Moore, 2018).

Matlab se caracteriza por su habilidad para ofrecer soluciones sin necesidad de adentrarse en la complejidad de la programación avanzada. Este atributo resulta particularmente valioso para ingenieros y científicos, consolidándose como un estándar esencial. Con la integración de la IA, la formulación estructurada de problemas se erige como protagonista en el proceso de resolución. Esta práctica no solo supera las limitaciones inherentes a los cálculos tradicionales, sino que también facilita la creación de herramientas reutilizables, maximizando la eficiencia y precisión en la exploración y resolución de desafíos complejos.

La aplicabilidad de la IA no se circunscribe únicamente a la geotecnia. Ejemplos de éxito se despliegan en diversas disciplinas. En el ámbito médico, la IA ha demostrado su eficacia en el diagnóstico temprano de enfermedades. En la industria automotriz, ha impulsado el desarrollo de vehículos autónomos. Estos ejemplos ilustran cómo la IA, con su amalgama de conceptos y técnicas, ha impactado positivamente en una miríada de campos, optimizando procesos y fomentando decisiones informadas (Mathworks, 2023). En este recorrido, la IA emerge como una herramienta eficaz que redefine la frontera de lo posible en la resolución de problemas complejos.

APLICACIONES DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA GEOTECNIA

La aplicación de la Inteligencia Artificial (IA) en el ámbito de la geotecnia ha generado un notable impacto en la forma en que se abordan los proyectos relacionados con la estabilidad de taludes, la predicción de asentamientos y otros desafíos geotécnicos (Nanehkaran et al., 2023). A medida que la tecnología continúa evolucionando, la IA ha demostrado su capacidad para revolucionar los métodos tradicionales, mejorando tanto la precisión como la eficiencia en la resolución de problemas geotécnicos complejos.

La IA ha encontrado un campo fértil en la geotecnia, donde los cálculos precisos y la toma de decisiones informadas son fundamentales para garantizar la seguridad y la viabilidad de las estructuras construidas sobre terrenos variables. Un ejemplo destacado es su aplicación en el análisis de estabilidad de taludes. En este sentido, la IA permite el procesamiento y análisis de grandes volúmenes de datos geotécnicos, lo que resulta en modelos más precisos y detallados que pueden prever posibles deslizamientos y colapsos en terrenos inclinados (Bui et al., 2020)

Otra área en la que la IA ha demostrado su utilidad es en la predicción de asentamientos. Los métodos tradicionales a menudo se basan en ecuaciones simplificadas y suposiciones que pueden llevar a estimaciones inexactas. Sin embargo, la IA puede aprovechar su capacidad para identificar patrones complejos en los datos geotécnicos recopilados y generar modelos predictivos más realistas y precisos (Johnson & Smith, 2020). Estos modelos pueden tener en cuenta una variedad de factores, como las propiedades del suelo, la carga aplicada y las condiciones ambientales, lo que resulta en predicciones más confiables de los asentamientos esperados.

La ventaja de la IA en la geotecnia no radica solo en la precisión, sino también en la eficiencia. Los métodos tradicionales a menudo requieren un proceso manual laborioso y la iteración continua para ajustar los parámetros y llegar a resultados satisfactorios. En contraste, los algoritmos de IA pueden

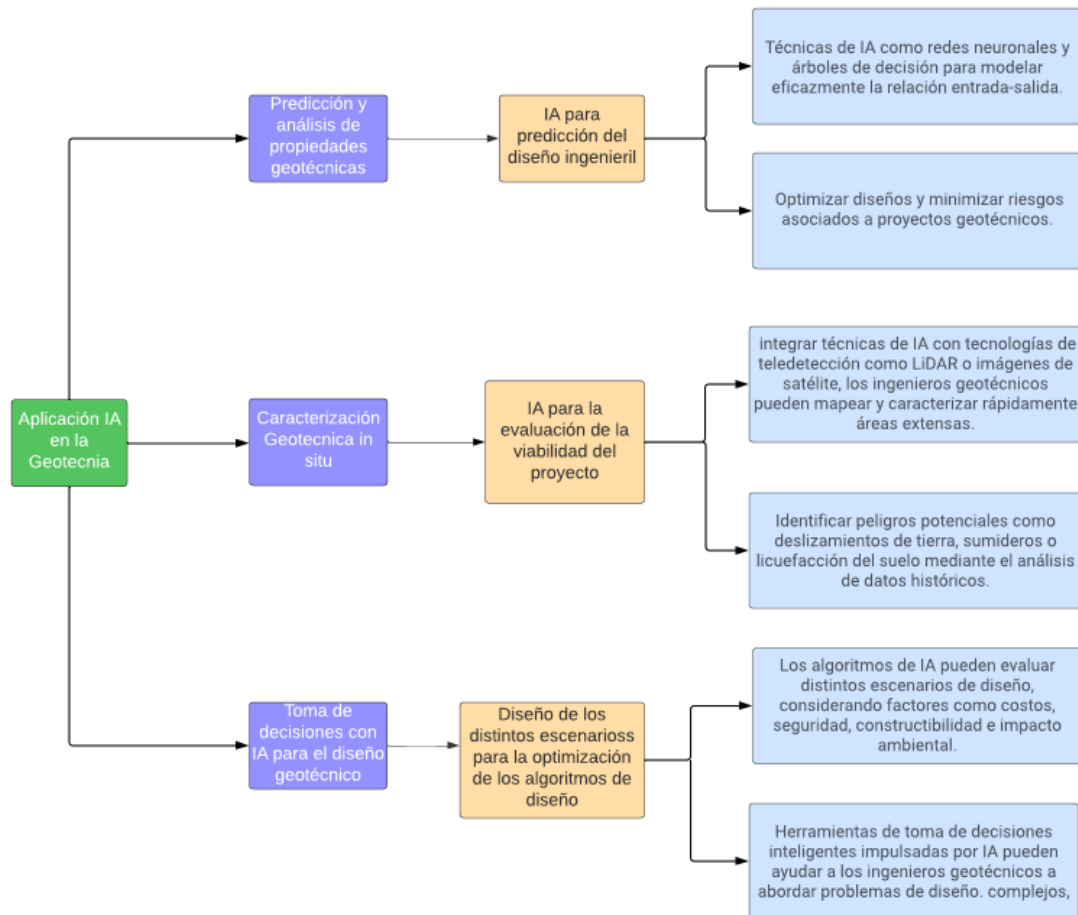
aprender y adaptarse a partir de los datos existentes, lo que acelera el proceso de toma de decisiones y reduce la necesidad de intervención humana constante (Rahman & Jaksa, 2022). Esto no solo ahorra tiempo, sino que también minimiza el riesgo de errores humanos.

Otra de las facetas en la implementación de la Inteligencia Artificial (IA) en el campo de la geotecnia es su habilidad para enfrentar con éxito problemas complejos y diversos por medio de modelos adaptativos y autónomos. Estos sistemas de IA pueden ser meticulosamente entrenados para analizar una amplia variedad de datos geotécnicos y desarrollar la capacidad de reconocer patrones sutiles que los ingenieros humanos podrían inadvertidamente pasar por alto. Esta capacidad se vuelve particularmente valiosa en situaciones donde los factores que influyen en el comportamiento del suelo son intrincados y desafiantes de modelar a través de enfoques tradicionales (Bressani et al., 2018). Los modelos adaptativos de IA pueden ajustar sus parámetros de forma continua conforme más datos son recopilados, lo que conlleva a una mejora constante en su habilidad para realizar predicciones precisas.

La incursión de la Inteligencia Artificial en el ámbito de la geotecnia está ocasionando una transformación significativa en la manera en que los ingenieros encarar los desafíos geotécnicos. A través del análisis de la estabilidad de taludes, la anticipación de asentamientos y otros proyectos conexos, la IA ha demostrado una capacidad impresionante para potenciar la precisión y eficiencia en comparación con las técnicas tradicionales. En adición, la capacidad de abordar desafíos complejos y variados mediante la implementación de modelos adaptativos y autónomos augura un horizonte promisorio para la evolución constante de la ingeniería geotécnica (Moayedi et al., 2020). Cada avance en la tecnología de IA es anticipado con expectación, ya que se espera que brinde a los ingenieros la capacidad de enfrentar desafíos aún más intrincados, alcanzando niveles de precisión y eficiencia que previamente eran considerados inalcanzables.

Figura 1

Diagrama de flujo de la implementación IA en la Geotecnia



Nota: La figura muestra un diagrama de flujo, en que se visualiza los aspectos básicos teóricos para la implementación de la IA en la geotecnia.

La incorporación de la inteligencia artificial en la ingeniería geotécnica, ejemplificada en la figura previa, plantea la posibilidad de revolucionar los enfoques en los proyectos geotécnicos. Mediante la entrega de pronósticos sumamente precisos de las propiedades geotécnicas y la enriquecedora caracterización de lugares, se impulsa la capacidad para tomar decisiones informadas durante la fase de diseño.

Con la continua evolución de la IA, se anticipa un rol aún más vital en la mejora de la eficacia, confiabilidad y sostenibilidad de los proyectos geotécnicos. Estas aplicaciones abren paso a una nueva era en la ingeniería, impulsando el sector hacia horizontes más avanzados y progresivos.

IMPLEMENTACIÓN DE MATLAB PARA EL ANÁLISIS DE TALUDES APLICANDO IA

El papel de MATLAB en la implementación de soluciones de IA para la estabilidad de taludes en geotecnia ha sido extensamente reconocido por expertos en el campo. (W. Zhang et al., 2021) señalan que los algoritmos desarrollados en esta plataforma proporcionan a los ingenieros geotécnicos una herramienta versátil y potente para crear, analizar y mejorar algoritmos de IA de manera efectiva. Esta

noción se ve respaldada por (P. Zhang et al., 2022) quienes resaltan la naturaleza interactiva y la capacidad de MATLAB para manejar datos complejos y realizar análisis numéricos, convirtiéndola en una elección idónea para la implementación de soluciones de IA en geotecnia.

La manipulación y procesamiento de datos geotécnicos complejos resulta esencial en la implementación de soluciones de IA. (Baghbani et al., 2022) destacan que la implementación de soluciones de IA en geotecnia implica manejar conjuntos de datos geotécnicos amplios, como datos de exploración del suelo, datos topográficos y registros de monitoreo. En este sentido, MATLAB facilita la manipulación y el procesamiento de dichos datos, permitiendo a los ingenieros limpiar y preparar la información previa a la aplicación de algoritmos de IA.

Desde una perspectiva de desarrollo algorítmico, la plataforma proporciona herramientas y bibliotecas que simplifican la creación y prueba de algoritmos de IA, según (Ebid, 2021). Se destaca que MATLAB ofrece funciones para desarrollar redes neuronales, algoritmos de aprendizaje automático y otras técnicas de IA. La capacidad para ajustar parámetros y evaluar el rendimiento de los algoritmos resulta fundamental para garantizar soluciones precisas y confiables en proyectos geotécnicos.

DESARROLLO DE ALGORITMOS PARA LA EVALUACIÓN DE TALUDES

La incursión de la inteligencia artificial (IA) en la geotecnia presenta desafíos singulares, entre los que destacan la calidad de los datos, la interpretación de resultados y la validación de modelos. Al explorar la aplicación de IA en este ámbito, se plantea cómo encarar la carencia de datos históricos y cómo lidiar con la incertidumbre que rodea las decisiones basadas en IA. Además, es primordial asegurar que los resultados de los modelos sean claros e interpretables para los ingenieros.

Un ejemplo ilustrativo que destaca la sinergia entre MATLAB y la IA proviene del libro "Análisis de Estabilidad de Taludes con Aplicaciones en MATLAB" de Ludger Suarez Burgoa. En esta obra, se han concebido funciones interactivas como `interatefusbrsat`, `interateftaylorsat` e `interatefbishopsimpsat`. Estas funciones calculan el factor de seguridad (f_s) empleando los métodos de USBR (United States Bureau of Reclamation), Taylor y Bishop (simplificado), respectivamente. Aunque el cálculo de f_s no es extenso, la complejidad surge en la organización de los datos de entrada y la representación gráfica de los resultados (Suárez, 2016).

La implementación de esta tecnología demanda abordar la calidad de los datos. Dado que los métodos de IA a menudo carecen de suficientes datos históricos, es necesario recurrir a enfoques numéricos y a la experiencia profesional para llenar estos vacíos y mejorar la precisión de los modelos. Además, se debe enfrentar la inherente incertidumbre en la toma de decisiones. Los ingenieros deben ser conscientes de las limitaciones y posibles fallos en los modelos generados por la IA. La incorporación de enfoques probabilísticos puede aportar una perspectiva más realista y orientar decisiones informadas.

Otra consideración crucial es la interpretación de los resultados. Los modelos de IA, debido a su complejidad, pueden resultar desafiantes para los ingenieros. En este sentido, la visualización de datos y resultados, como el gráfico de ábaco generado en este ejemplo, se vuelve fundamental para mejorar la comprensión y permitir que los ingenieros tomen decisiones informadas sobre la estabilidad de los taludes. Basándonos en un caso específico de una solución de taludes con ruptura circular en materiales saturados bajo condiciones drenadas (Suárez, 2016), se empleará la ecuación proporcionada para generar un ábaco que evaluará distintas inclinaciones del talud y ángulos de fricción interna.

Para comprender mejor las ecuaciones y considerar la metodología de equilibrio límite para superficies curvas, es esencial destacar los siguientes puntos:

La ecuación (1) muestra el cálculo del factor de seguridad (f_s) en términos de esfuerzos estabilizantes divididos por esfuerzos movilizantes:

$$f_s = \frac{\text{esfuerzos estabilizantes}}{\text{esfuerzos movilizantes}} \quad \text{Ecuación (1)}$$

En el contexto de análisis para la evaluación de taludes, el objetivo es lograr un equilibrio de esfuerzos, lo que se refleja en un factor de seguridad superior a uno. Esto indica que existe un equilibrio entre los esfuerzos estabilizadores y los esfuerzos actuantes.

CONSIDERACIONES ESPECÍFICAS EN LA EVALUACIÓN DE TALUDES

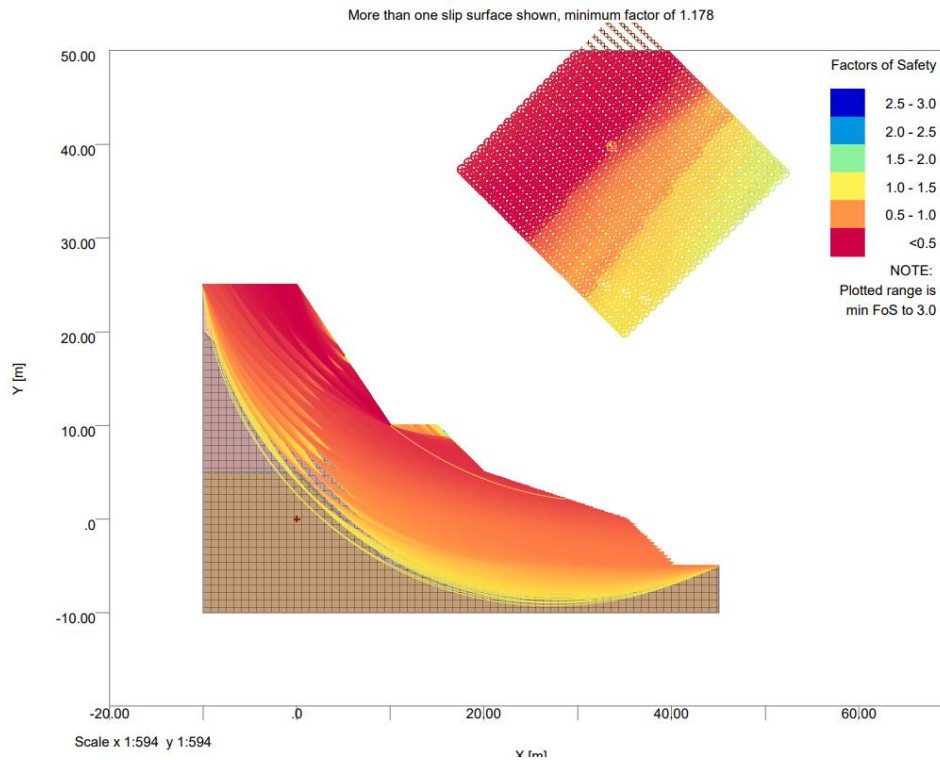
El análisis de estabilidad de taludes es crucial para garantizar la seguridad y el éxito de los proyectos geotécnicos. La metodología de equilibrio límite, como se muestra en la Figura 2, permite evaluar de manera exhaustiva los factores de seguridad y encontrar el punto crítico. Sin embargo, para obtener resultados precisos, es fundamental realizar ensayos geomecánicos exhaustivos que proporcionen una base sólida para la evaluación del comportamiento del talud en diferentes condiciones. Este enfoque holístico garantiza la integridad en el diseño y la ejecución de los proyectos geotécnicos.

El análisis de estabilidad de taludes también implica considerar otros factores como la geometría del talud, las propiedades del suelo y las cargas aplicadas. Estos elementos influyen en la seguridad y estabilidad del talud, por lo que deben ser cuidadosamente evaluados. Además, es importante tener en cuenta que la metodología de equilibrio límite es solo una de las muchas herramientas disponibles para evaluar la estabilidad de los taludes, y que cada proyecto puede requerir enfoques específicos adaptados a sus características individuales.

El análisis de estabilidad de taludes es un proceso complejo que requiere considerar múltiples factores. Además de la metodología de equilibrio límite, es crucial tener en cuenta la geometría del talud, las propiedades del suelo y las cargas aplicadas. Estos elementos influyen en la seguridad y estabilidad del talud, por lo que deben ser cuidadosamente evaluados. Asimismo, es importante recordar que la metodología de equilibrio límite es solo una de las herramientas disponibles para evaluar la estabilidad de los taludes, y que cada proyecto puede requerir enfoques específicos adaptados a sus características individuales.

Gráfico 1

Identificación del factor de seguridad crítico en el talud



Nota: La Figura 2 presenta la evaluación de la estabilidad del talud, mostrando los diversos factores de seguridad, con un enfoque en el estado crítico. Esta representación ha sido adaptada del programa (Oasys, 2023).

La ecuación (2) involucra un cálculo más complejo del factor de seguridad (f_s):

$$f_s = \frac{\Sigma c' + (p-u) \tan \phi' m_{ff}^{-1}}{\Sigma p \sin \alpha} \quad \text{Ecuación (2)}$$

donde m_{ff} se define como:

$$m_{ff} = \cos \alpha (1 + f_s^{-1} \tan \alpha \tan \phi') \quad \text{Ecuación (3)}$$

Aquí, p representa el esfuerzo vertical total en la base de la dovela. Los valores de m_{ff} pueden relacionarse con ϕ' , α y f_s utilizando un ábaco previamente elaborado, lo cual acelera los cálculos manuales.

La Figura 3 proporciona un ejemplo concreto de este tipo de ábaco, donde se presentan diversas inclinaciones del talud, expresadas en grados y representadas en el eje de las abscisas. Cada curva en

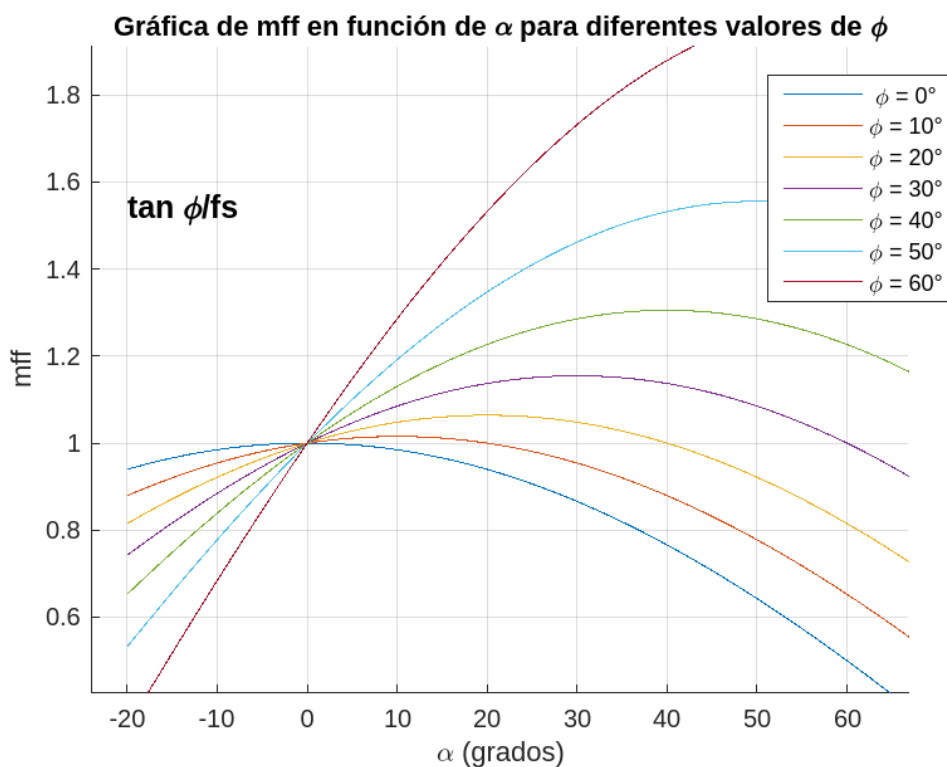
la figura representa un valor geomecánico del suelo, específicamente el ángulo de fricción interna, una propiedad básica utilizada en el análisis de estabilidad de taludes.

En la intersección de estas curvas, se considera un factor de seguridad igual a 1, indicando una respuesta estable. Es crucial destacar que este ábaco se concibe como un enfoque en condiciones estáticas. Este método de modelado resulta fundamental para llevar a cabo análisis tanto preliminares como detallados, aportando significativamente a mejorar la comprensión de los cálculos involucrados.

Gráfico 2

Variación de la relación $\tan \phi/fs$ en un ábaco para diferentes inclinaciones del talud

Nota: La figura 3 muestra un ábaco en el que las ordenadas representan los factores de seguridad, y



en las abscisas se presentan los diferentes grados de inclinación del talud, relacionados con las distintas propiedades geomecánicas del material. Adaptado de (Suárez, 2016).

La aplicación del enfoque de equilibrio límite a superficies curvas implica un análisis detallado de las ecuaciones para establecer una correlación precisa entre los esfuerzos estabilizantes y movilizantes, con el objetivo de lograr un factor de seguridad adecuado. Para mejorar la eficiencia en los cálculos y facilitar la comprensión del proceso, se recurre a la utilización de ábacos predefinidos y modelos, como se ejemplifica en la Figura 3.

Este enfoque se destaca en el diseño y análisis de estructuras, donde la estabilidad y resistencia de los materiales desempeñan un papel crucial. Al establecer una conexión clara entre los esfuerzos estabilizantes y movilizantes, es posible determinar con precisión el nivel de factor de seguridad necesario. La incorporación de ábacos y modelos predefinidos no solo simplifica el proceso de cálculo, sino que también mejora la comprensión global del procedimiento.

En el ámbito de la ingeniería civil, el enfoque de equilibrio límite aplicado a superficies curvas encuentra una aplicación significativa, especialmente en el diseño de obras de contención. Al comprender la relación entre los esfuerzos estabilizantes y movilizantes, los ingenieros garantizan la seguridad y durabilidad de estas estructuras. La inclusión de ábacos y modelos predefinidos agiliza el proceso de diseño y reduce el margen de error en los cálculos.

PERSPECTIVAS FUTURAS EN EL USO DE ALGORITMOS CON ASISTENCIA DE IA

Las perspectivas futuras en la aplicación de algoritmos asistidos por la Inteligencia Artificial (IA) y MATLAB en el ámbito de la geotecnia se erigen como un horizonte tanto emocionante como prometedor. En la actual Era de continua innovación tecnológica, el papel de la IA en este dominio está predestinado a experimentar una evolución de envergadura, la cual reconfigurar la manera en que los ingenieros abordan los retos geotécnicos, brindando así oportunidades novedosas de exploración y descubrimiento.

En el horizonte de los próximos años, se anticipa que la IA en el ámbito geotécnico alcance niveles más avanzados de sofisticación y adaptabilidad. Los algoritmos, por ende, adquirirán la capacidad de analizar una extensa diversidad de datos geotécnicos, que abarcan desde mediciones topográficas hasta información histórica, para proporcionar recomendaciones más exactas y minuciosas que auxilien en la toma de decisiones. De igual forma, el aprendizaje automático podrá facultar a los algoritmos para adaptarse y mejorar a medida que interactúan con mayores volúmenes de datos y una gama más amplia de situaciones en el contexto real.

Un aspecto particularmente estimulante radica en el potencial de la IA para revolucionar el enfoque que los ingenieros tienen hacia los desafíos geotécnicos. La automatización de tareas rutinarias, tales como la recopilación y el procesamiento de datos, despejará el camino para que los profesionales concentren sus esfuerzos en análisis de naturaleza más compleja y estratégica. Este enfoque, a su vez, augura un incremento en la eficiencia y precisión de los proyectos de ingeniería geotécnica.

Asimismo, emergen aplicaciones prometedoras en este escenario. La IA podría facilitar la simulación en tiempo real de diversos escenarios geotécnicos, contribuyendo a la predicción de posibles fallas y ofreciendo una perspectiva más profunda de las cambiantes condiciones del terreno. Los sistemas de monitoreo también experimentaron beneficios sustanciales, al adelantar posibles movimientos del suelo y emitir alertas tempranas con miras a prevenir desastres. Además, la IA posee el potencial para confeccionar modelos geotécnicos que sean tanto precisos como realistas, lo que permitirá una planificación más eficaz y una mitigación más eficiente de los riesgos.

No obstante, el impacto potencial de la IA en la geotecnia es notable, no se deben pasar por alto desafíos críticos como la calidad y disponibilidad de los datos, así como la interpretación confiable de los resultados engendrados por los algoritmos. La transparencia y la colaboración entre ingenieros, científicos de datos y expertos en IA se perfilan como elementos esenciales para asegurar que los progresos tecnológicos se traduzcan en mejoras sustanciales y seguras en el campo de la geotecnia.

CONCLUSIÓN

La incorporación de la Inteligencia Artificial (IA) y la plataforma MATLAB en la ingeniería geotécnica marca una etapa emocionante en la evolución de esta disciplina. Desde sus orígenes en métodos empíricos hasta la revolución actual impulsada por la tecnología, la geotecnia ha avanzado considerablemente. La capacidad de la IA para analizar grandes conjuntos de datos y desarrollar modelos predictivos precisos ha demostrado ser valiosa en la evaluación de la estabilidad de taludes y la predicción de asentamientos. La flexibilidad de MATLAB ha permitido a los ingenieros implementar

algoritmos de IA de manera eficaz, optimizando tanto los cálculos complejos como la resolución de problemas.

REFLEXIÓN SOBRE LA INNOVACIÓN Y DESAFÍOS DE LA IA Y MATLAB

La incorporación de la Inteligencia Artificial (IA) y la plataforma MATLAB en la ingeniería geotécnica representa una fase de transformación en constante evolución para este campo científico. Desde sus inicios en metodologías empíricas hasta la revolución contemporánea inducida por la tecnología, la geotecnia ha experimentado avances notables. La capacidad intrínseca de la IA para analizar grandes conjuntos de datos y generar modelos predictivos precisos se ha manifestado como un recurso valioso en la evaluación de la estabilidad de taludes y la predicción de asentamientos. La flexibilidad de MATLAB, por su parte, ha facultado a los ingenieros para implementar algoritmos de IA de manera eficiente, optimizando tanto los cálculos intrincados como la resolución de problemáticas complejas.

Al inmiscuirnos en esta Era de Innovación Tecnológica, cobra vigencia la reflexión sobre los desafíos concomitantes. La calidad y accesibilidad de los datos han emergido como factores determinantes en el éxito de los algoritmos de IA. La integridad y precisión de los resultados dependen en gran medida de la veracidad y cantidad de datos disponibles. La carencia de datos exhaustivos o la inclusión de datos imprecisos pueden minar la validez de los resultados obtenidos. La interpretación adecuada de estos resultados y la aptitud para comprender los modelos concebidos por la IA se erigen como desafíos esenciales. La interpretación errónea podría precipitar decisiones erráticas con consecuencias graves. La colaboración interdisciplinaria entre ingenieros geotécnicos y expertos en IA adquiere un papel vital en la superación de estos desafíos y en la explotación plena del potencial que ostentan estas tecnologías.

En última instancia, la integración de la IA en el ámbito de la geotecnia proyecta una amplia gama de perspectivas emocionantes. La adecuada atención a los desafíos y el mantenimiento de un enfoque en la calidad de los datos y la interpretación precisa de los resultados podrían conducir a una transformación radical en la manera en que abordamos la ingeniería geotécnica. Esto potenciaría el surgimiento de soluciones para la construcción de infraestructuras más seguras, eficientes y fiables en entornos variables y desafiantes. Con resolución y empeño en la superación de los desafíos, la IA podría catalizar una metamorfosis sustancial en este campo, instaurando un futuro donde la excelencia y la robustez sean las características predominantes en la concepción y realización de proyectos geotécnicos.

REFERENCIAS

- Augusto, C., Montoya, H., & Pacheco De Asis, A. (2011). Herramientas para análisis por confiabilidad en geotecnia: la teoría. 10(18), 69–78.
- Baghbani, A., Choudhury, T., Costa, S., & Reiner, J. (2022). Application of artificial intelligence in geotechnical engineering: A state-of-the-art review. *Earth-Science Reviews*, 228, 103991. <https://doi.org/10.1016/J.EARSCIREV.2022.103991>
- Bressani, L. A., Simoes, E. B., Ogura, A. T., Boesing, I. J., Hanauer, D. S., & Balbinot, G. (2018). A Monitoring System for Landslides and Geotechnical Works Using Statistical and Artificial Intelligence Models.
- Bui, X. N., Nguyen, H., Choi, Y., Nguyen-Thoi, T., Zhou, J., & Dou, J. (2020). Prediction of slope failure in open-pit mines using a novel hybrid artificial intelligence model based on decision tree and evolution algorithm. *Scientific Reports*, 10(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-66904-y>
- Castillo, P. (2018). Simulación en matlab del comportamiento de suelos no saturados [Máster en Ingeniería del Terreno e Ingeniería Sísmica]. Universidad Politécnica de Catalunya.
- Ebid, A. M. (2021). 35 Years of (AI) in Geotechnical Engineering: State of the Art. In *Geotechnical and Geological Engineering* (Vol. 39, Issue 2, pp. 637–690). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. <https://doi.org/10.1007/s10706-020-01536-7>
- Kérisel, J. (1985, August 12). Volumen del jubileo de oro. Actas de la undécima conferencia internacional sobre mecánica de suelos e ingeniería de cimentaciones, SAN FRANCISCO, 12-16 DE AGOSTO DE 1985.
- López, C. (2002). *MATLAB y sus aplicaciones en las ciencias y la ingeniería* (Pearson Educación). Prentice Hall.
- Mancilla, E. (2023, April 25). IA vs. machine learning vs. deep learning vs. redes neuronales: ¿Cuál es la diferencia? INVGATE.
- Mathworks. (2023, April 25). MATLAB EXPO 2023 ofrece más de 50 sesiones online enfocadas en ocho áreas tecnológicas populares, incluidas IA, electrificación y comunicaciones inalámbricas - MATLAB & Simulink. Mathworks. <https://es.mathworks.com/company/newsroom/matlab-expo-2023-features-more-than-fifty-online-sessions-focused-on-eight-trending-technology-areas-including-ai-electrification-and-wireless-communications.html>
- Moayedi, H., Mosallanezhad, M., Rashid, A. S. A., Jusoh, W. A. W., & Muazu, M. A. (2020). A systematic review and meta-analysis of artificial neural network application in geotechnical engineering: theory and applications. In *Neural Computing and Applications* (Vol. 32, Issue 2, pp. 495–518). Springer. <https://doi.org/10.1007/s00521-019-04109-9>
- Moore, H. (2018). *MATLAB® para Ingenieros* (Pearson). Prentice Hall.
- Nanehkaran, Y. A., Licai, Z., Chengyong, J., Chen, J., Anwar, S., Azarafza, M., & Derakhshani, R. (2023). Comparative Analysis for Slope Stability by Using Machine Learning Methods. *Applied Sciences* (Switzerland), 13(3). <https://doi.org/10.3390/app13031555>
- NIH. (2020). Inteligencia Artificial (IA). www.nibib.nih.gov

Rahman, M. Mizanur., & Jaksa, Mark. (2022). Proceedings of 20th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (ICSMGE 2022), A geotechnical discovery down under : Sydney, New South Wales, Australia, 1-5 May 2022. Australian Geomechanics Society.


Oasys. (2023). Slope | Slope Stability Analysis Software| Oasys. Oasys Slope. <https://www.oasys-software.com/products/slope/>

Suárez, L. (2016). Análisis de estabilidad de taludes con aplicaciones en MATLAB. <https://www.researchgate.net/publication/330834443>

Warren, C. (2014). MATLAB for engineers: Development of an online, interactive, self-study course. *Engineering Education*, 9(1), 86–93. <https://doi.org/10.11120/ened.2014.00026>

Zhang, P., Yin, Z. Y., & Jin, Y. F. (2022). Machine Learning-Based Modelling of Soil Properties for Geotechnical Design: Review, Tool Development and Comparison. *Archives of Computational Methods in Engineering*, 29(2), 1229–1245. <https://doi.org/10.1007/s11831-021-09615-5>

Zhang, W., Li, H., Li, Y., Liu, H., Chen, Y., & Ding, X. (2021). Application of deep learning algorithms in geotechnical engineering: a short critical review. *Artificial Intelligence Review*, 54(8), 5633–5673. <https://doi.org/10.1007/s10462-021-09967-1>

Todo el contenido de **LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades**, publicados en este sitio está disponibles bajo Licencia [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) .