



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería de Minas

“ESTABILIDAD DE TALUDES EMPLEANDO
TÉCNICA DE SOIL NAILING”: UNA REVISIÓN DE
LA LITERATURA CIENTÍFICA EN EL PERIODO
DE 5 AÑOS

Trabajo de investigación para optar al grado de:

Bachiller en Ingeniería de Minas

Autor:

Renato Carloandré Carranza Alva

Asesor:

Mg. Ing. Elmer Ovidio Luque Luque

Cajamarca - Perú

2020

DEDICATORIA

A mis padres, Luis y Selene, quienes, con sacrificio y esfuerzo, forjaron en mí el carácter y los valores necesarios para poder conducirme por el camino del bien a pesar de los obstáculos en mi camino.

María Teresa, Lucio Antonio, Valeria y Luciana, que han sido mi fuerza y motivo en todo momento.

Este proyecto es para todos ustedes.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por ser luz incondicional en mi camino, a mis padres por el apoyo brindado para llegar hasta aquí y a mis docentes de la carrera de Ingeniería de Minas por todo el conocimiento y amistad brindada.

Tabla de contenido

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
RESUMEN	7
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	8
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	10
CAPÍTULO III. RESULTADOS	19
CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES.....	29
REFERENCIAS.....	30

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Investigaciones seleccionadas para la revisión sistemática.....</i>	12
<i>Tabla 2. Documentos seleccionados según buscador.....</i>	18
<i>Tabla 3. Publicaciones seleccionadas según el periodo de antigüedad.....</i>	25

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Diagrama de Flujo en función a la búsqueda de información de acuerdo con la metodología de métodos de exclusión e inclusión.....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 2. Porcentaje de resultados según buscadores.</i>	<i>24</i>
<i>Figura 3. Diagrama pastel sobre periodo de publicación de los estudios seleccionados.</i>	<i>25</i>
<i>Figura 4. Resultados totales según relevancia de publicación y palabras clave encontradas en los documentos.</i>	<i>26</i>
<i>Figura 5. Tipo de documentos seleccionados</i>	<i>26</i>

RESUMEN

La presente revisión sistemática de literatura científica tiene como objetivo investigar cómo realizar la estabilidad de taludes empleando la técnica de Soil Nailing; para ello las bases teóricas usadas para comprender el tema fueron: Google académico, repositorio de la UPN, SciELO, ResearchGate , The National Academies of SCIENCES ENGINEERING MEDICINE, Universidad Técnica Federico Santa María, Universidad Católica de la Santísima Concepción entre otras. A los cuales se aplicaron criterios de inclusión y exclusión a los resultados obtenidos, aplicando filtros como fuentes de acreditación y credibilidad, compatibilidad de información, año de publicación con prioridad a que sean no menores a 5 años e idioma. El objeto de estudio de esta investigación fue determinar cómo lograr la estabilidad de taludes mediante la técnica Soil Nailing. Los resultados obtenidos fueron 20 fuentes bibliográficas seleccionadas las cuales cumplieron con los filtros antes mencionados, donde la principal limitación fue la falta de información en el tema y uso a base de conocimientos empíricos. Se llegó a la conclusión de que esta estabilidad se pudo lograr mediante la aplicación del hincado de pernos, la colocación de pantallas de concreto, mallas electrosoldadas, placas de acero y tuercas o arandelas.

PALABRAS CLAVES: Soil Nailing, taludes, estabilidad, anclajes.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

La inestabilidad de taludes es una amenaza para las infraestructuras colindantes o cercanas a su entorno, puesto que pueden ocasionar daños y pérdidas económicas; por lo cual es importante evaluar su estabilidad con el fin de prevenir los efectos que provocaría su colapso. (Gomez,2019)

Según Campos (2016) indica que la verificación del sano comportamiento de los terrenos inclinados en contacto con estructuras públicas o privadas puede salvaguardar la seguridad e integridad de cientos de vidas, lo que deja en entevisto la gran importancia que conlleva el mantenimiento y constante intervención de este tipo de terrenos.

La amplia gama de alternativas para dar solución a las problemáticas de los sitios, y que cumplen con criterios de funcionalidad-costo, permite la escogencia, desde un punto ingenieril, de una de ellas de forma responsable y acatando las especificaciones de los reglamentos y códigos vigentes para estos tipos de estructuras. Por esta razón, las propuestas de retención de suelos y control de erosión se basan en un sistema de anclajes pasivos de tipo Soil Nailing liviano con componentes que complementan el sistema, como pantallas de concreto proyectado (American Concrete Institute, 2014), geomallas (con especificaciones técnicas requeridas), control de escorrentías (Díaz, 2001), mediante la implementación de cuentas y contra cunetas, y un enrocado (Rip-Rap) para controlar la erosión de los taludes (Díaz, 2001)

Niño (2017) en su tesis para optar la maestría en Ingeniería Civil , señala que en la actualidad aún no se tiene un completo entendimiento de la interacción entre el suelo y los diferentes componentes de los sistemas de soil nailing, especialmente la contribución del

revestimiento (temporal y permanente) a la estabilidad en los muros de soil nail (clavos del suelo), añade también que los sistemas de soil nailing (entre estos los muros de soil nail) son una alternativa económica y viable para la estabilización de terrenos y deslizamientos, muros de contención, sostenimiento de excavaciones, construcción de carreteras, infraestructura de servicios públicos, edificios y otras aplicaciones.

Justificación

El fin de esta investigación a través de la revisión sistemática es el de poder analizar y comprender los resultados ofrecidos por los diferentes autores en base a los estudios realizados en áreas de estabilidad de taludes mediante el método Soil Nailing. Así, poder ampliar el entendimiento y mostrar la aplicabilidad de esta técnica correspondiente a estabilidad de taludes en materiales de tipo cuaternario, además, conocer cuáles son los beneficios y necesidades correspondientes a dicha técnica.

Pregunta de Investigación

¿Cómo realizar la estabilidad de taludes empleando la técnica de soil nailing?

Objetivo principal

Realizar la estabilidad de taludes empleando la técnica de soil nailing

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

Tipo de estudio

La presente investigación es una “revisión sistemática de la literatura científica” sobre Estabilización de taludes empleando técnica de soil nailing, puesto que se pretende mejorar el entendimiento de esta técnica mostrando la aplicabilidad y los beneficios de este método en zonas que presenten material de tipo cuaternario puesto que se pretende hacer un estudio la posibilidad de determinar las secuencias de alteraciones que presenta un yacimiento tipo pórfido a través de sus asociaciones mineralógicas”.

Criterios de inclusión y exclusión

Se encontraron en total 2778 estudios de temas relacionados a estudios de método de Soil Nailing en taludes, por lo que para la selección de fuentes a utilizar el proceso fue en siguiente:

1. El primer filtro aplicado fue referido a la fuente, para lo cual se ha considerado pertinente que se presenten en forma de tesis, artículos científicos y textos de repositorios que cuente con la debida acreditación y credibilidad académica.
2. El segundo filtro está referido a la compatibilidad de los artículos y fuentes de recolección de información sobre el método Soil Nailing con respecto a su aplicación en taludes y no cuando hacen referencia a su uso en edificaciones.
3. El siguiente filtro fue el año de publicación, teniendo mayor prioridad que se encuentren dentro del rango de 5 años, tomando ciertas fuentes de años anteriores que presenten la debida relevancia y relación con el tema de investigación propuesto.

4. Finalmente se filtró de acuerdo al idioma, teniendo en consideración el español por el dominio de esta lengua, el inglés y el portugués debido a la cantidad y calidad de la información referidos al tema.

Recursos de información

Para el presente estudio se ha tomado en cuenta buscadores como son: Google académico, que cuenta con un total de 1660 estudios realizados de las cuales se han extraído 5 fuentes útiles para la investigación, 2 artículos del buscador Scielo, 10 fuentes del buscador The National Academies of SCIENCES ENGINEERING MEDICINE, 2 extraídos del buscador ReserchGate, 1 artículo científico extraído del repositorio virtual de la UPN, además se revisaron también repositorios de diferentes universidades de otros países en los cuales existe mayor presencia y entendimiento de este método para sostenimiento , universidades como son de La Universidad Católica de la Santísima Concepción , de la Universidad Industrial de Santander , La Universidad Politécnica de Madrid La Universidad Nacional de Moquegua (Perú) , universidades de las cuales se extrajo una tesis de cada una aplicando los filtros antes ya mencionados y presentando especial atención en el término “Soil Nailing” como palabra clave para la búsqueda.

Búsqueda y selección de datos

La búsqueda se realizó mediante las palabras claves de, “estabilización de taludes “ y “Soil nailing” , teniendo mayor énfasis en este último debido a que describe el método a utilizar en el presente estudio , se ha hecho énfasis en la antigüedad de los estudios aceptando estos a partir del 2016 , tomando en consideración también documentos más antiguos pero de carácter aportante para el desarrollo de la investigación presente , los documentos

filtrados en su mayoría han sido tesis los cuales presentan una pregunta de investigación similar o con aportes a la investigación presente en este documento.

Tabla 1. Investigaciones seleccionadas para la revisión sistemática.

Autores	Título	Año	Palabras clave	Motivo de inclusión	Buscador
Edwin Leonardo Labrador Díaz, Juan David Herrera Ramírez, Sergio Antonio Aguirre López	Análisis de la estabilidad de un talud ubicado en el kilómetro 5+530 vía variante Ibagué-Armenia en el sector del portal de la Martinica en la ciudad de Ibagué	2020	Estabilización de talud, inestabilidad, amenaza, riesgo	Es documento del año	Google académico
Gang Deng, Tao Xu, Rui Chen, Zhao Lu, Jian Liu	Numerical Analysis on Stabilizing Mechanism of Soil Nails in Steep Fill Slopes Subjected to Rainfall Infiltration Using a Hypoplastic Model	2018	Soil nail · Rainfall infiltration · Slope stability · Decomposed granite · Hypoplastic model	Por ser de los últimos años	Repositorio UPN
Juan Carlos Campos Vallejos	Diseño de propuestas constructivas Soil Nailing para estabilidad de taludes en sitios de la Red Nacional de	2017	Anclajes Pasivos, Sistema Soil Nailing, Estabilización de Taludes,	Contenido con buenos aportes del artículo	Google académico

	Telecomunicaciones del ICE		Socavación, Erosión.		
Carlos Germán Niño Martínez	Métodos de análisis y diseño para la resolución de problemas de estabilidad de taludes y excavaciones mediante técnicas de soil nailing	2017	Soil nailing, modelaciones de estructuras de contención, excavaciones, anclajes pasivos, interacción suelo-nail(clavo)	Por fecha de publicación	Repositorio de la escuela colombiana de ingeniería Julio Garavito
Truc T T Phan, M W Gui	Soil nailing behaviour for slope stabilization:a case study	2019	Soil nailing, slopes, stabilization	Por idioma y ser publicación del año anterior	ResearchGate
Yesseña Abegail Gomez Gonzales	Evaluación de sistemas de contención mediante el uso de anclajes y pilotes para la estabilización del talud expuesto a socavación, tramo 10+430 a 10+550 de la vía panamericana norte-Lima	2019	Equilibrio límite, elementos finitos, Hardening Soil model with small-strain stiffness, elementos de reforzamiento (anclajes y pilotes), grava de Lima.	Por año de publicación y información relevante	Repositorio de la universidad Federico Villareal
Víctor Alonso Cabezas Pinto	Sistemas flexibles de estabilización superficial de taludes con mallas de acero y pernos de anclaje	2013	Estabilización superficial, pernos de anclaje, mallas de acero, obras viales, inestabilidad	Datos relevantes para la investigación	Repositorio de la Universidad Católica de la Santísima Concepción

Karen Lizeth Grattz, Juan Diego Salazar Carlos E. Rodriguez	Análisis de los factores que determinan el diseño de mallas metálicas para la estabilización de taludes en macizos rocosos	2018	estabilidad de taludes, malla metálica, roca, perno	de	Por año de publicación	SciELO	
Julian Bernardo Cárdenas Rueda	Manual de los principales métodos de soporte y protección de superficies de excavación utilizados en la construcción del proyecto hidroeléctrico SOGAMOSO	2012	Sistemas de contención, excavaciones, especificaciones, ensayos	de	Por contener información sobre sistemas de estabilización	Biblioteca virtual de la Universidad Industrial de Santander	
Silvia García Wolfrum	Anclajes en roca	2005	Taludes, pernos autoperforantes, sostenimiento	,	Contiene información variada de sistema de anclaje	Google académico	
María Celeste Pérez	Anclajes y sistemas de anclajes	2004	Anclajes, ,inyección lechada, tendón de acero	,	taludes de información	Calidad de Google académico	
Jaime Israel Turpo Phuño	Determinación de los parámetros geométricos del talud, para garantizar la estabilidad del tajo superficial del área de explotación de la unidad	2018	Estabilidad de taludes, del talud, límite.	de	Geometría Equilibrio	Por año de publicación	Repositorio de la Universidad Nacional de Moquegua

minera “Moises Randy
2010”

Anna Laura L.S Nunes , Hernán Gavilanes Jiménez, Sergio A. B. Fontoura	Análisis de la estabilidad de taludes mineros por métodos numéricos	2000	Taludes mineros , análisis de estabilidad	Aportes para Google académico investigación	
Reynaldo Alexander Coronel Gutierrez, Raul Fernando Tavera Calderón	Lecciones aprendidas en la estabilización de taludes con pantallas ancladas	2010	Pantallas ancladas , infraestructura física , erosión , estabilización de taludes , guía metodológica	Aportes para el tema de investigación	Repositorio de la Pontificia Universidad Católica de Ecuador
Carlos Orlando Castillo Díaz	Efecto del perno de anclaje en el comportamiento estructural de paneles de hormigón reforzado con fibra	2017	Pernos de anclaje, paneles de hormigón , taludes	Aportes para el tema de investigación	Repositorio digital USM
Angel Christopher Soto Vilca	Estudio de la inestabilidad y alternativas de solución del talud del cerro Qoñiunu en el distrito de Ollaschea	2017	Inestabilidad ,talud, análisis	Por año de publicación	Repositorio de la Universidad Nacional del Altiplano

Josept Robert, Anyelo John Soto	Protección y estabilización de taludes para evitar deslizamientos	2011	Taludes, deslizamiento sostenimientos	, Datos relevantes sobre estabilización de taldes	Google académico
Jaime Suárez Díaz	Deslizamiento y estabilidad de taludes en zonas tropicales	1998	Taludes, deslizamiento	Afinidad sobre sistemas de anclaje	SciELO
Lazarte, C; Robinson, H; Gómez, J; Baxter, A; Cadden A; Berg, R	Soil Nail Walls Reference Manual	2015	Soil Nailing, slopes	Año, idioma y afinidad con respeto al estudio	ResearchGate
Zuloaga, I;Sierra, J	Diseño y construcción de estabilización de un talud compuesto por suelos tropicales mediante técnica de Soil Nailing	2012	Anclajes ,inyección de lechada , tendón de acero	, taludes de para la investigación	Datos relevantes para la investigación
Kim, D. S., Juran, I., Nasimov, R., & Drabkin, S.	Model study on the failure mechanism of soil-nailed structure under surcharge loading	1995	Failure, soil-nailed, slopes	Idioma	The Nacional Academies of SCIENCES ENGINEERING MEDICINE
Byrne, R. J., Cotton, D.,	Manual of desing and construction monitoring of soil nail walls	1996	Soil nail , construction, monitring , slopes	Idioma, relación con	The Nacional Academies of SCIENCES

Porterfield,
J.,
Wolschlag,
C., &
Ueblacker,
G..

el tema de ENGINEERING
estudio MEDICINE

Murray, R T	THE DEVELOPMENT OF SPECIFICATIONS FOR SOIL NAILING	1993	Soil Nailing, slopes	Idioma, relación con el tema de estudio	The Nacional Academies of SCIENCES ENGINEERING MEDICINE
----------------	--	------	----------------------	--	---

Kouji Tei	A study of soil nailing in sand	1993	Sand, Soil Nailing	Idioma	The Nacional Academies of SCIENCES ENGINEERING MEDICINE
-----------	------------------------------------	------	--------------------	--------	---

F Schlosser; P. Unterreiner	Soil Nailing in France: Research and Practice	1991	Soil nailing, slopes, stabilization	Idioma	The Nacional Academies of SCIENCES ENGINEERING MEDICINE
-----------------------------------	--	------	--	--------	---

Franzen, G.	Soil nailing-A laboratory and field study of pull-out capacity	1998	Soil Nailing, Pollo ut	Idioma , relación con el tema de interés	The Nacional Academies of SCIENCES ENGINEERING MEDICINE
-------------	---	------	---------------------------	---	---

Andersland, O. B., & Ladanyi, B	Frozen ground engineering	2003	Engineering, slopes	Idioma	The Nacional Academies of SCIENCES
---------------------------------------	------------------------------	------	---------------------	--------	--

ENGINEERING

MEDICINE

Bruce, D. Soil nailing: application 1986 Desing, Soil Nail, Idioma
A., & and practice-part 1. Stabilising
Jewell, R. A Ground Engineering Excavations

The Nacional
Academies of
SCIENCES

ENGINEERING

MEDICINE

Phear, A Soil nailing: Best 2005 Soil Nailing , Slopes Idioma,
practice guidance , Excavations relevancia de
información

The Nacional
Academies of
SCIENCES

ENGINEERING

MEDICINE

Bridle, R. J. Soil nailing-analysis and 1989 Soil Nailing , Slopes Idioma
design. Ground , Excavations
Engineering

The Nacional
Academies of
SCIENCES

ENGINEERING

MEDICINE


CAPÍTULO III. RESULTADOS

Proceso de selección de datos

Para el desarrollo de la presente investigación se tomaron datos de revistas científicas, tesis, repositorios académicos de universidades, bibliotecas virtuales, bibliotecas electrónicas; las cuales fueron analizadas para la recopilación de información acerca de estabilidad de taludes mediante la técnica de Soil Nailing.

Después de analizar todas las publicaciones consultadas y siguiendo la metodología de búsqueda basada en filtros de selección ya descritos en el capítulo anterior, se presentan los resultados obtenidos mediante gráficos.


Tabla 2. Documentos seleccionados según buscador.

Buscador	Palabras clave	Total de resultados	Seleccionadas
	Soil Nailng, taludes, pernos de anclaje	3600	6
	Soil Nailing , pernos	1	1

autoperforantes ,

sostenimiento

	Soil nailing, slopes, stabilization	383	2
	Slopes , soil nailing	86	3
	Slopes , soil nailing	467	10
	Soil nailing	3	1
	Soil Nailing , anclajes	140	1
	Sistemas de contención , taludes , soil , nail	3	1
	Sistemas pasivos , soil nailing	1	1
	Soil Nailing	294	1

 UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA	Soil Nailing	1	1
 UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN REPOSITORIO INSTITUCIONAL	Soil Nailing, auto perforantes , taludes	320	1
 UCSC <small>Registro Académico</small>	Pernos de anclaje , soil nailing , taludes , estabilización	79	1
TOTAL		5378	30

En la tabla 2 se muestra los buscadores utilizados en la presente revisión sistemática, así como la palabra clave utilizada en cada uno; también se muestra la cantidad de resultados encontrados y el número de publicaciones seleccionadas.

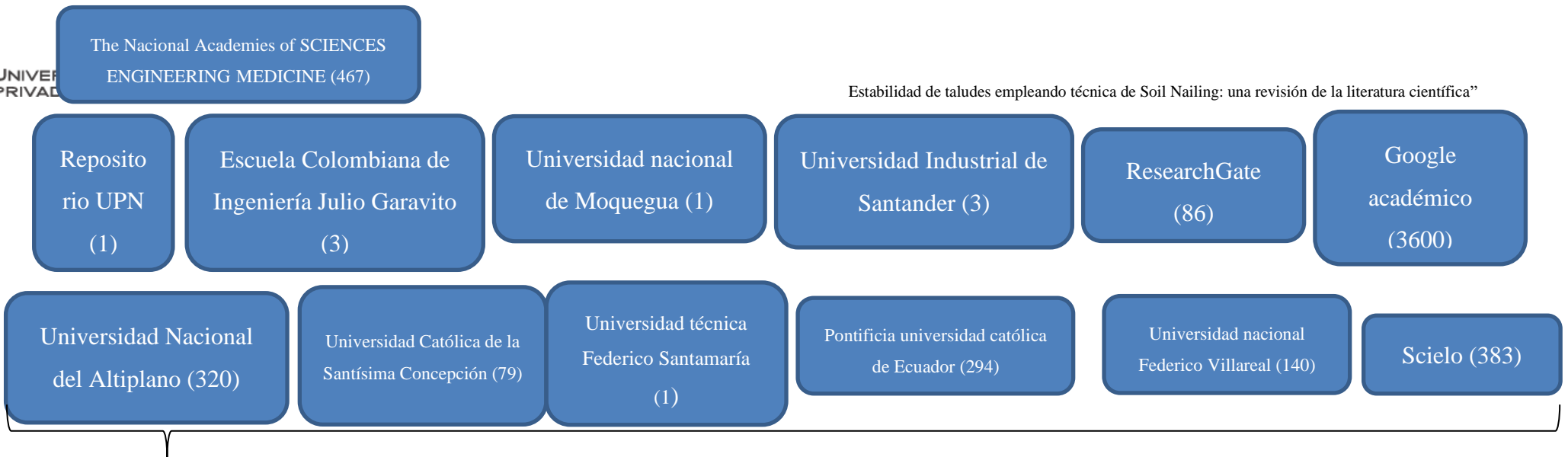




Figura 1. Diagrama de Flujo en función a la búsqueda de información de acuerdo con la metodología de métodos de exclusión e inclusión.

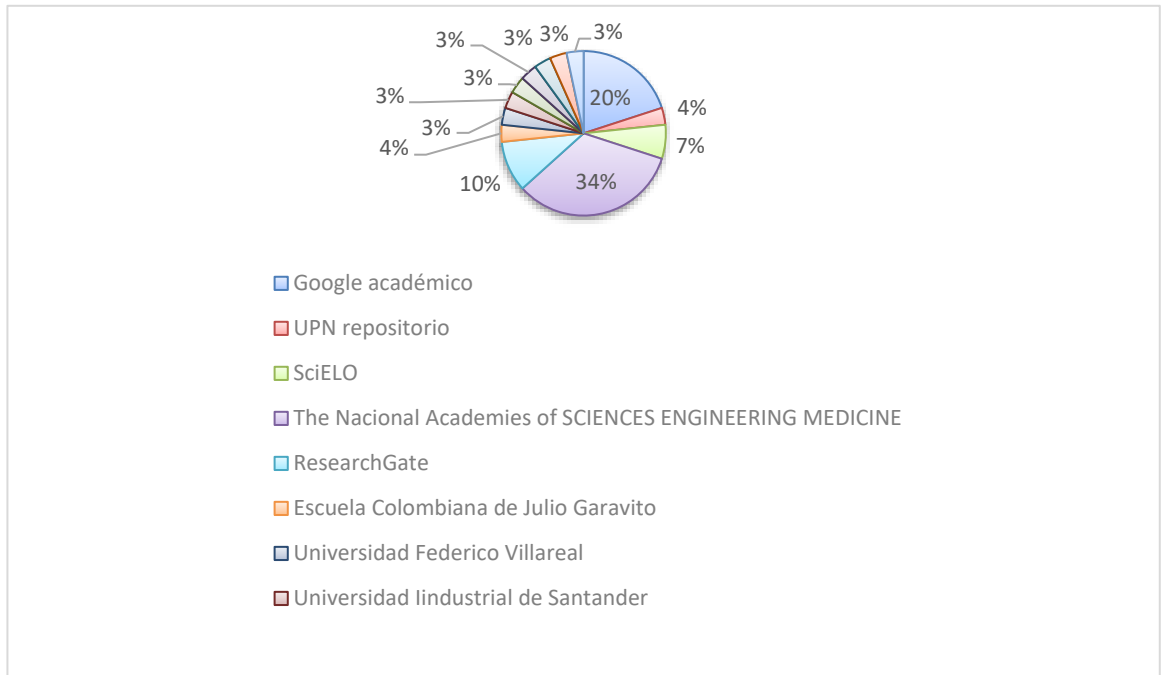


Figura 2. Porcentaje de resultados según buscadores.

Características de los estudios

Dentro de las características más resaltantes de las 30 publicaciones son, el año de publicación, el idioma y su relevancia con respecto al tema a tratar, los cuales serán expresados en los gráficos siguientes

Tabla 3. Publicaciones seleccionadas según el periodo de antigüedad

PERIODO	N° DE PUBLICACIONES
Del 2016 – 2020	10
Del 2010 – 2015	6
Del 2005 – 2010	1
Del 2000-2005	4
Antes del 2000	9

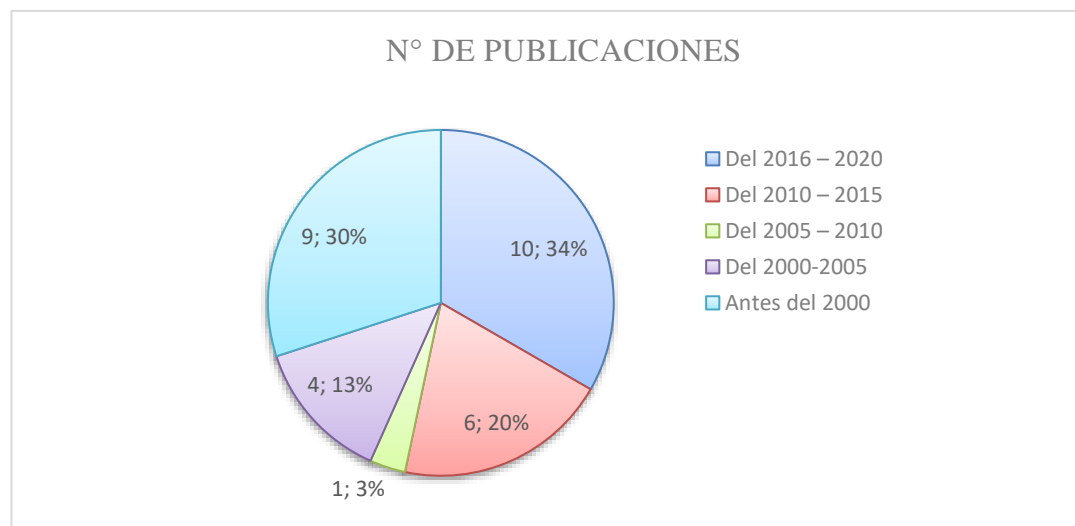


Figura 3. Diagrama pastel sobre periodo de publicación de los estudios seleccionados.

A continuación, veremos de manera visual la distribución de los estudios según el tema abordado y afinidad con el estudio propuesto en el presente documento.

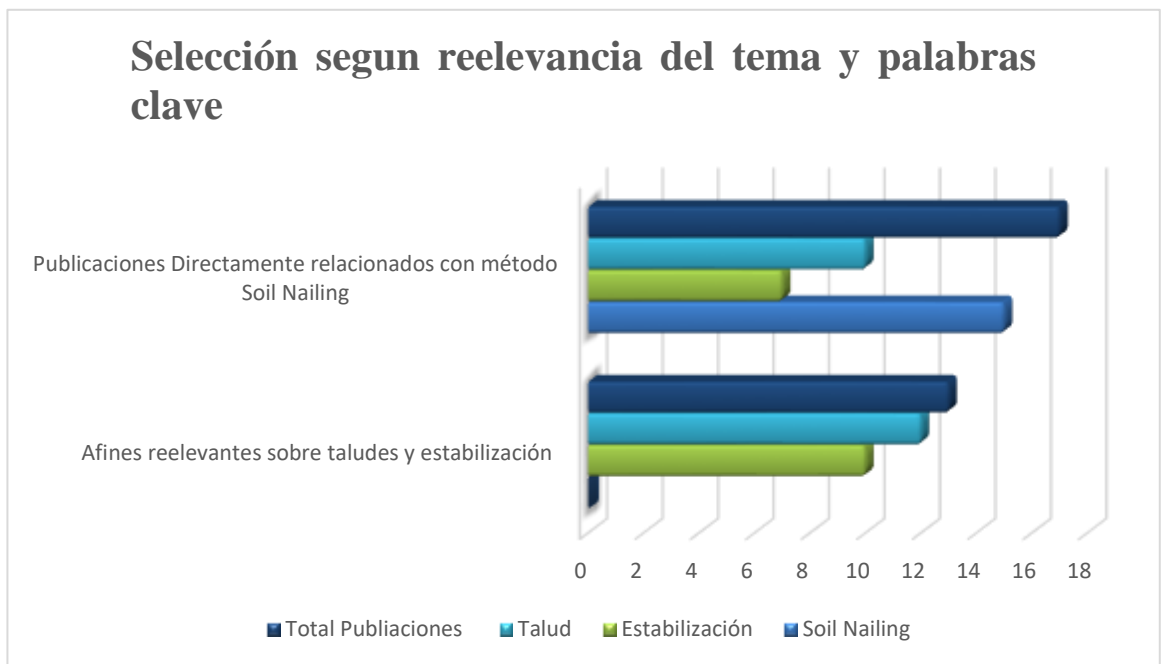


Figura 4. Resultados totales según relevancia de publicación y palabras clave encontradas en los documentos.

También se puede diferenciar según el tipo de documentos extraído

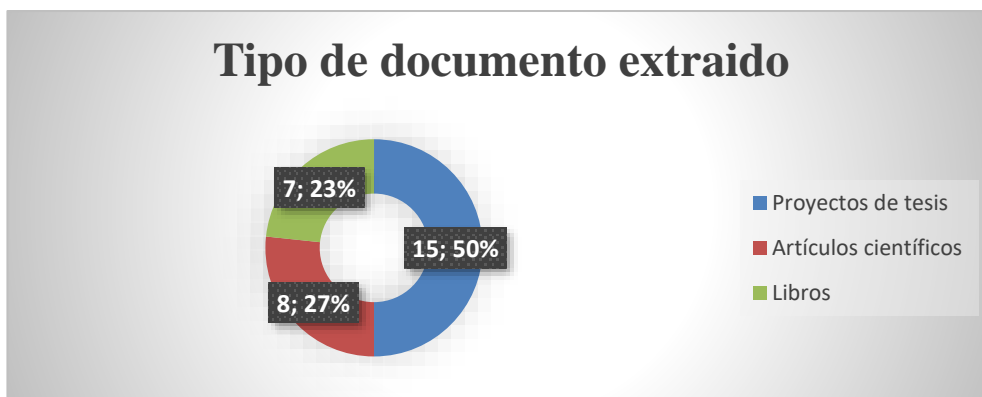


Figura 5. Tipo de documentos seleccionados

Análisis global de los estudios

Basándonos en la selección de información de la revisión sistemática de 30 documentos con base científica que responden a los lineamientos de búsqueda correspondientes sobre estabilización de taludes mediante método de Soil Nailing, se realizó un proceso de análisis y comparación de cada fuente, llegando a conceptos en común y algunos diferidos por parte de los autores en referencia al tema de investigación.

Uno de los primeros conceptos en guardar relación es con respecto a la necesidad de identificar los problemas asociados a la inestabilidad, sus causantes y el uso de los diferentes terrenos en donde se aplicará la técnica, esto debido a que es importante recalcar que un mínimo cambio en el diseño podría cambiar la estabilidad de toda la estructura.

Se ha visto también y es mencionado por diferentes autores que, no existe una clasificación estándar para este tipo de estructuras, llamándose así, por ejemplo: micropilotes, muros anclados, pantallas proyectadas y tensionadas, etc. También se ha llegado a observar que a través del mundo, no existe un documento técnico oficial para orientar el diseño y cálculo (Bertolo, Oggeri & Peila, 2009) a excepción de una breve referencia publicada por el CIRIA (Phear, Dew, Ozsoy, Wharmby, Judge, & Barley, 2005). Además, no existe mucho material bibliográfico que aborden la metodología del diseño, con algunas excepciones referentes a los fabricantes de los materiales a utilizar (mallas de alta resistencia, pernos, acoples, etc.) de lo cual se llegó a la conclusión de que estos modelos son empíricos y diferentes entre sí.

Con respecto al análisis sobre el proceso constructivo y comportamiento de este sistema, se ha podido observar que:

En el hincado de pernos, estas varillas de acero son instaladas en una previa perforación en donde la longitud e inclinación dependen de las necesidades del suelo a trabajar, tomando en consideración también la facilidad al momento del laboreo con respecto a la maquinaria a utilizar y su mano de obra, este colocado de pernos en muchos de los casos llevan una inyección de cemento (o resina dependiendo del terreno) con la cual llega a generarse un “bulbo de anclaje” cuya función es transmitir la carga de tensión al suelo, la lechada a inyectar debe tener la capacidad de ser bombeada por el orificio del perno al

mismo tiempo de producir una alta resistencia , con un mínimo de exudación de agua de la mezcla. Puede contener también productos químicos especiales que funcionen como : acelerones, reduzcan la contracción, exudación o incrementen la viscosidad (Pérez,M , 2004) (John,J, 2011) .

Los autores mantienen similitudes al hablar de las pantallas de concreto, siendo estas una mezcla de cemento, agregados grueso y fino, agua y aditivos la cual tiene que ser proyectada a altas velocidades. Con respecto a este tipo de trabajos, se recomienda acompañarse de otro tipo de estructuras (anclajes o mallas electro soldadas) además de colocar placas de acero en las terminaciones de los pernos para generar conexión entre los pernos y la pantalla. Se añade también la necesidad de agregar drenajes o también llamados llorones para evitar que las aguas y escorrentías dañen las estructuras en el mediano y largo plazo (Cárdenas, J.2012) (Carlos A. Lazarte, 2015) (John,J, 2011).

A manera de análisis se puede observar que el comportamiento de este sistema está condicionado por las cargas desarrolladas por la interacción perno-suelo y suelo –pantalla de concreto, en el cual este último llega a ser el responsable de la tensión producida en la cabeza del anclaje. Esta tensión máxima se da dentro del cuerpo del anclaje a una distancia desde la cara del muro, donde pasa la línea de tensión máxima y que depende directamente de la ubicación del perno en el eje vertical.

Esto genera que el cuerpo del perno se vea en dos zonas, la primera, sería la “zona activa” que se encuentra cerca de la cara del muro, aquí, los esfuerzos se dirigen al exterior y tienden a jalar el anclaje fuera del suelo, y la otra sería la “zona resistente” cuyo cortante se dirige al interior del suelo y tiene a restringir es esfuerzo de extracción.

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES

El trabajo realizado por medio de revisiones sistemáticas sobre estabilización de taludes empleando el método Soil Nailing ha sido de suma importancia en esta fase de aprendizaje debido a que ha permitido establecer nuevos conocimientos concretos a través del análisis de artículos científicos en fuentes de información indexadas; se ha concluido que la estabilización de taludes por medio de Soil Nailing consiste en el control de las estructuras iniciando con la realización de perforaciones para poder realizar el hincado de pernos, seguidamente a este trabajo se coloca una lechada de concreto lanzado de menor resistencia que la convencional para evitar problemas de corrosión en la barra y permitir la transferencia de esfuerzos de tensión a la masa. Cabe mencionar que el ángulo de inclinación debe ser el adecuado para que la lechada pueda fluir de forma natural por el interior del perno, asegurándose que todo el interior del perno este colmado de la lechada. Es importante también en este punto realizar las perforaciones con inclinación contraria a la de los pernos para generar los llorones y evitar los daños por aguas y escorrentías. El siguiente paso es la construcción de pantallas de concreto adicionando también las mallas electro soldadas para generar una estructura monolítica en la parte exterior de la estructura. Finalmente se instalan las placas de acero para generar la conexión pernos-pantalla, esta unión se determina generalmente por una tuerca o arandela donde se rosca la tuerca de manera que la placa quede embebida a una distancia mínima en el concreto aún en estado plástico, aun que también puede ser realizada por una soldadura de determinado diámetro, de manera que la cabeza del anclaje y la placa no queden expuestas a la intemperie (Cárdenas, J.2012) (Carlos A. Lazarte, 2015) (John,J, 2011) (Pérez,M , 2004). Las principales limitaciones encontradas en este trabajo fueron: la falta de información en el tema de interés, la falta de una normativa estándar para este tipo de trabajos que sirvan de guía para el estudio y la poca aplicación de esta técnica en el Perú, por lo cual se recomienda analizar principalmente textos provenientes de otras partes del mundo en el cual su aplicación (a pesar de ser de forma empírica) es mayor y consultar en fuentes principalmente en el idioma inglés.

REFERENCIAS

- Labrador,E. (2020). Análisis de la estabilidad de un talud ubicado en el kilometro 5+530 via variante Ibagué-Armenia en el sector del portal de la Martinica en la ciudad de Ibagué.
- Deng, G; Xu, T; Chen, R; Lu, Zh; Liu, J. (2018). Numerical Analysis on Stabilizing Mechanism of Soil Nails in Steep Fill Slopes Subjected to Rainfall Infiltration Using a Hypoplastic Model.
- Campos, J. (2017). Diseño de propuestas constructivas Soil Nailing para estabilidad de taludes en sitios de la Red Nacional de Telecomunicaciones del ICE.
- Niño, C. (2017). Métodos de análisis y diseño para la resolución de problemas de estabilidad de taludes y excavaciones mediante técnicas de soil nailing.
- Truc, T; Phan, M;Gui, W. (2019). Soil nailing behaviour for slope stabilization:a case study
- Gomez, Y. (2019). Evaluación de sistemas de contención mediante el uso de anclajes y pilotes para la estabilización del talud expuesto a socavación, tramo 10+430 a 10+550 de la vía panamericana norte-Lima.
- Cabezas, V. (2013). Sistemas flexibles de estabilización superficial de taludes con mallas de acero y pernos de anclaje.
- Grattz, L; Salazar, J; Rodriguez C. (2018). Análisis de los factores que determinan el diseño de mallas metálicas para la estabilización de taludes en macizos rocosos.

- Cárdenas, J. (2012). Manual de los principales métodos de soporte y protección de superficies de excavación utilizados en la construcción del proyecto hidroeléctrico SOGAMOSO.
- García, S. (2005). Anclajes en roca.
- Pérez, M. (2004). Anclajes y sistemas de anclajes.
- Turpo, J. (2018). Determinación de los parámetros geométricos del talud, para garantizar la estabilidad del tajo superficial del área de explotación de la unidad minera “Moises Randy 2010”
- Nunes, A; Gavilanes, J ;Fontoura, S. (2000). Análisis de la estabilidad de taludes mineros por métodos numéricos.
- Coronel, R; Tavera, F. (2010). Lecciones aprendidas en la estabilización de taludes con pantallas ancladas.
- Castillo, C. (2017). Angel Christopher Soto Vilca Estudio de la inestabilidad y alternativas de solución del talud del cerro Qoñiunu en el distrito de Ollaschea.
- Robert, J; Soto, A. (2011). Protección y estabilización de taludes para evitar deslizamientos.
- Suárez J. (1998). Deslizamiento y estabilidad de taludes en zonas tropicales.
- Lazarte, C; Robinson, H; Gómez, J; Baxter, A; Cadden A; Berg, R. (2015) .Soil Nail Walls Reference Manual (2015) .
- Zuloaga, I; Sierra, J . (2012). Diseño y construcción de estabilización de un talud compuesto por suelos tropicales residuales mediante técnica de Soil Nailing.

- Kim, D. S., Juran, I., Nasimov, R., & Drabkin, S. (1995). Model study on the failure mechanism of soil-nailed structure under surcharge loading. *Geotechnical Testing Journal*, 18(4), 421-430.
<https://doi.org/10.1520/gtj11017j>
- Byrne, R. J., Cotton, D., Porterfield, J., Wolschlag, C., & Ueblacker, G. (1996). Manual for design and construction monitoring of soil nail walls (No. FHWA-SA-96-069). United States. Federal Highway Administration.
- Murray, R. T. (1993). The development of specifications for soil nailing. TRL RESEARCH REPORT, (RR 380).
- Tei, K. (1993). A study of soil nailing in sand.
- Schlosser, F., & Unterreiner, P. (1991). Soil nailing in France: research and practice. *Transportation Research Record*, 1330, 72-79.
- Franzen, G. (1998). Soil nailing-A laboratory and field study of pull-out capacity.
- British Geotechnical Society. (1968). *Ground engineering*. London: Thomas Telford.
- Bruce, D. A., & Jewell, R. A. (1986). Soil nailing: application and practice-part 1. *Ground Engineering*, 19(8), 10-15.
- Phear, A. (2005). *Soil nailing: Best practice guidance*. London: CIRIA.
- Bridle, R. J. (1989). Soil nailing-analysis and design. *Ground Engineering*, 22(6).