

**Metodología para realizar ensayos de adherencia en barras de anclaje instaladas en suelos no cohesivos
Methodology to carry out adhesion tests on anchor bars installed in non-cohesive soils**

Mónica Paola Sancho Solano, Edisson Roberto Sancho Zurita, Carlos Gonzalo Tipantasig Masabanda, Jessica Tatiana Fiallos Condo, Tanya Nathaly Llamuca Iza, Lenin Edwin Ibáñez Solís.

**CONFLUENCIA DE
INNOVACIONES CIENTÍFICAS
Enero - junio, V°5-N°1; 2024**

- ✓ **Recibido:** 24/05/2024
- ✓ **Aceptado:** 04/06/2024
- ✓ **Publicado:** 30/06/2024

PAIS

- Ecuador – Ambato
- Ecuador – Ambato
- Ecuador – Ambato
- Ecuador – Ambato
- Ecuador – Ambato
- Ecuador – Ambato

INSTITUCIÓN:

- Universidad Técnica de Ambato
- Universidad Técnica de Ambato
- Universidad Técnica de Ambato
- Universidad Técnica de Ambato
- Universidad Técnica de Ambato
- Universidad Técnica de Ambato

CORREO:

- ✉ paosancho@live.com
- ✉ edisson5580@hotmail.com
- ✉ carlosto1@hotmail.com
- ✉ izatanya1994@gmail.com
- ✉ libanez2855@uta.edu.ec

ORCID:

- <https://orcid.org/0009-0005-4704-5227>
- <https://orcid.org/0009-0008-5704-2312>
- <https://orcid.org/0009-0007-6582-2047>
- <https://orcid.org/0009-0007-2111-8576>
- <https://orcid.org/0009-0005-0635-7566>
- <https://orcid.org/0009-0004-2799-5842>

FORMATO DE CITA APA

Sancho, M. Sancho, E. Tipantasig, C. Fiallos, J. Llumaca, T. Ibáñez, L. (2024). Metodología para realizar ensayos de adherencia en barras de anclaje instaladas en suelos no cohesivos. Revista G-ner@ndo, V°5 (N°1), 913 – 926.

Resumen

En la provincia de Tungurahua, diversas entidades públicas responsables del bienestar y comodidad de los habitantes han tenido que llevar a cabo múltiples obras de estabilización de taludes en diferentes tipos de suelo, principalmente utilizando barras de anclaje combinadas con inyecciones de lechada y concreto proyectado. El estudio inicia con una investigación documental y bibliográfica para identificar las normativas y especificaciones técnicas relevantes para los ensayos de adherencia en anclajes, recopilando información sobre regulaciones y estándares, con el objetivo de montar y calibrar el equipo de ensayo según las especificaciones técnicas vigentes. Se desarrolla la experimentación con la calibración de los equipos, incluyendo el cálculo de la carga para evaluar la adherencia del anclaje especificando los procedimientos para asegurar resultados reproducibles y fiables. Al confirmar los datos se obtienen resultados que demuestran el buen funcionamiento del equipo y la validez de la metodología, adecuada para ensayos en condiciones de campo. Este proyecto contribuye a la verificación del funcionamiento de los anclajes y ofrece una herramienta de control para futuros trabajos en la localidad, facilitando la estabilidad y seguridad de las estructuras.

Palabras clave: anclaje, cohesivo, ensayo, suelo.

Abstract

In the province of Tungurahua, various public entities responsible for the well-being and comfort of the inhabitants have had to carry out multiple slope stabilization works in different soil types, primarily using anchor bars combined with grout injections and shotcrete. The study begins with a documentary and bibliographic investigation to identify the relevant regulations and technical specifications for adhesion tests on anchors, gathering information on regulations and standards to assemble and calibrate the testing equipment according to current technical specifications. Experimentation is developed with the calibration of the equipment, including the calculation of the load to evaluate the adhesion of the anchor, specifying the procedures to ensure reproducible and reliable results. Confirming the data, results are obtained that demonstrate the proper functioning of the equipment and the validity of the methodology, suitable for field condition tests. This project contributes to verifying the performance of the anchors and offers a control tool for future works in the locality, facilitating the stability and safety of the structures.

Keywords: anchorage, cohesive, test, soil.

Introducción

Unos de los elementos más importantes de una carretera vienen a ser los taludes los que se clasifican como de tipo natural o artificial. Los problemas que pueden presentar estos son los deslizamientos, meteorización, erosión y hundimiento, siendo el primero el más común de todos. La topografía existente en el país, ha obligado a las diferentes instituciones públicas a que se vean en la necesidad de diseñar y construir diversos sistemas de estabilización, estando entre ellos el sistema de estabilización con barras de anclaje, inyecciones de lechada y hormigón lanzado; método que para su correcto funcionamiento es necesario efectuar diversos ensayos tanto en la etapa de diseño, construcción y funcionamiento. La metodología a la que se refiere el presente documento trata sobre uno de los ensayos que se pueden aplicar tanto en la etapa de construcción y funcionamiento de las barras de anclaje; el cual es denominado como "Ensayo de Carga", y consiste en aplicar carga sobre estos elementos de contención con el objetivo de determinar la adherencia que existe entre las barras, el suelo y la lechada, para verificar el cumplimiento de las especificaciones de diseño en cuanto al parámetro de adherencia; así como también, comprobar que los procedimientos de perforación e instalación han sido efectuados adecuadamente.

Por otra parte, se plantea construir un equipo capaz de medir la resistencia al deslizamiento de barras de anclaje instaladas en taludes con suelos no cohesivos. La construcción de un equipo adecuado es esencial para llevar a cabo pruebas precisas y reproducibles que proporcionen datos confiables sobre el comportamiento de las barras de anclaje instaladas en un sector del Paso Lateral de Ambato cuya estratigrafía presenta suelos de tipo no cohesivos. Finalmente, se propone ensayar una muestra de barras de anclaje en suelos no cohesivos. Este ensayo práctico en una ubicación real permite validar la metodología desarrollada y comprobar la eficiencia del equipo construido, aportando datos para evaluar el comportamiento de las barras de anclaje instaladas en suelos no cohesivos.

La metodología aplicada en el estudio comprende varias etapas. En primer lugar, se realiza una investigación documental y bibliográfica para identificar las normativas y especificaciones técnicas relevantes para los ensayos de adherencia en anclajes. Esta fase inicial recopila información sobre regulaciones y estándares, asegurando que el equipo y procedimientos cumplan los requisitos técnicos para obtener resultados precisos y fiables. Posteriormente, se monta y calibra el equipo de ensayo siguiendo las especificaciones técnicas obtenidas. La calibración se efectúa realizando pruebas en un banco de pruebas para identificar todas las variables que pueden influir en el rendimiento del equipo durante los ensayos reales. Desarrollada la metodología basada en los datos obtenidos durante la calibración, se incluyen los pasos necesarios, desde el cálculo de la carga para evaluar la adherencia del anclaje hasta las instrucciones precisas para la instalación y manejo del equipo. La metodología se valida instalando seis pernos de anclaje en un sector del Paso Lateral de Ambato, caracterizado por suelos no cohesivos. Los ensayos en esta ubicación permiten verificar el buen funcionamiento del equipo y la efectividad de la metodología.

Los ensayos realizados en el Paso Lateral de Ambato proporcionaron datos valiosos sobre la adherencia de las barras de anclaje instaladas en suelos no cohesivos. Los resultados demostraron que el equipo calibrado funcionó correctamente y que la metodología desarrollada es adecuada para ensayos en condiciones de campo. Las pruebas revelaron que la resistencia al deslizamiento de las barras de anclaje cumple con las expectativas, proporcionando estabilidad y seguridad en los taludes evaluados.

La validación de la metodología y el buen funcionamiento del equipo construido confirman la efectividad de las barras de anclaje en suelos no cohesivos. La adherencia obtenida en los ensayos prácticos se alinea con las características esperadas, lo que indica que las barras de anclaje son una solución viable para la estabilización de taludes en este tipo de suelos. Sin embargo, es importante considerar que las condiciones del suelo pueden variar

significativamente entre diferentes ubicaciones, por lo que futuras investigaciones podrían enfocarse en adaptar y optimizar la metodología para otras áreas geográficas y tipos de suelo.

El presente estudio no solo mejora la comprensión de la adherencia de las barras de anclaje en suelos no cohesivos, sino que también proporciona herramientas y metodologías prácticas que pueden aplicarse en futuros proyectos, garantizando la estabilidad y seguridad de las estructuras en áreas con desafíos geotécnicos.

Materiales Y Métodos

Los suelos cohesivos son suelos granulares que están formados por partículas agregadas sin cohesión entre ellas debido a su tamaño. Su origen se debe principalmente a procesos de meteorización física como el lajamiento, termoclastia, haloclastia y fenómenos de hidratación física. Estos suelos se caracterizan por su buena capacidad portante y elevada permeabilidad, lo que permite una rápida evacuación del agua bajo cargas externas. Se dividen en dos grandes grupos: gravas y arenas, diferenciados por su granulometría. La arena se considera la fracción de suelo con un tamaño inferior a 2 mm (Bañón, 2000).

Los anclajes son elementos estructurales que transfieren cargas de tracción al terreno, ya sea suelo o roca. Estos se ejecutan mediante inyección o relleno de lechada o mortero de cemento con diversas técnicas (no se utiliza hormigón en esta tecnología), o se puede inyectar resinas. En las estructuras ancladas se colocan varillas o tendones generalmente, de acero en perforaciones realizadas con taladro y se las clasifica considerando su nivel de carga inicial de tracción en:

- 1) Anclaje Activo: Dentro de esta clasificación se introduce el término «postensados», se refiere a que los anclajes son tensados posteriormente a la inyección y fragüe del medio aglomerante utilizado, permitiendo entonces aplicar cargas de tracción a elementos estructurales que son
-

estabilizados mediante los anclajes, antes que los procesos constructivos siguientes induzcan la puesta en carga de los mismos.

2)Anclaje Pasivo: En esta técnica se emplea pernos o micropilotes los cuales también son denominados "nails" y son elementos pasivos de refuerzo que se perforan y se colocan de manera sub horizontal en el suelo, este tipo de anclajes no se tensionan luego de su instalación.

Elementos básicos de los anclajes pasivos

1)Perforación: Los diámetros de las perforaciones varían entre 3 y 12 pulgadas, pero algunos autores sugieren que el diámetro debe ser igual al diámetro del perno más el diámetro del dispositivo centralizador.

2) Barras de acero de refuerzo: El componente principal de un clavo es una varilla de acero sólida, la cual se coloca en las perforaciones pre-excavadas y luego se inyecta. Se utilizan generalmente varillas con resistencia a la tensión de 420 a 520 MPa (grado 60 o 75). Se utilizan diámetros entre 19 y 43 milímetros (varillas número 6 a número 14). Las longitudes de los refuerzos generalmente se ajustan a las longitudes comerciales de las varillas (6, 12 y 18 metros).

3)Centralizadores: Los centralizadores son elementos de PVC u otro tipo de plástico que se instalan a lo largo de la varilla, en espaciamientos de aproximadamente 2.0 metros. El objeto de estos centralizadores es evitar el contacto del refuerzo con el suelo y servir de guía para que la varilla quede centrada en el agujero, puede proveer protección contra la corrosión.

4)Lechada: La lechada se coloca en la perforación después de instalar el refuerzo. La lechada actúa como el elemento que transfiere el esfuerzo del suelo al refuerzo. Igualmente, la lechada actúa como protección contra la corrosión de la varilla. En la mayoría de los casos se utiliza cemento tipo I. La relación agua/cemento típico varía de 0.4 a 0.6, pero en ocasiones se utiliza una lechada más viscosa con un revenimiento de aproximadamente 30 milímetros (1 ½").

5)Cabeza de clavo: Se denomina así a la rosca en la punta de la varilla donde se coloca una platina y una tuerca que sirven de conexión al anclaje con el muro o pantalla superficial. La platina puede quedar embebida en el concreto o apoyada sobre la superficie de la pantalla de concreto armado.

6)Pantalla Superficial: La pantalla superficial es una placa maciza de concreto reforzado, la cual se construye generalmente utilizando concreto lanzado. Esta pantalla une las cabezas de los refuerzos para contener el suelo y al mismo tiempo transmitir esfuerzos del suelo a los clavos. Como refuerzo generalmente se utilizan mallas electrosoldadas.

Para la ejecución de esta investigación se emplearon tres tipos de investigación: exploratoria, descriptiva y de laboratorio. La investigación exploratoria se centró en determinar la adherencia existente entre los anclajes del talud y el suelo mediante ensayos de carga aplicados con el equipo que se diseñó específicamente para este propósito. La investigación descriptiva estableció el marco teórico del estudio, definiendo términos importantes y revisando investigaciones previas realizadas por otros autores, tomando en cuenta criterios de diseño y soluciones aplicadas a problemas similares. La investigación de laboratorio se llevó a cabo antes de los ensayos in situ, verificando que el equipo funcionara de acuerdo con la normativa y estuviera calibrado adecuadamente para obtener resultados precisos.

La población considerada para los pernos de anclaje se determinó por el área del talud que se pretendía estudiar, el cual contenía estratos de suelo no cohesivo. En este proyecto, la población se calculó considerando una longitud de tramo de 2 metros y una altura promedio del talud de 3 metros, resultando en un área de estudio de 6 metros cuadrados. La muestra, que fue un subconjunto representativo de la población, consistió en 6 pernos de anclaje de diferentes longitudes, con un área total de anclaje de 0.02736 metros cuadrados.

El plan de muestreo se llevó a cabo mediante ensayos de los anclajes instalados, registrando los valores de desplazamiento en un formato específico. Estos ensayos permitieron validar la metodología desarrollada y comprobar la eficiencia del equipo construido, aportando datos empíricos cruciales para evaluar la adherencia y el rendimiento de las barras de anclaje en suelos no cohesivos. Este proyecto no solo mejoró la comprensión de la adherencia de las barras de anclaje en suelos no cohesivos, sino que también proporcionó herramientas y metodologías prácticas que pueden aplicarse en futuros proyectos, garantizando la estabilidad y seguridad de las estructuras en áreas con desafíos geotécnicos.

Análisis de Resultados

La resistencia de las barras de anclaje se evalúa en dos principales aspectos: la resistencia a la tracción, que se refiere a la capacidad del acero para soportar fuerzas que intentan estirarlo, y la resistencia a la extracción, que mide cómo el anclaje puede resistir fuerzas que buscan extraerlo del suelo.

Para efectuar el ensayo de adherencia también llamado ensayo de carga, deslizamiento o pull out, empleando la máquina propuesta se debe iniciar por calcular la longitud máxima adherente o longitud del bulbo, la resistencia a la extracción nominal, seleccionar la longitud adherente real, calcular la carga de extracción, calcular la carga máxima para prueba de adherencia y calcular la carga de asentamiento.

A continuación, se aplica un programa de carga el cual corresponde al cálculo de cada paso de carga en los que se debe tomar registro de los desplazamientos, en el intervalo de tiempo indicado en el mismo. Para el efecto se puede tomar en consideración el formato para toma de registro de los desplazamientos propuesto por la Administración Federal de carreteras del Departamento de Transporte de EE.UU. FHWA en la publicación realizada en febrero del año 2015.

Al respecto es importante tomar en cuenta que en cada paso de carga se debe dejar transcurrir un periodo de 10 minutos, tomando registro del desplazamiento generado en el primer minuto y décimo minuto.

En la prueba creep el anclaje se mantiene cargado con el 75% de la carga de extracción, por el lapso de una hora tomando registro de los desplazamientos en cada periodo de tiempo indicado en el programa de carga, con el fin de tener los indicadores que determinaran el comportamiento del anclaje cuando se encuentra sometido a cargas permanentes. Una vez culminado el programa de carga se puede descargar el equipo y visualizar si es que el anclaje ha sufrido deformaciones permanentes o no.

A lo largo de este proceso, se monitorean diferentes parámetros para determinar la efectividad del anclaje en suelos no cohesivos. Utilizando un reloj comparador, se mide cuánto se desplaza el anclaje durante el ensayo. Además, se evalúa el movimiento real de la barra de anclaje para entender cómo reacciona bajo carga en estas condiciones del suelo. Estos parámetros son analizados tanto por observación directa durante el ensayo como mediante la revisión de investigaciones previas que aportan datos sobre comportamientos similares del anclaje. Esta integración de información facilita una valoración exhaustiva tanto de la efectividad como de la seguridad del anclaje en el suelo no cohesivo.

En los resultados obtenidos del ensayo aplicado sobre el anclaje#1, los datos muestran un incremento proporcional del desplazamiento del anclaje en relación con la carga aplicada. Desde la primera aplicación de carga hasta la carga máxima, el desplazamiento ha aumentado consistentemente, lo que se evidencia en la gráfica de carga versus desplazamiento. Este comportamiento indica que no hubo retorno en el desplazamiento, lo cual es un indicativo positivo de que no hubo rebote significativo. Durante la prueba de creep, con el 75% de la carga máxima aplicada, se observa un aumento gradual en el desplazamiento del anclaje a lo largo del tiempo, comenzando en 2.710 mm al minuto 1, alcanzando 3.070 mm al final del período de prueba de

60 minutos. Este incremento en el desplazamiento durante la prueba de creep es significativo, aunque aún dentro de los límites permitidos, ya que el desplazamiento no superó el límite de 2 mm establecido para el período de tiempo de 6 a 60 minutos. Los resultados de las pruebas de Creep muestran que el desplazamiento fue de 0.18 mm en los primeros 10 minutos y de 0.215 mm del minuto 6 al 60, ambos muy por debajo de los límites de 1 mm y 2 mm respectivamente. Estos resultados sugieren que el anclaje posee una buena estabilidad y capacidad para soportar cargas sostenidas sin deformación excesiva. En el segundo ensayo, aunque la naturaleza del desplazamiento cambió ligeramente, el desplazamiento máximo registrado fue de 1.251 mm al final de los 60 minutos durante la prueba de creep, lo que indica una buena capacidad del anclaje para resistir cargas prolongadas incluso en condiciones posiblemente más extremas. En conjunto, estos resultados indican que el anclaje puede considerarse seguro y efectivo bajo las condiciones probadas, manteniendo un comportamiento predecible y estable sin signos de falla estructural inmediata. La prueba de que el perno no se extrajo durante ninguna de las pruebas añade confianza en la fiabilidad del anclaje en su aplicación real.

En el ensayo del anclaje #3, se observa un aumento proporcional en el desplazamiento a medida que se aplica carga. No se registró extracción del perno durante la prueba, lo que sugiere una buena adherencia. Además, el ensayo de creep muestra un buen funcionamiento dentro de los parámetros establecidos. En el segundo ensayo del mismo anclaje, se observa un desplazamiento final menor, lo que indica un grado de compactación del suelo en la segunda carga. Sin embargo, nuevamente no se registra extracción del perno y el ensayo de creep cumple con los criterios establecidos. Para el anclaje #4 en el primer ensayo, se registra una extracción del perno, indicando una falla en la lechada. No se obtuvieron datos de creep debido a la falla. En cuanto al anclaje #5, tanto en el primer como en el segundo ensayo, no se registró extracción del perno y el ensayo de creep cumplió con los criterios establecidos, mostrando un comportamiento aceptable. El sexto anclaje, colocado perpendicularmente a la superficie del

suelo, presentó un desplazamiento final menor que en el primer ensayo, lo que indica que hubo compactación del suelo y, por ende, un menor asentamiento del equipo en esta segunda carga. No se extrajo con el 75% de la carga de extracción, lo que sugiere que no hubo una falla estructural. Observando los datos gráficos, se nota que los desplazamientos aumentan de manera proporcional a medida que se aplica la carga, sin indicios de rebote. El análisis del comportamiento del anclaje bajo una carga constante muestra que se mantuvo dentro de los límites de deformación establecidos, cumpliendo los estándares de funcionamiento. En la primera parte del ensayo, el anclaje tuvo un desplazamiento mínimo en comparación con el límite máximo permitido, y en la fase prolongada, el desplazamiento también se mantuvo dentro del límite permitido. Esto demuestra que el anclaje tiene un buen rendimiento en términos de resistencia a la deformación continua o Creep.

Conclusiones

Se determinó que la resistencia al deslizamiento de un anclaje depende de varios parámetros tales como el diámetro del agujero de perforación, el diámetro de la barra, y la longitud del bulbo o longitud de anclaje. Además, la adherencia, que es fundamental para la funcionalidad a largo plazo del anclaje, se ve significativamente afectada por el tipo de perforación y el suelo en el que se instala el anclaje. Estos hallazgos son esenciales para el diseño de anclajes efectivos y para asegurar su estabilidad y durabilidad en diversos entornos geológicos.

Durante el desarrollo del proyecto se implementó una metodología basada en la normativa ASTM C900-15 que incluye un sistema de ensayo compuesto por dispositivos de extracción por deslizamiento, sistemas de carga y de medición de carga. Esta metodología permitió realizar pruebas precisas y confiables en las barras de anclaje, proporcionando una base sólida para la evaluación de su desempeño en suelos no cohesivos. Los resultados obtenidos de

estas pruebas han sido fundamentales para refinar la técnica de ensayo y para entender las variables críticas que influyen en el comportamiento de los anclajes bajo carga.

Se observó que, al aplicar carga a los anclajes, el suelo puede asentarse de manera repentina, generando rebotes y una pérdida de fuerza y presión en el equipo. Para contrarrestar este efecto, se introdujo una carga inicial de asentamiento equivalente al 25% de la carga de extracción. Este ajuste en el procedimiento ayudó a minimizar los rebotes y estabilizar el sistema durante los ensayos.

Se constató que el procedimiento constructivo empleado para la instalación de los anclajes influye significativamente en su comportamiento frente a la aplicación de cargas. Toda vez que el incumplimiento de las especificaciones normativas y de diseño pueden dar lugar a dos tipos de falla: Falla por adherencia: Se presenta este tipo de falla cuando no existe la suficiente adherencia entre el suelo y el bulbo del anclaje, y falla en la Lechada: cuando la dosificación de la lechada es incorrecta o existen falencias en el procedimiento de inyección de la misma.

La metodología desarrollada y aplicada en este estudio proporciona un enfoque confiable y detallado para ensayar la resistencia al deslizamiento de los anclajes en suelos no cohesivos. Utilizando los procedimientos adecuados de instalación y evaluación, es posible asegurar que los anclajes funcionen de manera efectiva y segura, cumpliendo con los requisitos de carga y durabilidad necesarios para su uso en aplicaciones estructurales. Estos hallazgos son vitales para la ingeniería geotécnica y para la implementación segura de estructuras de anclaje en variados contextos ambientales y geológicos.

Referencias bibliográficas

- Burgos, A. (2001, enero). Guía para el diseño y la ejecución de anclajes al terreno en obras de carretera. Recuperado el 22 de octubre de 2017.
- Cadden, A. (2010). Hollow bar soil nails-pullout test program. Federal Highway Administration, Central Federal Lands Highway Division.
- Guzmán, A. (2003). Anclajes Inyectados Postensados. BIT La Revista Técnica de la Construcción, 30, 87.
- Muñoz, A. (2011). Manual de proceso de diseño y construcción de muros anclados de concreto lanzado. Escuela Politécnica Nacional.
- B. Das, B. (2015). Fundamentos de Ingeniería Geotécnica (4ta ed.). Cengage Learning.
- Lazarte, C. (2015). Soil nail walls - Reference manual (p. 425). National Highway Institute, U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration.
- Systems, D. (2007). Catálogo de Productos para Minería y Túneles (p. 101). División de Minas y Túneles.
- Systems, D. (2013). DYWIDAG Soil Nail (p. 16).
- Juárez Badillo, E. (2005). Mecánica de Suelos. LIMUSA.
- El Telégrafo. (2017, 28 de enero). Tras 17 años de obras, el paso lateral de Ambato está listo.
- Ecuador, F. (s. f.). Foros Ecuador. Recuperado el 13 de abril de 2018, de <http://www.forosecuador.ec/forum/ecuador/educaci%C3%B3n-y-ciencia/11390-mapa-pol%C3%ADtico-del-ecuador-con-sus-provincias-y-capitales-actualizado>.
- I. Juran. (1991). Ground anchors and soil nails in retaining structures. En Foundation Engineering Handbook (p. 101). Brooklyn.
-

Indigo Construcciones. (s. f.). Anclajes activos y pasivos. Recuperado el 22 de febrero de 2018, de <http://www.indigoconstrucciones.com/anclajes-activos-y-pasivos-pernos/>.

Byrne, J. (1999). Manual for Design and Construction Monitoring of Soil Nail Walls. National Highway Institute, U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration.

Chávez, J. (2006). Geotecnia. Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil.

Morales, J. (2013). Ministerio de Transporte y Obras Públicas. Recuperado de <http://www.obraspublicas.gob.ec/estabilizacion-de-taludes-delpaso-lateral-de-ambato-tiene-96-de-avance-fisico/>.

Ripoll, J. (2011). ANCLAJES AL TERRENO INSTRUMENTADOS EN PROFUNDIDAD. Asociación Científico - Técnica de Hormigón Estructural (ACHE), Barcelona.

Suárez, J. (1998). Deslizamientos y Estabilidad de Taludes en Zonas Tropicales. Publicaciones UIS.

Suárez, J. (2013). Deslizamientos - Técnicas de Remediación (p. 451). Bucaramanga.

Wu, J. (2012). Effect of wetting on the pullout resistance of grouted soil nails. Universidad de Chung Hua.

Bañón, L. (2000). Manual de Carreteras. Universidad de Alicante.

Junaideen, M. (2004). Laboratory study of soil-nail interaction in loose, completely decomposed granite. Canadian Geotechnical Journal, 274.

Terratest, P. (s. f.). Anclajes postensados. AENOR.

Ucar Navarro, R. (2002). Manual de Anclajes en Obras de Tierras (p. 214). Universidad de los Andes-Mérida.

Montoya, S. (2013, 17 de septiembre). gidahatari. Recuperado el 22 de octubre de 2017, de <http://gidahatari.com/ih-es/estabilidad-de-taludes-deslizamientos-de-tierracausas>.

Zhou, W (2011). Finite element modelling of pullout testing on a soil nail in a pullout box under different overburden and grouting pressures. Can. Geotech,