

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TRUJILLO
BENEDICTO XVI
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERIA CIVIL



APLICACIÓN DE LA TECNOLOGIA SOIL NAILING PARA LA
ESTABILIZACIÓN DE TALUDES DEL TRAMO CARHUAZ – SHILLA,
CARRETERA AN-107, ANCASH – 2024

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR

Br. Rodriguez Chavez Paul Kevinn

<https://orcid.org/0000-0001-5220-1195>

ASESOR

Mg. Martell Ortiz Juan Carlos

<https://orcid.org/0009-0008-0023-548X>

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Territorio, Suelos y Ambiente

TRUJILLO – PERÚ

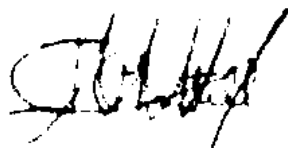
2024

DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD

Señor Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura:

Mg. Breitner Guillermo Diaz Rodríguez.

Yo, Mg. Martell Ortiz Juan Carlos con DNI N° 47194499, como asesora del trabajo de investigación titulado “**APLICACIÓN DE LA TECNOLOGIA SOIL NAILING PARA LA ESTABILIZACION DE TALUDES DEL TRAMO CARHUAZ – SHILLA, CARRETERA AN-107, ANCASH - 2024**”, desarrollado por el egresado Paul Kevinn Rodriguez Chavez con DNI 74646193 del programa de estudios de Ingeniería Civil; considero que dicho trabajo reúne las condiciones tanto técnicas como científicos, las cuales están alineadas a las normas establecidas en el Reglamento de Titulación de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI y en la normativa para la presentación de trabajos de graduación de la Facultad Ingeniería y Arquitectura. Por tanto, autorizo la presentación del mismo ante el organismo pertinente para que sea sometido a evaluación por los jurados designados por la mencionada facultad.



Mg. Martell Ortiz Juan Carlos

DNI: 47194499

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

EXCMO.MONS. HECTOR MIGUEL CABREJOS VIDARTE, OFM

Arzobispo Metropolitano de Trujillo

Fundador y Gran Canciller

Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI

DRA. MARIANA GERALDINE SILVA BALAREZO

Rectora de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI

DRA. ROMY ÁNGELICA DÍAZ FERNÁNDEZ

Vicerrectora académica

DRA. ENA CECILIA OBANDO PERALTA

Vicerrectora de Investigación

MG. ING. BREITNER GUILLERMO DÍAZ RODRÍGUEZ

Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura

DRA. TERESA SOFÍA REATEGUI MARIN

Secretaria General

DEDICATORIA

Dedico este trabajo al cielo, a Dios y a aquella mujer que estuvo presente durante toda mi vida mi madre, la persona que me ayudó y fortaleció en los momentos más duros de la vida. Porque día a día verla es una gracia de Dios, así también a los que seguían confiando en mi persona, a mis sobrinos que son motivos de seguir adelante.

Paul kevin Rodriguez Chavez

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Católica de Trujillo, Benedicto XVI, al coordinador y mi asesora, personas que dedicaron su tiempo a la educación y formación de profesionales, asimismo a toda la plana docente de la universidad les doy un saludo inmenso y mi eterna gratitud.

Paul Kevinn Rodriguez Chavez

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Paul Kevinn Rodriguez Chavez con DNI 74646193, egresado del Programa de Estudios de Pregrado de **Ingeniería Civil** de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI, doy fe que he seguido rigurosamente los procedimientos académicos y administrativos emanados por la Facultad de **Ingeniería y Arquitectura**, para la elaboración y sustentación del informe de tesis titulado: “**APLICACIÓN DE LA TECNOLOGIA SOIL NAILING PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES DEL TRAMO CARHUAZ – SHILLA, CARRETERA AN-107, ANCASH - 2024**”, el cual consta de un total de 156 páginas, en las que se incluye 29 tablas y 71 figuras, más un total de 78 páginas en anexos.

Dejo constancia de la originalidad y autenticidad de la mencionada investigación y declaramos bajo juramento en razón a los requerimientos éticos, que el contenido de dicho documento corresponde a mi autoría respecto a redacción, organización, metodología y diagramación. Asimismo, garantizo que los fundamentos teóricos están respaldados por el referencial bibliográfico, asumiendo un mínimo porcentaje de omisión involuntaria respecto al tratamiento de cita de autores, lo cual es de mi entera responsabilidad.

El autor



Paul kevinn Rodriguez Chavez

DNI: 74646193

ÍNDICE

DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD	ii
AUTORIDADES UNIVERSITARIAS.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	vi
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
I. INTRODUCCIÓN	13
II. METODOLOGÍA	36
2.1. Enfoque, tipo	36
2.2. Diseño de investigación	36
2.3. Población, muestra y muestreo.....	37
2.4. Técnicas e instrumentos de recojo de datos	37
2.5. Técnica de procesamiento y análisis de información	38
2.6. Aspectos éticos en investigación.....	39
III. RESULTADOS.....	40
IV. DISCUSIÓN	67
V. CONCLUSIONES	70
VI. RECOMENDACIONES	71
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
ANEXOS	76
Anexo 1: Instrumentos de recolección de datos.....	76
Anexo 2: Consentimiento informado	78
Anexo 3: Matriz de consistencia.	80
Anexo 4: Matriz de categorización / Cuadro de operacionalizacion de variables.....	82
Anexo 5: Validación de instrumentos.....	84
Anexo 6: Panel fotográfico	85
Anexo 7: Reporte turnitin.....	154

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Ventajas y Limitaciones de la tecnología Soil Nailing</i>	24
Tabla 2 <i>Clasificación de suelos de las 4 calicatas</i>	40
Tabla 3 <i>Análisis mediante el corte directo – calicata 01</i>	41
Tabla 4 <i>Análisis mediante el corte directo – calicata 02</i>	41
Tabla 5 <i>Análisis mediante el corte directo – calicata 03</i>	41
Tabla 6 <i>Análisis mediante el corte directo – calicata 04</i>	42
Tabla 7 <i>Observaciones sobre la sección transversal – Talud 01</i>	43
Tabla 8 <i>Observaciones sobre la sección transversal – Talud 02</i>	44
Tabla 9 <i>Observaciones sobre la sección transversal – Talud 03</i>	44
Tabla 10 <i>Observaciones sobre la sección transversal – Talud 04</i>	45
Tabla 11 <i>Valor del F.S. en la sección transversal 01</i>	47
Tabla 12 <i>Valor del F.S. en la sección transversal 02</i>	48
Tabla 13 <i>Valor del F.S. en la sección transversal 03</i>	50
Tabla 14 <i>Valor del F.S. en la sección transversal 04</i>	51
Tabla 15 <i>Resumen de los valores de los anclajes – Tecnología Soil Nailing sección 01</i>	52
Tabla 16 <i>F.S. en la sección transversal 01 mediante la tecnología Soil Nailing en condiciones estáticas</i>	54
Tabla 17 <i>F.S. en la sección transversal 01 mediante la tecnología Soil Nailing en condiciones Pseudoestáticas</i>	55
Tabla 18 <i>Resumen de los valores de los anclajes – Tecnología Soil Nailing sección 02</i>	56
Tabla 19 <i>F.S. en la sección transversal 02 mediante la tecnología Soil Nailing</i>	57
Tabla 20 <i>F.S. en la sección transversal 02 mediante la tecnología Soil Nailing en condiciones Pseudoestáticas</i>	59
Tabla 21 <i>Resumen de los valores de los anclajes – Tecnología Soil Nailing sección 03</i>	59
Tabla 22 <i>F.S. en la sección transversal 03 mediante la tecnología Soil Nailing</i>	61
Tabla 23 <i>F.S. en la sección transversal 03 mediante la tecnología Soil Nailing en condiciones Pseudoestáticas</i>	63
Tabla 24 <i>Resumen de los valores de los anclajes – Tecnología Soil Nailing sección 04</i>	63
Tabla 25 <i>F.S. en la sección transversal 03 mediante la tecnología Soil Nailing</i>	65
Tabla 26 <i>F.S. en la sección transversal 03 mediante la tecnología Soil Nailing en condiciones Pseudoestáticas</i>	66
Tabla 27 <i>Ensayo de laboratorio de mecánica de suelos</i>	76
Tabla 28 <i>Puntos topográficos de los taludes en estudio</i>	77
Tabla 29 <i>Cálculo de la estabilidad mediante el factor de seguridad – Geo5</i>	77

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	<i>Efecto del refuerzo en un Soil Nailing</i>	21
Figura 2	<i>Comportamiento de las uñas de los Nails</i>	22
Figura 3	<i>Proceso constructivo de un muro Soil Nailing</i>	23
Figura 4	<i>Barras roscadas solidas</i>	25
Figura 5	<i>Cabeza del Soil Nailing y partes del anclaje</i>	25
Figura 6	<i>Acoplador con rosca para barras de refuerzo</i>	26
Figura 7	<i>Centralizadores para barras de refuerzo</i>	26
Figura 8	<i>Tipos de anclajes según la inyección de cemento fluido o lechada</i>	26
Figura 9	<i>Barras encapsuladas por el revestimiento corrugado</i>	27
Figura 10	<i>Aplicación del shotcrete para el revestimiento</i>	27
Figura 11	<i>Revestimiento final</i>	28
Figura 12	<i>Tipos de acabados en el revestimiento</i>	28
Figura 13	<i>Mecanismo de falla externa en la tecnología soil nailing</i>	29
Figura 14	<i>Mecanismo de falla interna en la tecnología Soil Nailing</i>	30
Figura 15	<i>Representación de la envolvente de Mohr – Coulomb</i>	32
Figura 16	<i>Equilibrio de fuerzas – Bishop simplificado</i>	32
Figura 17	<i>Equilibrio de momentos – Fellenius</i>	33
Figura 18	<i>Equilibrio de fuerzas – Janbu</i>	33
Figura 19	<i>Tipos de rotura circulares</i>	34
Figura 20	<i>Rotura planar</i>	34
Figura 21	<i>Rotura por cuña</i>	35
Figura 22	<i>Desarrollo del enfoque cuantitativo</i>	36
Figura 23	<i>Diseño cuasi-experimental</i>	37
Figura 24	<i>Talud 01 ubicado en el km 01+700</i>	42
Figura 25	<i>Corte de la sección transversal del talud 01</i>	42
Figura 26	<i>Talud 02 ubicado en el km 03+100</i>	43
Figura 27	<i>Corte de la sección transversal del talud 02</i>	43
Figura 28	<i>Talud 03 ubicado en el km 07+400</i>	44
Figura 29	<i>Corte de la sección transversal del talud 03</i>	44
Figura 30	<i>Talud 04 ubicado en el km 07+700</i>	45
Figura 31	<i>Corte de la sección transversal del talud 04</i>	45
Figura 32	<i>Arrojo del F.S. en la sección 01-método Bishop</i>	45
Figura 33	<i>Arrojo del F.S. en la sección 01-método Fellenius</i>	46
Figura 34	<i>Arrojo del F.S. en la sección 01-método Janbu</i>	46
Figura 35	<i>Arrojo del F.S. en la sección 02-método Bishop</i>	47
Figura 36	<i>Arrojo del F.S. en la sección 02-método Fellenius</i>	47
Figura 37	<i>Arrojo del F.S. en la sección 02-método Janbu</i>	48
Figura 38	<i>Arrojo del F.S. en la sección 03-método Bishop</i>	48
Figura 39	<i>Arrojo del F.S. en la sección 03-método Fellenius</i>	49
Figura 40	<i>Arrojo del F.S. en la sección 03-método Janbu</i>	49
Figura 41	<i>Arrojo del F.S. en la sección 04-método Bishop</i>	50
Figura 42	<i>Arrojo del F.S. en la sección 04-método Fellenius</i>	50
Figura 43	<i>Arrojo del F.S. en la sección 04-método Janbu</i>	51
Figura 44	<i>Introducción de los Nails al software Geo5 de la sección 01</i>	52
Figura 45	<i>F.S. con el método Bishop aplicando la tecnología Soil Nailing</i>	53
Figura 46	<i>F.S. con el método Fellenius aplicando la tecnología Soil Nailing</i>	53

Figura 47 <i>F.S. con el método Janbu aplicando la tecnología Soil Nailing.</i>	53
Figura 48 <i>F.S. con el método Bishop aplicando la tecnología Soil Nailing.</i>	54
Figura 49 <i>F.S. con el método Fellenius aplicando la tecnología Soil Nailing.</i>	55
Figura 50 <i>F.S. con el método Janbu aplicando la tecnología Soil Nailing.</i>	55
Figura 51 <i>Introducción de los Nails al software Geo5 de la sección 02.</i>	56
Figura 52 <i>F.S. con el método Bishop aplicando la tecnología Soil Nailing.</i>	56
Figura 53 <i>F.S. con el método Fellenius aplicando la tecnología Soil Nailing.</i>	57
Figura 54 <i>F.S. con el método Janbu aplicando la tecnología Soil Nailing.</i>	57
Figura 55 <i>F.S. con el método Bishop aplicando la tecnología Soil Nailing.</i>	58
Figura 56 <i>F.S. con el método Fellenius aplicando la tecnología Soil Nailing.</i>	58
Figura 57 <i>F.S. con el método Janbu aplicando la tecnología Soil Nailing.</i>	58
Figura 58 <i>Introducción de los Nails al software Geo5 de la sección 03.</i>	60
Figura 59 <i>F.S. con el método Bishop aplicando la tecnología Soil Nailing.</i>	60
Figura 60 <i>F.S. con el método Fellenius aplicando la tecnología Soil Nailing.</i>	60
Figura 61 <i>F.S. con el método Janbu aplicando la tecnología Soil Nailing.</i>	61
Figura 62 <i>F.S. con el método Bishop aplicando la tecnología Soil Nailing.</i>	61
Figura 63 <i>F.S. con el método Fellenius aplicando la tecnología Soil Nailing.</i>	62
Figura 64 <i>F.S. con el método Janbu aplicando la tecnología Soil Nailing.</i>	62
Figura 65 <i>Introducción de los Nails al software Geo5 de la sección 04.</i>	63
Figura 66 <i>F.S. con el método Bishop aplicando la tecnología Soil Nailing.</i>	64
Figura 67 <i>F.S. con el método Fellenius aplicando la tecnología Soil Nailing.</i>	64
Figura 68 <i>F.S. con el método Janbu aplicando la tecnología Soil Nailing.</i>	64
Figura 69 <i>F.S. con el método Bishop aplicando la tecnología Soil Nailing.</i>	65
Figura 70 <i>F.S. con el método Fellenius aplicando la tecnología Soil Nailing.</i>	65
Figura 71 <i>F.S. con el método Janbu aplicando la tecnología Soil Nailing.</i>	66

RESUMEN

El propósito principal de este estudio fue estabilizar los taludes del tramo Carhuaz – Shilla, carretera AN-107, mediante el uso de la tecnología Soil Nailing. Primero, utilizando los métodos Bishop, Fellenius y Janbu para determinar el grado de estabilidad de los taludes. Se empleó un enfoque de tipo cuantitativo, con un diseño experimental. La población se seleccionó para los taludes del tramo Carhuaz-Shilla, carretera AN-107. Los 4 cortes transversales más representativos fueron elegidos como muestra. Se determinó que las cuatro secciones transversales de los taludes del tramo Carhuaz- Shilla eran inestables, con un valor mínimo del factor de seguridad (F.S.) fue de 0.26 y el máximo valor fue de 0.75, respectivamente, tomando en cuenta la situación actual para la estabilidad de los taludes, que era inferior a lo requerido por la norma CE.020 para suelos y taludes, en consecuencia, se necesitó estabilizar los taludes mediante el uso de la tecnología Soil Nailing, en cada uno de los casos, el F.S. superó según lo requerido por las normas CE.020 y E.050 (Suelos y Cimentaciones), donde el valor mínimo fue de 1.62 y el valor máximo de 5.55 en condiciones estáticas; no obstante, en condiciones pseudoestáticas, el valor mínimo fue de 1.36 y el valor máximo de 2.63. Por lo tanto, una solución de alternativa a la inestabilidad de los taludes en el tramo Carhuaz – Shilla de la carretera AN-107 es la aplicación de la tecnología Soil Nailing.

Palabras claves: *Talud, soil nailing, estabilización, Factor de seguridad.*

ABSTRACT

The main purpose of this study was to stabilize the slopes of the Carhuaz – Shilla section, AN-107 highway, through the use of Soil Nailing technology. First, using the Bishop, Fellenius and Janbu methods to determine the degree of stability of the slopes. A quantitative approach was used, with an experimental design. The population was selected for the slopes of the Carhuaz-Shilla section, highway AN-107. The 4 most representative cross sections were chosen as a sample. It was determined that the four cross sections of the slopes of the Carhuaz-Shilla section were unstable, with a minimum value of the safety factor (F.S.) was 0.26 and the maximum value was 0.75, respectively, taking into account the current situation for the stability of the slopes, which was lower than that required by the CE.020 standard for soils and slopes, consequently, it was necessary to stabilize the slopes through the use of Soil Nailing technology, in each of the cases, the F.S. exceeded as required by standards CE.020 and E.050 (Soils and Foundations), where the minimum value was 1.62 and the maximum value was 5.55 in static conditions; However, in pseudostatic conditions, the minimum value was 1.36 and the maximum value was 2.63. Therefore, an alternative solution to the instability of the slopes on the Carhuaz – Shilla section of the AN-107 highway is the application of Soil Nailing technology.

Key words: Slope, soil nailing, stabilization, safety factor.

Anexo 7: Reporte turnitin

INFORME DE TESIS - RODRIGUEZ CHAVEZ PAUL

INFORME DE ORIGINALIDAD

7 %	7 %	0 %	1 %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.uct.edu.pe Fuente de Internet	6 %
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	1 %

Excluir citas Activo
Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 1%