



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Control de deslizamiento de taludes con muros de contención y bloques de poliestireno, A.H. Horacio Zevallos Ate-Lima 2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTOR:

Ccoyllo Sulca, Edwin Abdel (orcid.org/0000-0002-5878-2223)

ASESOR:

Ing. Yuri Quispe, Héctor Hilario (orcid.org/0000-0003-0832-124X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA – PERÚ
2023

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a mi familia, quien me ha apoyado siempre en este camino constante a mis logros profesionales.

AGRADECIMIENTO

Especial agradecimiento a mi casa de estudios, Universidad César Vallejo por ser quien a través de los docentes he adquirido conocimientos indispensables en toda mi formación profesional.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, YAURI QUISPE HECTOR HILARIO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Control de deslizamiento de taludes con muro de contención por gravedad y bloques de poliestireno expandido como material de relleno estructural, en A.H. Horacio Zevallos Ate-Lima", cuyo autor es CCOYLLO SULCA EDWIN ABDEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 15.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 08 de Julio del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
HECTOR HILARIO YAURI QUISPE DNI: 09750980 ORCID: 0000-0003-0832-124X	Firmado electrónicamente por: HHYAURIY el 11-07- 2023 20:04:11

Código documento Trilce: TRI - 0578778

DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, CCOYLLO SULCA EDWIN ABDEL estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Control de deslizamiento de taludes con muro de contención por gravedad y bloques de poliestireno expandido como material de relleno estructural, en A.H. Horacio Zevallos Ate-Lima", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
CCOYLLO SULCA EDWIN ABDEL DNI: 09674057 ORCID: 0000-0002-5878-2223	Firmado electrónicamente por: ECCOYLLOS el 14-07- 2023 22:58:01

Código documento Trilce: INV - 1543010

Índice de contenidos

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR	v
Índice de contenidos	vi
Índice de tablas	vii
Índice de figuras	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	22
3.1. Tipo y diseño de investigación	22
3.2. Variables y operacionalización	22
3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis	25
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	30
3.5. Procedimientos	31
3.6. Método de análisis de datos	31
3.7. Aspectos éticos	33
IV. RESULTADOS	34
V. DISCUSIÓN	56
VI. CONCLUSIONES	60
VII. RECOMENDACIONES	61
REFERENCIAS	62
ANEXOS	69

Índice de tablas

Tabla 1: <i>Tabla de Análisis Granulométrico por Tamizado – ASTM D422/MTC-E 107</i>	35
Tabla 2: <i>Porcentajes de material retenido</i>	35
Tabla 3: <i>Contenido de humedad</i>	36
Tabla 4: <i>Ensayo de Compresión Triaxial: Espécimen N° 01 en datos de la muestra</i>	37
Tabla 5: <i>Ensayo de Compresión Triaxial: Espécimen N° 2</i>	38
Tabla 6: <i>Ensayo de Compresión Triaxial: Espécimen N° 3</i>	39
Tabla 7: <i>Informe de resultado de ensayos</i>	54
Tabla 8: <i>Matriz de Operacionalización de la variable</i>	69
Tabla 9: <i>Límites de consistencia</i>	69
Tabla 10: <i>Detalle del contenido de humedad ATM D-22 16-05</i>	69
Tabla 11: <i>Clasificación</i>	69
Tabla 12: <i>Descripción de los equipos</i>	69
Tabla 13: <i>Descripción de los equipos 01</i>	69
Tabla 14: <i>Descripción del Límite Líquido y Límite Plástico</i>	70
Tabla 15: <i>Descripción de equipos 02</i>	70

Índice de figuras

Figura 1: <i>Datos de la Pendiente del Talud</i>	34
Figura 2: <i>Curva granulometrica</i>	36
Figura 3: <i>Grafica de deformacion axial vs esfuerzo desviador</i>	40
Figura 4: <i>Grafica del circulo de mohr</i>	40
Figura 5: <i>Fotografías de suelos sometidos a ensayos</i>	41
Figura 6: <i>Ecuación general de capacidad admisible por Meyerhof (1963)</i>	42
Figura 7: <i>Cálculo de capacidad de carga para cimentaciones superficiales</i>	45
Figura 8: <i>Método elástico para el cálculo de asentamientos inmediatos</i>	46
Figura 9: <i>Cálculo de Asentamientos - Método Elástico</i>	46

RESUMEN

La presente investigación, tiene por objetivo analizar la medida en la cual se da el control de deslizamientos de taludes en el A.H. Horacio Zevallos Ate – Lima, utilizando muros de contención por gravedad y bloques de poliestireno expandido. Se empleó metodológicamente un enfoque cuantitativo de tipo aplicada, no experimental, de corte transversal con un alcance descriptivo, utilizando como instrumento de recolección de la información la ficha técnica de observación, realizando este procedimiento de observación y análisis.

En ese sentido, se obtuvieron como resultados que el material extraído corresponde a un a grava limosa; asimismo, de las muestras sometidas a resistencia a la compresión se obtuvo como resultado una densidad promedio de 30 Kg/m³, lo que certificó que corresponde a un material de alta densidad, tal como se considera en las especificaciones técnicas del producto; y, en cuanto a los resultados obtenidos en los cálculos del diseño del muro de contención por gravedad está dentro de los rangos permitidos por el Reglamento Nacional de Edificaciones de la Norma E.20.

Por lo tanto, se concluyó que, con la utilización de muros de contención por gravedad y bloques de poliestireno expandido, estos componentes pueden controlar los deslizamientos ante la ocurrencia de movimientos sísmicos.

Palabras Clave: Taludes, Poliestireno Expandido, Muro de contención por gravedad.

ABSTRACT

The objective of this investigation is to analyze the extent to which slope landslides are controlled in the A.H. Horacio Zevallos Ate – Lima, using gravity retaining walls and expanded polystyrene blocks. A quantitative, non-experimental, cross-sectional approach with a descriptive scope was used methodologically, using the observation data sheet as an instrument for collecting information, carrying out this observation and analysis procedure.

In this sense, the results obtained were that the extracted material corresponds to a silty gravel; likewise, from the samples subjected to compression resistance, an average density of 30 Kg/m³ was obtained as a result, which certified that it corresponds to a high-density material, as considered in the technical specifications of the product; and, regarding the results obtained in the design calculations of the retaining wall by gravity, it is within the ranges allowed by the National Building Regulations of Standard E.20.

Therefore, it was concluded that, with the use of gravity retaining walls and expanded polystyrene blocks, these components can control landslides in the event of seismic movements.

Keywords: *Slopes, Expanded Polystyrene, Retaining wall by gravity.*

I. INTRODUCCIÓN

La actividad del hombre, durante mucho ha permitido que se solucionen o contrarresten las consecuencias de la naturaleza, como es el caso de los daños ocasionados de los movimientos telúricos, principalmente en zonas donde pueden producirse deslizamientos que van a impactar negativamente en la seguridad física del hombre, por las afectaciones de sus viviendas. Estos sucesos, se han venido dando por las reiteradas incidencias de movimiento de masas del suelo y no son necesariamente ocasionadas por el hombre, sino por la naturaleza (Kanule y Ng'etich, 2020). En ese sentido, la ingeniería civil, ha ido innovando distintos métodos de construcción con materiales que coadyuven a una mejor calidad de las obras en pro de la ciudadanía. Esta nueva fabricación aditiva en el rubro de la construcción con los hormigones que tienen incorporados perlas de EPS (Dixit et al., 2019). Por ello, es que se han venido realizando constantes estudios para realizar un diseño entre el EPS y el muro de contención como alternativa apropiada para crear zonas seguras para las personas ante los eventos de la naturaleza o la misma fuerza del hombre (Lim et al., 2021). Además, otro material de construcción que, le podría dar mayor consistencia, serían los muros de contención por gravedad, precisamente ideales en donde la geografía necesita este tipo de construcción (Bazan, 2020).

Por ello, es que las personas han ido buscando viviendas en zonas expuestas a deslizamientos, ubicándolas en las laderas de los cerros, tornándose una situación peligrosa cuando suceden estos acontecimientos de la naturaleza, no obstante, el Estado, debe garantizar la seguridad de las viviendas de estas personas, dándoles la labor al profesional especializado para que realicen las obras necesarias para su prevención y calidad. Por ello, para la construcción, con el avance de la tecnología que ha sido un boom para el campo de la ingeniería civil, toda vez que, los materiales de construcción van perfeccionándose con la nueva tecnología y materiales que pueden ser más duraderos en las obras de construcción civil. Su empleo es indispensable en suelos donde hay problemas de congelamiento – deshielo y problemas de suelos blandos (Pérez et al., 2016). Y, es que, se ha sugerido en diversas investigaciones

que, como aporte a una mejor reducción del peso y mayor consistencia del suelo, se recomiende el uso del poliestireno expandido o más conocido como EPS, a consecuencia de la experiencia que, en el exceso de peso en la superficie o en el suelo o esta carezca de relleno produciendo inestabilidad de los muros o del propio suelo, se viene promoviendo en reemplazo a los métodos comunes en la construcción, el uso de un suelo aligerado para disminuir precisamente los riesgos de derrumbe que provocan accidentes (Liang et al., 2021; Amasifuen y Ocaña, 2022). Sin embargo, la cultura de utilización de este material para la construcción no es empleada en la totalidad de países, pero la realidad es que, como forma de ejemplo es el país de Malasia sucede que la percepción del EPS como material reciclable no funciona, simplemente este material es desperdiciado, desechado o quemado, no le dan la utilidad que se merece (Liang et al., 2021). No obstante, muchos países ya están trabajando en la construcción con este material con muy buenas propiedades que va a permitir disminuir riesgos; sin embargo, su utilización va de la mano con la cultura de aceptación y de previsión de riesgos, además de conocer que con este material podría trabajar con distintos tipos de hormigones, desde el polvo reactivo ligero verde, el polvo reactivo verde que con la experiencia y conocimiento dará a conocer la efectividad de trabajar con estos componentes (Amin et al., 2018). El presente estudio procura demostrar la relación que existe entre los deslizamientos de taludes e incorporación de bloques de poliestireno expandido a fin de dar el alcance de que, con la incorporación del uso de bloques de poliestireno expandido (EPS) podría evitar que las moradas que se ubican en las laderas de los cerros colapsen por el mínimo movimiento telúrico. En ese sentido, la investigación presenta como **problema General:** ¿En qué medida se da el control de deslizamientos de taludes en el AH Horacio Zevallos Ate – Lima, ¿utilizando muros de contención por gravedad y bloques de poliestireno expandido? **Los problemas específicos son:** ¿Cuáles son las condiciones físicas de los taludes en el área de estudio para la aplicación del uso de muros de contención por gravedad y bloques de poliestireno expandido en el control de deslizamiento de taludes?; ¿En qué medida las propiedades estructurales de los muros de contención por gravedad y los EPS controlan el deslizamiento de taludes?; y, ¿En qué medida se da el efecto combinado del EPS y Muro de contención por

gravedad en el control de los deslizamientos de taludes? Asimismo, la justificación del presente estudio está orientada en justificación teórica, metodológica y práctica; la primera justificación está orientada a las teorías que sustentan ambas variables, es decir, teorías que definan al deslizamiento de talud y a los bloques de poliestireno expandido, esto permitirá ampliar el panorama del lector, sobre la razón de la investigación; en cuanto, a la justificación metodológica, está enmarcada en el desarrollo de la metodología, esta es con un enfoque cuantitativo de tipo aplicada y experimental, en ese sentido va a permitir obtener resultados acorde a los objetivos del estudio; y, la justificación práctica, está orientada a la propuesta u orientación de las puesta en práctica para aquellas personas interesadas en emplear esta alternativa de solución para evitar el deslizamiento de taludes con este material muy favorable. Es en ese sentido, que **los objetivos de la investigación son:** Analizar la medida en la cual se da el control de deslizamientos de taludes en el AH Horacio Zevallos Ate – Lima, utilizando muros de contención por gravedad y bloques de poliestireno expandido. **Los objetivos específicos son:** Determinar las condiciones físicas de los taludes en el área de estudio, para la aplicación del uso de muros de contención por gravedad y bloques de poliestireno expandido en el control de deslizamiento de taludes; Analizar las propiedades estructurales de los muros de contención por gravedad y los EPS para el control de deslizamiento de taludes; y, Determinar en qué medida se da el efecto combinado del EPS y el muro de contención en el control de los deslizamientos de taludes: **Hipótesis General:** La utilización de los muros de contención por gravedad y bloques de poliestireno expandido, controlan los deslizamientos de taludes en el AH. Horacio Zevallos Ate - Lima ante la ocurrencia de movimientos sísmicos; y, las **hipótesis específicas:** Las características geotécnicas de los taludes en el AH. Horacio Zevallos Ate – Lima, constituye un factor condicionante para la ocurrencia de deslizamientos ante la ocurrencia de movimientos sísmicos; Las propiedades estructurales de los muros de contención por gravedad y los EPS son técnica y económicamente apropiadas para el control de deslizamiento de taludes; utilizando EPS y muros de contención de Concreto Ciclópeo, controlaran los deslizamientos de taludes.

II. MARCO TEÓRICO

El presente proyecto de estudio, contiene cuatro variables, Primera Variable: Condiciones Físicas y Mecánicas del Talud. La segunda variable es el Muro de Contención por Gravedad; la tercera, es el Poliestireno Expandido (EPS); y, la cuarta variable, es el Control de Deslizamiento de Taludes. Por ello, ha sido pertinente, dar a conocer los antecedentes nacionales e internacionales que sostienen el presente estudio.

Primero, tenemos como antecedente nacional a de Amasifuén y Ocaña (2022) en su investigación sobre el Poliestireno expandido para reducir cargas muertas en el análisis estructural de losas aligeradas, tuvo como objetivo determinar la influencia del poliestireno expandido en las losas como reductor de aligerar las cargas, empleó para ello una metodología básica experimental empleando una herramienta llamada Etabs que es un software para el análisis estructural, para ello utilizó losas de 30cm, 25cm, 20cm y 17cm de espesor utilizados con poliestireno y también ladrillo; los resultados, mostraron que el poliestireno expandido ha reducido el momento flector de un 13.03% hasta un 17.21%, la fuerza de flexión desde 12.50% hasta un 2.33%, el peso desde 24.29% hasta 26.79%, el costo desde 6.94% hasta 4.86%, cuyo resultado es que con el uso del poliestireno expandido hay una reducción en el peso de las cargas muertas.

Bazán (2020) en su estudio sobre el análisis de muro de contención para la estabilidad del talud en un centro poblado de Huari Ancash, tuvo como objetivo estabilizar la carretera de acceso a este centro poblado, diseñándose para ello dos muros de contención y se realizó la comparación con otro muro para determinar ¿cuál sería el más óptimo? Para ello, la investigación fue cuantitativa, aplicada de diseño no experimental, empleándose ensayos de laboratorio para el diseño del muro de contención. En ese sentido, se concluyó que, hay un resultado eficaz y óptimo para el diseño de este muro, con resultados de FSV-326 con su factor admisible de FSV-menor a 15, FSD-1.6 con un muro por gravedad de FSD-12, siendo un muro eficaz.

Trinidad (2020) en su estudio sobre el análisis comparativo de muros de contención para estabilizar los taludes en un centro poblado en Huaral, tuvo como objetivo realizar un análisis sobre esas variables, a través de una investigación cuantitativa cuasi experimental del que se obtuvo como resultados que, teniendo como diferencia la estabilidad del muro, el factor de volteo de 3.95 mm con otros factores, se concluyó que el muro de voladizo satisface las condiciones de los taludes.

Lapa (2020) en su estudio referido al Efecto de poliestireno expandido en las propiedades físicas y mecánicas de la unidad de albañilería de concreto en la ciudad de Huancayo, el investigador planteó como objetivo determinar el efecto que ocasiona el poliestireno expandido en las propiedades físicas y mecánicas en el uso de la albañilería; para ello, empleó un diseño experimental relacionadas a mezclas de concreto de s/c de 0., 0.7 y 0.8 con agua, cemento y otros agregados finos; con ello, arrojaron resultados en los ensayos de variación dimensional y alabeo de 1.14% y 0.98 mm, para los resultados de resistencia una dosificación R 0.6 – EPS 20 con un valor de 77.77 kg/cm² clasificándola como concreto tipo II, y para la dosis de R 0.8 – EPS 40 con un valor de 31.24 kg/cm².

Ávalos (2020) en su estudio sobre la influencia del superplastificante y EPS de concreto ligero en losas respecto a la conductividad acústica, asentamiento y comprensión, tuvo como objetivo determinar la influencia del poliestireno expandido en una losa con el uso del aditivo superplastificante de la marca Zika Viscocrete SC 60 y poder así evaluar la resistencia el asentamiento y la conductividad acústica. La metodología fue experimental por el cual se utilizó la mezcla patrón ACI 211, con 5 y 7 mm de diámetro de perlas de poliestireno expandido, en la experimentación dieron como resultados la relación del agua/cemento de 0.5, asentamiento de 3.3. Pulgadas, resistencia de 311kg/cm² y un índice de reducción sonora promedio de 38.39 dB a 28 días de curado.

Abad (2020) en su tesis titulada la aplicación de EPS para una mejor resistencia mecánica de adobe, utilizó el método de investigación a través de la observación, orientado en las distintas edificaciones del sitio, debido a que las viviendas que se encuentran en zonas del Perú principalmente en aquellas son propensas a derrumbes sísmicos propuso como objetivo la aplicación del poliestireno expandido en esferas en el adobe para que tenga mejor resistencia a la exposición de movimientos telúricos, cuya población materia del análisis fueron unidades de adobe tradicional al que se le agregó el EPS en una muestra de 40 adobes, esto permitió concluir que, con el uso del EPS en el adobe, mejora sus propiedades de resistencia.

García Espino (2019) en su investigación sobre la conducta estructural de los sistemas de EPS y albañilería confinada para viviendas, planteó como objetivo determinar el comportamiento estructural del poliestireno expandido en edificaciones; para ello, el investigador empleó una metodología aplicada, llegando a la conclusión que hay diferencia entre el peso de la estructura del poliestireno expandido de 42.88% menor con relación a la albañilería confinada, la relevancia es el factor económico toda vez que, el costo más favorable es con el uso de poliestireno expandido.

Asimismo, tenemos como antecedentes internacionales a: Macías y Jarre (2022) en su estudio sobre las potencialidades de los residuos de EPS empleado en la fabricación de bloques huecos de hormigón, para responder a la necesidad de elaboración de materiales de construcción que sean de uso alternativo, a fin de disminuir el impacto ambiental. Su estudio, da a conocer las características de áridos utilizados para su fabricación para emplearlos en los laboratorios de suelos, concluyendo que los residuos generados del poliestireno expandido han incidido negativamente en el ambiente, causando daños irreversibles, debiendo considerarse el reciclaje de este material para contribuir con el saneamiento y protección ambiental.

Por otro lado, Chávez, et al. (2022). en su investigación sobre la evaluación de EPS y polietileno de baja intensidad, en su objetivo valorar el consumo de EPS y el polietileno en sus distintos sustratos donde se desarrollan las lavas del tenebrio molitor. Para ello, los autores realizaron diversas muestras con distintos componentes

y con ello determinar cuál era el más consumido por estas larvas, concluyendo que el plástico es su preferido.

Bari et al (2021) en su estudio sobre la altura optima de los muros de contención de gravedad, señalaron que, hay varios casos en donde la falla de estos muros puede ser ocasionado por diversos factores, que puede ser el diseño de planificación, la condición del suelo, el incumplimiento de los requisitos de seguridad y el escaso conocimiento sobre la selección de estos tipos de muros de contención para determinar así la altura ideal. Siendo así, que los autores planificaron esta altura de forma óptima con un muro de contención de gravedad en un suelo arenoso, empleando para ello, una metodología a través de cálculo de estabilidad interna y externa en un muro de contención de gravedad con piedra. Ello llegó al análisis de que las alturas externas deben estar entre los 4 a 14 metros y así se puede tener certeza que estos muros pueden ser seguros. Sin embargo, para la estabilidad interna se obtuvo 8 metros de altura del cual no se cumplió con el requisito de seguridad, recomendándose a sí que, la altura ideal debe ser hasta los 7 metros para un muro de contención de gravedad de piedra.

Varga et al (2021) en su estudio relacionado a un análisis multiparamétrico de un muro de contención por gravedad, del cual se pretendió diseñar un muro de contención simple, rápido en construir y que sea lo más económico, determinando que esto puede llegar a lograrse con el uso de métodos de optimización. Adicional a ello, los investigadores, realizaron un análisis multiparamétrico con un muro de contención por gravedad de diseño óptimo del muro, con funciones en los costos de construcción, en cuanto al costo óptimo se debe a la altura del terreno. Los autores concluyeron que el modelo de optimización mejora al seleccionar un diseño óptimo en los muros de gravedad para los profesionales en ingeniería.

Vega y Velásquez (2020) en su investigación que realizaron sobre la inestabilidad del talud tramo NIC-7 (km 177 178), tuvo como objetivo plantear un análisis de este tema de investigación, en la ladera de esta zona de la carretera, empleando indicadores que llevan a los deslizamientos como la meteorización, el

ángulo de pendiente de fracturamiento de los cuerpos rocosos, la litología, la precipitación como factor detonante y la experimentación con el software en modelos 2D para simular un posible derrumbe, evaluando así las condiciones del talud, obteniendo como resultados que los materiales en el suelo y roca contienen parámetros bajos en la resistencia de la mecánica, estos parámetros son la cohesión, el peso y el ángulo de fricción, concluyendo que el lado de esa ladera es inseguro producto de su inestabilidad.

Pacheco (2018) en su tesis denominada las Propiedades físicas – mecánicas del concreto celular con EPS y su aplicación en la industria de la construcción, planteó como objetivo evaluar el comportamiento del material concreto celular, para ello empleó la metodología aplicada al experimentar con el comportamiento mecánico y físico de la mezcla, en ese sentido obtuvo resultados en el estado endurecido con los ensayos de compresión y resultados térmicos que permitieron cuantificar sus propiedades y características de la muestra, teniendo como resultados que, el uso de este material debe ser empleado solo para lugares que no tengan mucho peso o de aquellos donde no va a soportar mucho peso.

Mesa y Tejada (2018) en su artículo científico sobre el análisis de estabilidad de taludes con el empleo de métodos de equilibrio límite y método de elementos finitos, tuvo como objetivo determinar el EPS en terraplenes de carreteras con la modificación de la altura y pendiente del talud. En este artículo tuvo como resultado que los terraplenes menores a 6m tienen una pendiente de 2:1 y 1.5:1 siendo estos estables a diferencia de los terraplenes mayores.

Chicaiza (2017) en su estudio donde realizó un análisis comparativo de la resistencia a la compresión de bloques comunes y los bloques de EPS con bloques de mazorca de maíz. Planteó como objetivo realizar un análisis comparativo de ambas variables, empleó para ello una metodología cuantitativa experimental que permitió llegar a la conclusión que, el bloque tradicional presenta una resistencia mayor al poliestireno expandido teniendo este último un peso más liviano.

Avecillas (2016) en su investigación sobre alternativa estructural constructiva de entresijos y techos de hormigón armado con bloques de EPS, tuvo proponer una alternativa estructural constructiva para aligerar los techos y entresijos de manera segura con mejores costos y menos peso. Esto permite disminuir el peso en un 45 a 48% por la geometría de las secciones transversales, por ello aplicó bloques de poliestireno expandido creando secciones tipo T de forma simple, los resultados en esta experimentación demostraron que la alternativa estructura constructiva es superior técnicamente y sugieren ventajas económicas del mismo que se comparan a la solución de aligeramiento.

Desde la descripción teórica de cada una de las cuatro variables del presente estudio, se describe la Primera Variable: Condiciones Físicas y Mecánicas del Talud. La segunda variable es el Muro de Contención por Gravedad; la tercera, es el Poliestireno Expandido (EPS); y, la cuarta variable, es el Control de Deslizamiento de Taludes.

Ha sido pertinente, hablar sobre los deslizamientos de taludes que están asociados a mecanismos que pueden darse por las distintas y causas complicadas y condiciones del fallo, por su dinámica y movilidad (Macuta, et al., 2020; Earle, 2021). Por lo general, los deslizamientos de tierra son provocados por un proceso de movimiento o deslizamiento de alguna parte del suelo, esto es muy habitual cuando hay altas precipitaciones, pues aquí, los derrumbes forman parte de este acontecimiento geológico; por lo que, para este caso, se emplean diversas técnicas para dar solución a este problema que puede consistir en manipular o alterar la forma topográfica y brindar soluciones necesarias (Alfat et al., 2020). Este evento, de deslizamiento puede ser muy peligroso si encima de esa superficie habitan seres vivos, ocasionando pérdidas materiales e incluso pérdidas humanas; por eso, se instalan en estas zonas materiales de construcción que ayudan a reducir la deformación de la pendiente al brindarle soporte a esta masa que es inestable (Gong y Tang, 2017; Peng et al., 2020). Estas características que forman parte de la geoforma del talud tienen que ver con el ángulo y la altura de la inclinación, cuya razón es por el factor de

protección de la pendiente, otro es la relación que hay entre la disminución del ángulo y la altura del talud que es vital para incrementar la protección en caso se tenga pensado realizar una proyección de prevención de deslizamientos (Henok, 2021; Peng et al., 2016). El deslizamiento del sector, hace vulnerable las vías o carreteras, por ello es indispensable evaluar el deslizamiento para disminuir los riesgos (Ping et al., 2019).

La estabilidad del talud puede ser medir relacionándolo al grupo difuso que simboliza el estado estabilidad, en estados de estabilidad definidos previamente a través de una técnica de agrupamiento, este estudio da como resultado las condiciones estáticas del talud (Mora y Granados, 2012). En su mayoría, las condiciones del terreno que favorecen los deslizamientos o la inestabilidad de los taludes, se deben a condiciones climáticas, fenómenos naturales como volcanes, movimientos sísmicos; por ello, se realizan estudios previos a la habitabilidad de las personas o durante esta con el fin de ayudar a las personas que residen en estas zonas inestables (Vega y Velásquez, 2020). Existen una serie de parámetros físicos que van a ser aplicados para medir la inestabilidad en las laderas, estos son el momento de torsión, el coeficiente de fricción del suelo, rodadura por pendiente, momento de inercia y la resistencia al corte (Puca, 2015). La descripción de cada uno de ellos es: en el momento de torsión, es por la torsión vectorial por el movimiento de la zona en sentido horario y antihorario, haciéndose más susceptible con la caída o deslizamiento de rocas, aquí la fuerza hace que se agriete la ladera y provocar así un deslizamiento del talud (Muhammad, 2021). La inestabilidad de los taludes es provocada por la fuerza que provoca un deslizamiento de tierra, además de una resistencia que se refleja en la fricción, resistencia de rocas y movimiento de tierra (Peng et al., 2016). Además, muchos investigadores han realizado estudios de susceptibilidad a los deslizamientos de tierra, y concluyen en que esto es provocado por distintos factores geomorfológicos (Haijun et al., 2017).

En cuanto al coeficiente de fricción del suelo, este es cuando los factores de la compacidad del suelo, o del material que está puesto sobre este, va a formar una granulometría y grosos que, acompañado de la humedad producto del agua, debilita la zona y facilita el desplazamiento de este con un movimiento en el cuerpo o talud. La rodadura por pendiente, es la forma de rueda o forma esferoidal que se desprende en toda la colina y con la fuerza cinética de traslación hace que la fricción o el impacto sea más consecuente y visible por el impacto. Y, en cuanto a la resistencia al corte, esto se debe al máximo esfuerzo del suelo por la resistencia no drenada que empleada para el análisis de esfuerzos de manera efectiva.

Se debe realizar un análisis de los distintos tipos de comportamientos de los taludes para poder clasificarlos y hacer un análisis específico de la zona de los taludes y las laderas. Esta clasificación recogida por Vames en el año 1988 quien precisó que el mecanismo de rotura y propagación es en base a criterios morfológicos diferenciados por los diversos movimientos de los deslizamientos. En cuanto a la estabilidad de estos, se determina el coeficiente de seguridad del deslizamiento que se compara con los esfuerzos que va a provocar un deslizamiento con lo que va a evitar que ocurra el hecho. Esto es posible, con el análisis de seguridad a través de los coeficientes de seguridad parcial, incrementando las acciones para prevenirlos, y aminorando las resistencias que lo provocan. Por ello, aquí realiza un estudio de los fenómenos de la rotura de las masas del suelo, cuyo agente externo responsable son el peso, los efectos de filtración y otros que pueden sobrecargar en facilitar el deslizamiento. En ese sentido, se debe tener en cuenta que para poder calcular la estabilidad de los taludes se pueden emplear modelos numéricos o de equilibrio límite, basados en las leyes de la estática en una determinada masa que puede ser inestable.

En un deslizamiento, es normal poder apreciar descargas de tierra, roca, vegetación o cualquier otro elemento o material que se haya encontrado sobre la superficie previo al deslizamiento, estas descargas con frecuencia llegan a ocupar los recursos de la tierra haciéndose más compleja limpiar o restaurar el lugar, porque los costos de producción son demasiado costosos además de tomar un determinado tiempo y mano de obra, siendo posible prever esta situación mejorar la capacidad de prevenir los riesgos (Shuren et al., 2019). Con la presencia de fallas en los taludes, hace que se pueda presentar una inminente catástrofe, manifestado por distintos patrones cinemáticos en un tiempo y espacio determinado; esto, ha puesto en evidencia lo importante de realizar un constante monitoreo como parte de la evaluación y prevención de los desastres (Tordesillas et al., 2021), pero también para realizar actos de prevención en el ámbito de la construcción, que permita sin duda alguna, prevenir los derrumbes, esta prevención debe ser inteligente en la aplicación de los materiales e implementos, toda vez que, sería conveniente incorporar a ello materiales que sean buenos, durades y livianos a la vez. La estabilidad de taludes es una ciencia que va a requerir de la experiencia para obtenerla, y en su mayoría se ha ganado por los reiterados problemas de la inestabilidad, principalmente cuando son suelos tropicales. Sin embargo, los deslizamientos son producidos por el peso de la masa que hay en el suelo por ser esta mucho mayor a su resistencia con la característica de poseer fallas cuando la construcción ha finalizado, fallas en el proceso o en el desembalse (Flores et al., 2019).

La primera variable del presente estudio, está orientada al Control de deslizamiento de taludes. Esto, es considerado como una técnica para evitar precisamente que, el talud se deslice; y, para que esto suceda, se realiza un adecuado reconocimiento de las características propia de los taludes, tal como lo señalamos en los párrafos anteriores, el estudio de su estabilidad. En ese sentido, es importante realizar un control de deslizamiento de taludes, precisamente de aquellos donde se encuentran cerca viviendas, y peligran en ellas, la seguridad y la vida de las personas.

A su vez, presenta como dimensiones: a la altura de muro, la profundidad del muro, el volumen del EPS y resistencia al esfuerzo cortante. Dimensión 1: Altura de Muro. La altura viene a ser la distancia que hay entre la cabeza y el pie del talud, aunque en muchas ocasiones es complicada su cuantificación en las laderas, pero en lo posible cuando se realiza dicha medición, suele ser propicia para determinar el aspecto estructural para la altura del muro de contención por gravedad. No obstante, existe otra altura como criterio para el talud, esta es a nivel freático, midiéndose por la distancia vertical, desde la ladera hasta el nivel del agua que está debajo de la cabeza (Puca, 2015). Dimensión 2: Profundidad de Muro. La profundidad, está relacionada a la altura que se ha obtenido de la estructura del muro a colocar en el talud, pero que, calce para el muro. Esto tiene la característica de estructural, que a su vez debe considerarse también la profundidad del muro de contención (Rogontino et al., 2017).

Dimensión 3: Volumen del EPS. Este es un aspecto necesario para controlar la estabilidad del talud, el volumen del EPS o poliestireno expandido, es una condición estructural para poder controlar el talud, debiendo tener en cuenta que, el volumen de EPS como material de relleno por 1 metro longitudinal del muro de contención (Lim et al., 2021).

Dimensión 4: Resistencia al esfuerzo cortante, viene a ser la resistencia máxima al corte, que puede poseer un material, representado gráficamente en un punto más alto de la curva, esfuerzo – deformación. Esto, se debe a un factor mecánico, así como, a la resistencia al esfuerzo cortante de la masa del talud (New/m^2) por metro lineal de muro de contención. Sabemos que, en los suelos, con la presencia de distintos materiales, se pueden presentar diversas deformaciones que son mucho mayores a los usuales, ya que, el suelo puede presentar distintas fallas que puede ser, el deslizamiento en línea, el disgregamiento, la fluencia plástica; por lo que, la resistencia al esfuerzo cortante, se puede ver representado por la ecuación de Coulomb que tiene como características a la resistencia al corte del suelo, la cohesión del suelo, el esfuerzo normal intergranular, y el ángulo de fricción interna del suelo (Rasid et al., 2022).

El ángulo de fricción interna, tiene que ver con la función de la uniformidad de las partículas, el tamaño del suelo, la presión normal y la forma de los granos. Por otro lado, la cohesión, que está relacionada a la adherencia del suelo con sus partículas, por la misma atracción que puede existir entre ambas. En cuanto a la segunda variable del presente estudio, tenemos en consideración a las Condiciones físicas y mecánicas del talud. Esto, se define como aquellas condiciones físicas y mecánicas del talud están relacionados a los aspectos que el talud representa, estos condicionantes pueden ser pasivos o activos, los pasivos representan el aspecto intrínseco de sus materiales naturales, sean estos factores geológicos, morfológicos o geométricos, geotécnicos, hidrogeológicos y estructurales. En cuanto, a los factores activos o también conocidos como desencadenantes, son aquellos que están presente en los suelos que, a su vez, modifican las características externas del talud, en tanto a su equilibrio, ver la estabilidad o inestabilidad, la magnitud e incluso la velocidad de los movimientos (Pérez, 2019). La geometría y el relieve también forman un aspecto físico de los taludes ya que, con ello se puede determinar la inclinación que presenta el talud. Las propiedades mecánicas de los taludes, están en relación a la orientación, la velocidad, la separación de refuerzo. Esto presupone que permite sobrevalorar las propiedades mecánicas y resistentes de los taludes.

Las condiciones físicas y mecánicas del talud, también presenta dimensiones que son: la primera dimensión el aspecto topográfico, la mecánica, entre otros. Por ejemplo, la dimensión 1: Topográfico. Es el aspecto relacionado a la pendiente y la altura del talud. En diversos estudios topográficos y mecánicos de los suelos, dan las pautas de lo que sucede en la realidad del talud. Esto quiere decir, que el aspecto topográfico, está en relación a la inclinación de la superficie de ese muro o del terreno, en pocas palabras, viene a ser la forma en que se refleja el aspecto físico del talud. En cuanto a la dimensión 2: Está la condición mecánica. Esto, está en relación principal de su peso unitario que se mide en (New/m³). Deslizamientos rotacionales, en términos generales los deslizamientos son procesos geológicos que producen destrucción de la superficie y trae como consecuencias daños materiales y de la persona y a pesar de que pocas personas no le dan la debida importancia, se ha visto

actualmente con los avances tecnológicos, la forma de evitar los deslizamientos, con ello la identificación geológica para tomar las medidas de prevención y control. Existen zonas donde son susceptibles a deslizamientos, esto ocurre con frecuencia en zonas montañosas tropicales debido a la concurrencia de cuatro elementos que son la sismicidad, topografía, lluvias intensas y meteorización. Ahora bien, el deslizamiento rotacional la superficie se deforma por una curva con un centro de giro que se encuentra encima del centro de gravedad del cuerpo de la acción.

Deslizamientos traslacionales, este tipo de deslizamientos suelen ser catalogados como los más catastróficos porque presentan una extensión grande en un espacio reducido, y a pesar de ello, no existe mucha literatura de por qué se dan este tipo de deslizamientos; no obstante, hay mecanismos que provocan que la superficie se deslice en esta forma y la manera de conocer que un evento va a provocar este tipo de deslizamiento también es complicado, pero hay conocimiento de que el tamaño del deslizamiento puede abarcar aproximadamente a 100 Km² en minutos; esto consisten en el desplazamiento de masa a lo largo de la superficie y se aprecia una forma ondulada y plana a la vez, este deslizamiento arrasa lo que se encuentra sobre ella y también la capa de vegetación (Zhang y Puzrin, 2021). Deslizamientos Combinados, este tipo de deslizamiento reúne la variedad de formas de deslizamiento de los taludes tal como los, rotacionales y los traslacionales, cuya forma de deslizamiento presenta una visión combinada entre plana y circular, con la característica de que, estos suelen formarse en suelos lateríticos de cuerpo mineral.

Ahora, tenemos a la variable muros de contención por gravedad, estos son muros que tienen una consistencia y estructura bastante robusta, que a su vez trabajan por peso propio con el suelo para que, en la construcción se genere una mayor estabilidad y los caracteriza a ser menos propensos de sufrir algún declive o flexión, teniendo además de la característica de no requerir reforzamiento de acero. Dicho material útil para construcción, tiene una clasificación, y según su función, unos pueden ser de contención de tierras, necesarias para contener tierras y consideran aspectos como la impermeabilización; otros, son de contención líquida, para contener

precisamente líquidos, tomando en consideración la impermeabilidad, otros emplean vibrado controlado. Otra clasificación común de estos muros, es según el tipo de construcción, entre ellos, tenemos al muro de gravedad, de semi gravedad, al muro en voladizo o estructural y muro con contrafuertes.

El muro de contención por gravedad, es un tipo convencional que adquiere un soporte de acción solamente de su propio peso, teniendo como elemento primario pasivo que por características soportan cargas laterales que hacen que se muevan. Ahora, su cimentación está ubicada sobre aquellos suelos de tipo arcilloso, pero se pueden utilizar con una frecuencia muy alta para poder prevenir deslizamientos de aquellas masas de tierras. En estos deslizamientos, ejercen una fuerza excesivamente grande, debido a su superficie con resistencia residual. Estos muros de contención de gravedad, tienen a su vez su propia característica, están los rígidos donde el concreto es reforzado, con concreto simple y ciclópeo; también, está el muro flexible, que se constituye en estructura con muro de gaviones, terraplenes de tierra armadas y muros de criba (Trinidad, 2020).

El muro de gravedad, tiene la característica de utilizar su propio peso para poder evitar algún deslizamiento o vuelco. Estos muros, no presentan armaduras y se construyen únicamente de hormigón en masa y otros materiales, bloques, fábrica de ladrillo, materiales pétreos y otros propios de sus características, es poco usual que estos muros lleven talón o puntera y se recomienda una altura que va de los 2 a 5 metros. Son útiles para prevenir eventos como hundimientos, deslizamientos, vuelcos, por eso son empleados para este tipo de seguridad (Fernández, 2016). Para que estos muros tengan estabilidad, dependerá de su propio peso y también del suelo, son estructuras económicas para alturas de hasta 5 metros (Centurion, 2018).

Una de las características de estos muros, es que pueden estar constituidos de piedras con mortero por la gran proporción de masa, o también de mampostería, algunos autores recomiendan realizar una base angosta, lo más angosta posible que pueda mantener la estabilidad al deslizamiento y al vuelco para obtener mayores presiones permisibles en el suelo (Ballón y Echenique, 2017). Estas estructuras se

diseñan para poder restringir el relleno de algunas superficies o pendientes que sean irregulares, utilizándose, además, para rellenar elevaciones distintas y también, es ideal para resistir el empuje lateral del suelo cuando hay una incongruencia en la altura y el ángulo de reposo entre el terreno y el suelo (Rashi0d et al., 2022). Peso del muro (para hallar el peso del muro debemos hallar su volumen y luego multiplicarlo por su peso específico del concreto es igual a 2400 kg/m³. Relación cemento/hormigón (es de 1 volumen de cemento por 12 volúmenes de hormigón. Esto se logra usando 1 bolsa de cemento, 4 buggies de hormigón. El porcentaje de grava (en concreto ciclópea el porcentaje de concreto simple es aproximadamente el 60% y el resultante 40% de piedra o grava). Diámetro de grava (Piedra de Río de 10 a 40 cm de diámetro).

La dimensión de la variable Física – Muro Ciclópeo. Este es también conocido como concreto ciclópeo, que viene a originarse de la mezcla de concreto con bloques de roca dura, por ello, se debe tener en consideración, el peso del muro, con la relación cemento, con el hormigón, el porcentaje de grava y su diámetro de grava. Se puede considerar que, para una apropiada mezcla, el porcentaje del concreto puede ser del 60% de concreto y el resto de piedra. Es decir, el mayor contenido para un buen muro de contención debe tener mayor porcentaje de cemento o concreto a diferencia de la piedra. El modelo de aprendizaje automático (ML) y el Factor de seguridad (FS) de los muros de contención de gravedad. Al respecto, el modelo de aprendizaje (ML) consiste en un algoritmo donde se aprende de ciertos patrones y proporcionan información con predicciones sobre ellos, permite a su vez, la definición de respuestas de ciertos temas para establecer parámetros de los que va a funcionar, para ello, es necesario, realizar un análisis con datos nuevos, o datos aleatorios para que se puedan obtener datos e información de ellos (Rashid et al., 2022).

Estos modelos, buscan dar solución, información, patrones u otro tipo de dato, cuando más sea la información, más se puede apresurar el conocimiento y mejorarlo. El factor de seguridad (FS), también es conocido como coeficiente de seguridad, consiste en el valor calculado de la capacidad máxima y el valor de requerimiento real esperado, siendo este, siempre un número mayor a uno, indicando el exceso de

capacidad del sistema de requerimiento (Rashid et al., 2022). Los Muros en voladizo o en cantiléver, son estructuralmente una viga ancha sobre la que actúa en el empuje de tierra, aumentando así uniformemente hasta lograr obtener un máximo punto para su empotramiento, estos se trabajan con viga en voladizo, y se empotran con una zapata a nivel inferior, están diseñados con hormigón armado, recomendados para alturas de no más de 9 metros (Centurión, 2018).

Los Muros con contrafuerte son constituidos por una base de cimentación por una losa vertical y plana con soporte en lados por contrafuertes, tienen la característica de colocar los contrafuertes en la parte posterior a fin de hacer un espacio más útil, además de presentar la característica de poseer una menor altura. No obstante, estos muros son muy resistentes ante los empujes cuando se trabajan con losas continuas que se apoyan en contrafuertes, se constituyen con concreto armado y son económicos para alturas que sean mayores a 9 metros (Centurión, 2018).

El poliestireno fue descubierto por el farmacéutico alemán Eduard Simón en 1839, posteriormente Hermann Staudinger comprendió que el descubrimiento de Simón se basaba en moléculas de estireno en cadenas largas y daba como resultado un polímero plástico. En la industria de la construcción las perlas de EPS se introdujeron como parte del hormigón en 1972 cuando Cook en ese año dio a conocer del uso de las perlas de EPS para ser agregados en el concreto para que estos tengan una consistencia más liviana, al contener un 98% de aire (Prasittisopin et al., 2022). Entonces, se llegó a la definición del EPS cuyas siglas significa poliestirol expandido tiene una forma espuma polimérica estable que contiene poliestireno que tiene una densidad ultra baja por contener aire en espacios vacíos discretos (Ferrándiz et al. 2016). El poliestireno expandido fue utilizado primero en los bloques EPS en el laboratorio de investigación de carreteras en Noruega, con un proyecto denominado Acción de las heladas en los suelos entre los años 1969 – 1976. El EPS cumple las funciones de aislamiento térmico, relleno de peso ligero, transmisor de fluidos, amortigua vibraciones, inclusión comprensible. La importancia de cada uno de ellos es: a) Aislamiento térmico, es un aislante por su gran cantidad de aire con un 98%; b)

Relleno de peso ligero, debido a su baja densidad como 10 kg/m³ siendo menos de un 1% de las rocas y suelos, por su densidad baja no impide que tenga una rigidez similar al de los vehículos, aviones, trenes, y construcciones ligeras.; c) Transmisor de fluidos, debido a su alta permeabilidad; d) Amortigua vibraciones, debido a su alta rigidez respecto a su densidad, evita que las vibraciones de amplitud mínima sean amortiguadas por los ruidos de los vehículos o del tren; y, e) Inclusión compresible, debido a su material que controla los movimiento de roca y suelo, puede colocarse detrás de las estructuras rígidas, reduciendo la carga de su estructura.

El poliestireno expandido EPS es un plástico de alta densidad, cuya característica inicial es la forma de esferas, su uso es ideal por las distintas funciones que cumple, como el de aislamiento térmico, relleno de peso ligero, transmisor de fluidos, amortiguador de vibraciones y es de inclusión compresible (Pérez, et al., 2016). Este material tiene una densidad que está en relación entre el peso (masa) de una sustancia y el volumen que ocupa (esa misma sustancia) la unidad de masa comúnmente utilizada es el kg/m³. La resistencia a la compresión, es una característica mecánica que se define como la capacidad para soportar una carga por unidad de área, y se expresa en términos de esfuerzo, generalmente en kg/cm².

La primera dimensión del poliestireno expandido, es la propiedad física de este, la densidad es la característica o propiedad principal del EPS, lo que permite ser un buen relleno de consistencia ligera que puede estar representada entre los 12 kg/m³ y 48 kg/m³; sin embargo, para efectos de esta investigación, se creyó conveniente considerar una densidad de 30 kg/m³. El aspecto mecánico forma parte de la segunda dimensión del poliestireno expandido, cuya propiedad mecánica más resaltante, viene a ser la resistencia a la compresión. Esto, viene a ser un aspecto importante para formar parte de un control y prevención de los taludes, precisamente donde hay zonas aledañas.

Este material es un derivado de la polimerización por el agregado del monómero de estireno, con una producción en forma de esferas o más conocidas como perlas blancas que están en una serie de celdas cerradas, termosellados, sólidamente

soportadas y con un contenido de aire en su interior que se encuentra inmóvil; su producción además de lo antes mencionado, también se realiza por tratamiento de PS cristalino generalmente con dióxido de carbono o hidrocarburo que viene a ser el agente de expansión y tiene una gran variedad de uso por sus características térmicas, de aislante acústico, que es estable, resiste a la humedad, al calor y es liviano (Arriaga et al., 2016). La conversión del poliestireno expandido es realizada por tres etapas: la primera es de pre expansión, la segunda es de maduración intermedia seguida de la estabilización y la última es la de expansión y moldeado (Nor et al., 2018). En ese sentido, el EPS tiene ventajas y desventajas, que viene a ser: hay un bajo peso volumétrico, hay una distribución en bloques siendo de fácil manejo, la presencia de un módulo dinámico bajo, es un material aislante por la gran presencia de aire que contiene, para evitar la afectación de los bichos, se instalan a una profundidad de 0.5 m en carreteras, tiene resistencia ante los efectos del ambiente; sin embargo, no produce lixiviación, no resiste a productos químicos derivados del petróleo; pero, sí puede ser totalmente reciclable (Duskov, 2000). El poliestireno expandido al ser una espuma rígida blanca, se puede trabajar muy bien y tiene una característica termoplástica de una densidad muy baja y con una muy buena resistencia físico mecánica en relación a su peso (ESPECIFICAR CDC, 2022). Además, posee una característica de aislamiento establecido para una diversidad de uso, por ser ligera, resistente a los impactos y un buen control de la temperatura (Vakhshouri y Nejadi, 2018; Ramli et al., 2019). Cuando el EPS se mezcla con LWC o también conocido como hormigón ligero, este adopta la característica de ser más fuerte y más ligero a su vez debido a las propiedades físicas del EPS. El EPS contiene propiedades que se van relacionado conforme a las condiciones de la realidad de cómo se trabaja. Por ejemplo, en un pavimento, se debe emplear este componente con el criterio de las cargas estáticas provocadas por el peso del material en sus capas superiores así como, en sus cargas dinámicas ocasionadas por el tránsito, en este caso, deben considerarse estas condiciones para aplicar eficientemente sus propiedades; como por ejemplo su densidad, su absorción, su comportamiento esfuerzo-deformación, su relación de Poisson, su comportamiento a fluencia (creep), su resistencia al esfuerzo cortante. En cuanto a la densidad, es una de sus propiedades principales que lo

caracterizan como el mejor para un relleno ligero, encontrándose entre 12kg/m³ y 48 kg/m³; para la propiedad de absorción, existen diversos manuales originarios en distintos países, que recomiendan el peso muerto de bloques se localice por encima del nivel del agua freática (NAF), por eso, es que en los distintos laboratorios se ha recaudado bloques con contenido de agua.

Esta propiedad ha permitido solucionar dificultades en la construcción de pavimentos de suelos, ya que en los suelos de subrasante de capacidad baja (Mohajerani et al., 2017). En países latinoamericanos, como por ejemplo Colombia se ha ido realizando una constante producción del poliestireno expandido que lleguen alcanzar una duración de vida más prolongada, que tengan características térmicas más ventajosas esto permite que el uso de este material sea muy útil, considerando también el buen empleo del reciclaje por sus métodos térmicos, químicos y mecánicos (Barrera et al., 2017). En el caso del comportamiento esfuerzo – deformación, está representada en las curvas de esfuerzo bajo carga rápida en los bloques de poliestireno. En la Relación de Poisson, aquí se utilizan valores donde el más utilizado es el valor 0.1. En el comportamiento esfuerzo-deformación bajo carga cíclica, resulta importante en una estructura involucrada como los pavimentos. Para el comportamiento afluencia (creep), se refiere al proceso de deformación, cuando el EPS está siendo sometido en una carga permanente por un largo tiempo, adquiere una forma celular que se deforma plásticamente. En la resistencia al esfuerzo cortante, en diversos estudios se ha determinad una gran resistencia en muestras de EPS. Esta característica hace una muy buena alternativa a los materiales naturales para la viabilidad de proyectos de edificación y construcción que de otro modo estarían destinados por los costos y el tiempo de su instalación (Giuliani et al., 2020). El poliestireno expandido permite que el concreto sea liviano y evidencia una deformación comuna buena capacidad (Paulino y Espino, 2017).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

El presente estudio es de tipo aplicada, ya que, con este tipo se pueden generar conocimientos con la aplicación directa a la investigación, con la finalidad de obtener hallazgos para llegar al objetivo del estudio (Lozada, 2014).

Diseño de investigación

El diseño de investigación es no experimental, de corte transversal, y se aplicará un alcance descriptivo, al describir la situación real y el análisis en la utilización de muros de contención por gravedad con los bloques de poliestireno expandido de alta densidad para el control de deslizamiento de taludes. Pues, preciso mencionar que, las investigaciones que son descriptivas, son aquellas que están en la búsqueda de las características, definiciones que describen o detallan un hecho real sobre un determinado grupo de análisis (Hernández y Mendoza, 2018).

3.2. Variables y operacionalización

Variable 1: Condiciones físicas y mecánicas del talud.

Las condiciones físicas y mecánicas del talud están relacionados a los aspectos que el talud representa, estos condicionantes pueden ser pasivos o activos, los pasivos representan el aspecto intrínseco de sus materiales naturales, sean estos factores geológicos, morfológicos o geométricos, geotécnicos y estructurales. En cuanto, a los factores activos o también conocidos como desencadenantes, son aquellos que están presente en los suelos que, a su vez, modifican las características externas del talud, en tanto a su equilibrio, la estabilidad o inestabilidad, la magnitud e incluso la velocidad de los movimientos (Pérez, 2019).

Dimensiones de la Variable 1: Condiciones físicas y mecánicas del talud:

- ✓ **Dimensión 1-Topográfico** pendiente y altura de talud
- ✓ **Dimensión 2- Mecánica** peso unitario (New/m³)

Definición operacional de condiciones físicas y mecánicas del talud:

El peso unitario consiste en determinar la densidad total como el resultado de dividir la masa de un agregado en estado seco (en un determinado nivel de consolidación o compactación) y el volumen que éste ocupa incluyendo los vacíos de aire entre partículas, las condiciones físicas, está representada en sus dos dimensiones; topográfico cuyo indicador es la pendiente y la altura del Talud y la condición mecánica cuyo indicador es el peso unitario.

Variable 2: Muro de contención con gravedad: Son estructuras que se utilizan para rellenar superficies o pendientes irregulares, empleándose también, en las de elevaciones distintas, siendo ideal para resistir el empuje lateral del suelo cuando hay incongruencia en la altura y el ángulo de reposo entre el terreno y el suelo (Rashid et al., 2022).

Dimensiones de la Variable 2: Muro de contención con gravedad:

- ✓ **Dimensión 1:** Física – Muro por gravedad - ciclópeo

Definición operacional de muro de contención con gravedad:

Para hallar el peso del muro, debemos hallar su volumen y luego multiplicarlo por el peso específico del concreto que viene a ser igual a 2400 kg/m³. La relación de cemento/hormigón es de 1 bolsa de cemento por 12 volúmenes de hormigón. El concreto ciclópeo contiene 60% de concreto simple y la diferencia está compuesto por 40% de piedra o grava; el diámetro de la grava que es piedra de río es de 10 a 40 cm de diámetro.

Variable 3: Poliestireno Expandido

El poliestireno expandido es un plástico de alta resistencia, cuya característica inicial es la forma de esferas, su uso es ideal por las distintas funciones que cumple, como el de aislamiento térmico, relleno de peso ligero, transmisor de fluidos, amortiguador de vibraciones y es de inclusión comprensible; a su vez, posee ventajas y desventajas, las primeras, están referidas al bajo peso de volumen, tienen un módulo dinámico bajo, la distribución de los bloques es fácil, la instalación en carreteras es a

una profundidad de 0.5 cm para evitar la destrucción de los insectos, es aislante gracias a la gran cantidad de aire, resiste a efectos ambientales, puede ser reciclable; pero no es resistente al petróleo u otros productos químicos, no produce lixiviación (Pérez, et al., 2016).

Dimensiones de la Variable 3: Poliestireno Expandido

- ✓ **Dimensión 1: Densidad: Indicadores:** Densidad de 10kg/m³, Densidad 40kg/m³
- ✓ **Dimensión 2: Resistencia mecánica: Indicadores:** Ligereza, resistencia, flexión.
- ✓ **Dimensión 3: Aislamiento térmico: Indicadores:** Volumen, aislante, temperatura.

Definición operacional de la variable poliestireno expandido:

La definición o conceptualización de esta variable, obtiene tres dimensiones: la primera es la densidad, la segunda es la resistencia mecánica, y la tercera es el aislamiento térmico. Asimismo, estas a su vez tienen sus indicadores. Para la primera, está la densidad de 10 kg/m³ y la densidad de 40kg/m³; la segunda, está la ligereza, la resistencia y la flexión; y, la tercera está el volumen, el aislante y la temperatura.

Variable 4: Control de Deslizamiento de Taludes

Los deslizamientos de taludes, consisten en el desplazamiento que están asociados a mecanismos causales, movilidad, condiciones del fallo y otras condiciones propias de la naturaleza (Dos Santos y Guardado, 2011).

Dimensiones de la Variable : Control de Deslizamiento de Taludes

- ✓ **Dimensión 1 - Altura de Muro:** Los muros por gravedad deberán tener máximo 4 m de altura.
- ✓ **Dimensión 2 – Profundidad de Muro:** Es la profundidad de diseño considerando la capacidad portante del suelo, es la fuerza estabilizante.
- ✓ **Dimensión 3 - Volumen del EPS:** Es el volumen que ocupan los bloques de poliestireno como relleno estructural.

- ✓ **Dimensión 4 – Resistencia al esfuerzo cortante:** Es la fuerza interna que desarrolla el suelo, en respuesta a una fuerza cortante, y que es tangencial a la superficie sobre la que actúa.

Definición operacional de control de deslizamientos de taludes:

La definición operacional del control de deslizamiento de taludes está referida a sus dimensiones, que son la altura de muro, profundidad del muro, volumen del EPS y la resistencia al esfuerzo cortante. La altura de muro, está representada por los muros de gravedad que deberán tener máximo 4 m de altura. La profundidad es el diseño considerando la capacidad portante del suelo, con la fuerza estabilizante. El volumen del EPS es el que ocupa en los bloques de poliestireno como relleno estructural. y, la resistencia al esfuerzo cortante, que viene a ser la fuerza interna que desarrolla el suelo, en respuesta a una fuerza cortante, y que es tangencial a la superficie sobre la que actúa.

3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis

En este estudio se utilizará como población los taludes ubicados en el A.H. Horacio Zevallos Ate – Lima, definida por la totalidad de personas, cosas, objetos materia de la investigación. Para proceder con el estudio del suelo o estudio geotécnico en el terreno.

Al respecto de la definición de población, Hernández y Mendoza (2018) citando a (Chaudhuri, 2018 y Lepkowski, 2008b) señalaron que, la población está formada por un agrupamiento de todas las unidades que están en una misma sintonía con características en común.

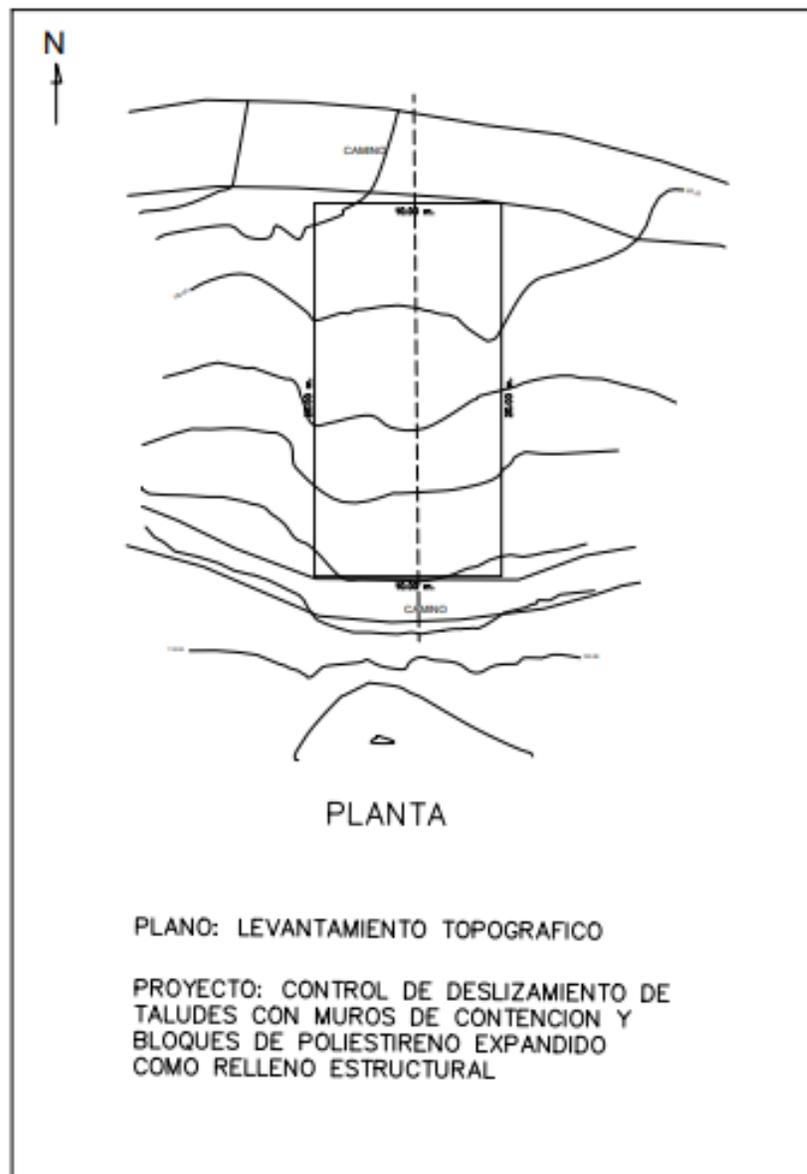
Criterios de selección

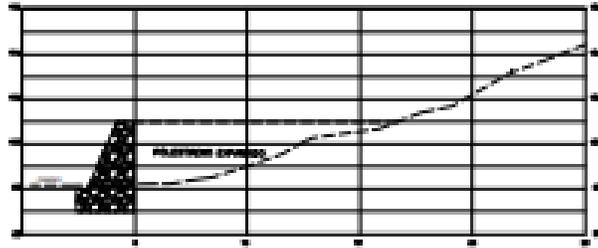
Criterios de inclusión: La investigación tomará un área determinada en el suelo o zona del terreno con una medida de 200 m² en el A.H. Horacio Zevallos - Ate – Lima zonas que puedan ser propensos a deslizamientos.

Criterios de exclusión: Aquí serán áreas determinadas en el suelo o zona del terreno no están consideradas para aplicar la recolección de datos, son todas las zonas que no están propensas a deslizamientos.

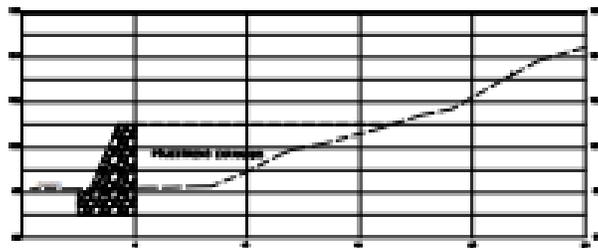
Muestra

Para la muestra, se considerará un área de 200 m² de un talud ubicado en el A.H. Horacio Zevallos Ate - Lima. La muestra es definida como el subgrupo de la población, es decir, viene a ser el extracto de la población cuya selección será punto clave para aplicar las técnicas de recolección de datos (Hernández y Mendoza, 2018).

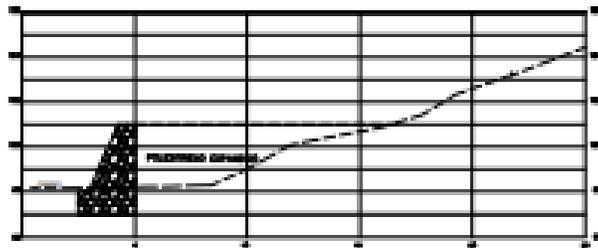




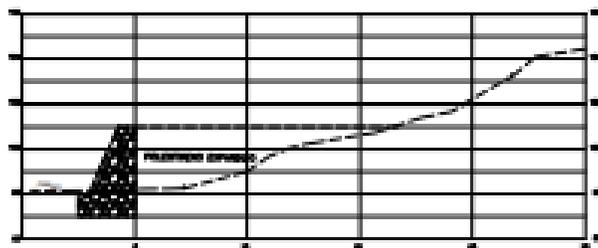
SECTION 0+01



SECTION 0+02

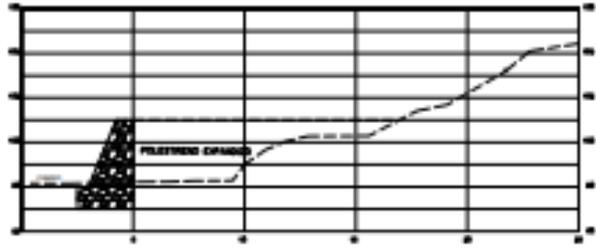


SECTION 0+03

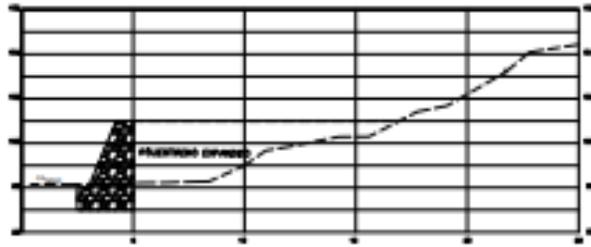


SECTION 0+04

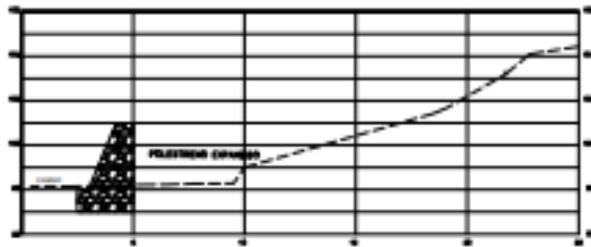
SECCIONES



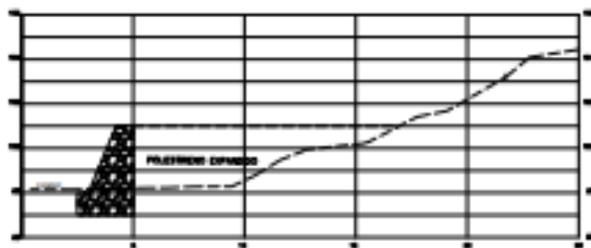
SECCION 0+05



SECCION 0+06

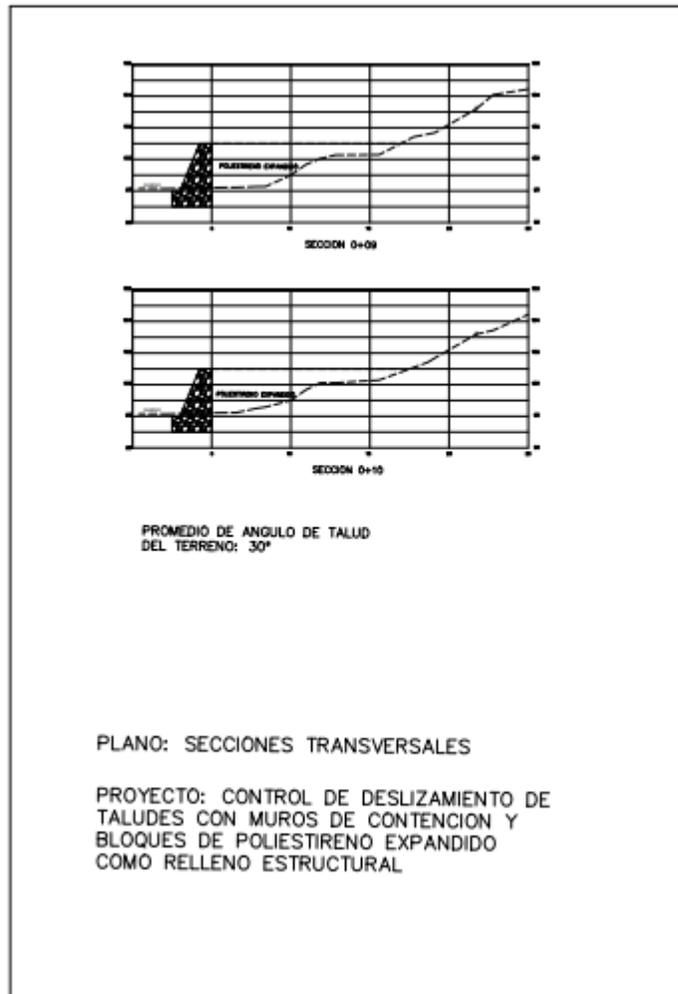


SECCION 0+07



SECCION 0+08

SECCIONES



Muestreo

El muestreo que se aplicará en el presente estudio será el no probabilístico intencional, ya que, no se aplicará un método estadístico o una fórmula que sea para hallar una muestra. En este tipo de muestro, se utiliza precisamente cuando el procedimiento de selección está orientada a ciertas características del estudio (Hernández y Mendoza, 2018). Para ello, se ha tenido en cuenta el juicio minucioso del investigador para cada unidad de análisis.

Unidad de análisis

La unidad de análisis serán las áreas determinadas en la zona de la investigación de los taludes con el uso de EPS de alta densidad.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos

La técnica utilizada para la recolección de datos en el presente estudio será primero con la observación donde se puedan observar los distintos comportamientos estructurales de los taludes para ser analizados y poder realizar las conclusiones y recomendaciones, esto permitirá recolectar la información que resulte relevante para medir ambas variables. Esta técnica permite que el investigador conozca el nivel de conocimiento de los encuestados y con ello mida la realidad (Ocaña, 2019).

Instrumentos de recolección de datos

El instrumento será la ficha de observación, esta herramienta es propia registrar los resultados obtenidos de la observación con la aplicación de bloques de poliestireno expandido con muro por gravedad en estas zonas. El uso de fichas es empleado para medir, analizar los objetivos y obtener así los resultados (Arias y Covinos, 2021). No obstante, es preciso mencionar, que se realizaron ensayos, para poder determinar los objetivos de estudio.

Validez

La validez de la presente investigación, se medirá por medio del juicio de expertos de tres profesionales con experiencia en temas relacionados en el uso y aplicación de poliestireno expandido; asimismo, la confiabilidad es con la carencia de errores que estos expertos determinen en la calificación de la ficha de observación, en este punto, también, es de aplicación con el contraste de otras investigaciones similares.

3.5. Procedimientos

El procedimiento será con la operacionalización de las variables, con la identificación de sus dimensiones y sus indicadores, para con ello, estructurar la ficha de observación, para cada una de las variables, para con ello, poder analizar y medir los resultados. Una vez obtenidos los resultados, se procederá a contrastar las hipótesis que será un paso a las conclusiones y recomendaciones. Estos procedimientos irán con el reconocimiento del terreno, luego se realizará un mínimo de dos perforaciones o calicatas a una distancia de 6mts o lo que indique el profesional a cargo. Luego, se realizará la excavación manual para conocer los estratos según la profundidad de las mismas, luego se realizarán las mediciones y anotaciones de los estratos observados, posteriormente se recolectará el material para llevarlo al laboratorio para continuar con su respectivo análisis, con eso se elaborará un informe, cuyo producto final tendrá las recomendaciones y conclusiones, donde los profesionales e interesados en la construcción hagan su interpretación y empleen el diseño estructural acorde para las cimentaciones.

3.6. Método de análisis de datos

Con la recolección de los datos registrada en la ficha de información, se realizará un análisis de tipo estadístico, que va a permitir realizar interpretaciones sobre lo recolectado, significa que con los distintos materiales de información se hará el análisis de cada dato, para ello, se requerirá una serie de operaciones que van a estar interrelacionadas estrechamente para la aplicación de los datos, con esto se va a realizar una la clasificación y tabulación de la información, con la Norma ASTM D6817-07, esta especificación trata sobre las propiedades físicas y las dimensiones del Poliestireno Expandido rígido, destinado a su uso como geo espuma, esta especificación sin embargo no aborda el diseño , la ubicación, la mano de obra para su instalación y el rendimiento adecuado de las geo espumas, las geo espumas deben de estar formadas por la expansión de perlas o granulas de resina de poliestireno, cuando se prueben deberán cumplir con los requisitos de las propiedades físicas de combustibilidad y curado, además de densidad, resistencia a la compresión y resistencia a la flexión.

Asimismo, se realizará el **Estudio Topográfico**, Nos va permitir conocer las características del sector; el relieve del terreno, la pendiente o grado de inclinación del mismo, el área y los cálculos para los volúmenes de corte y relleno en el movimiento de tierras. Luego se realizará el siguiente procedimiento: Conocer el área o terreno donde se desarrollará el trabajo. Calcular la duración del proceso, este dependerá de la cantidad de puntos a levantar o el grado de precisión que se le quiera dar al trabajo, a mayor nube de puntos, más a detalle se obtendrá la información de campo; Conocer el fin del levantamiento topográfico, esto nos ayudara el grado de precisión con el que se desarrollara el levantamiento y las curvas de niveles que se generaran en los planos de planta y perfil longitudinal; Acudir al Terreno y posicionar la Estación total y su nivelación correspondiente, se procederá a trabajar con coordenadas UTM WGS84.

Marcar puntos de control topográfico para la georreferenciación, ubicación del Proyecto, Replanteo y posterior control de Obra; Realizar la obtención de datos, que se guardaran en la memoria interna de la Estación Total en formato PRN y CSV respectivamente; y, Procesar los datos en el software Civil 3D, generar la superficie del Terreno Natural con las curvas de nivel a cada metro de equidistancia entre las curvas principales y secundarias, desarrollar el Perfil Longitudinal del Terreno y las secciones Transversales cada 10 metros para los cálculos de volúmenes de corte y relleno.

Luego, se procederá con el diseño de un muro de contención por gravedad, que nos va a ayudar a la estabilización del suelo y el soporte de las cargas laterales. Los procedimientos a seguir en este punto, serán: la Preparación de la superficie de asiento del terraplén; se desarrolla con el corte de material utilizando maquinaria pesada de excavación (Excavadora, Retroexcavadora, etc.), también se puede realizar de manera manual utilizando herramientas menores para asentar la base del terraplén; El corte realizado busca la horizontalidad en la base como fundación para la colocación de los bloques de Poliestireno; Escarificado y compactación de la base de Terraplén, La base es la parte fundamental de toda estructura, es por ello que se busca estabilizar compactando con rodillos o vibro

pisones hasta alcanzar la densidad apropiada; Se deben considerar drenajes para el control de las aguas superficiales como las escorrentías pluviales y el control de aguas subterráneas, con la construcción de drenajes; El material excedente producto de la Excavación debe ser retirado a un lugar de acopio o botadero; Para generar un relleno estructural con los bloques de EPS es fundamental construir un muro por gravedad que nos permita aliviar el peso lateral de la masa que incide de manera horizontal sobre el muro; Existen varios tipos de muro de contención, para el siguiente proyecto se proponen construir un muro ciclópeo con material propio de la zona.

3.7. Aspectos éticos

La cautela de la identidad de las personas a encuestar, guardando reserva y protección de sus datos personales, será aplicado en esta investigación. En cuanto, a los términos de redacción, se realizará con las reglas establecidas en el estilo APA – American Psychological Association – Siete. Citando de manera adecuada los textos relacionados a la investigación a fin de respetar su autoría.

IV. RESULTADOS

De acuerdo, a los objetivos de la investigación, se realizaron las mediciones y los ensayos correspondientes, para las variables del presente estudio, en ese sentido, los resultados obtenidos se muestran en el informe con los siguientes resultados:

Para la Variable 1; Determinar las condiciones físicas y mecánicas de los taludes

Para conocer las condiciones físicas del terreno se realizó el levantamiento topográfico de un área aproximada de 250 m², de los cuales se realizó las secciones correspondientes para conocer el ángulo promedio del talud del área en estudio.

Figura 1: Datos de la Pendiente del Talud

PENDIENTE DEL TALUD			
ITEM	PROGRESIVA	ANGULO	PROMEDIO
1	0+00	32.8	
2	0+01	31.7	
3	0+02	30.2	
4	0+03	33.3	
5	0+04	33.6	
6	0+05	34.2	
7	0+06	31.4	
8	0+07	32.4	
9	0+08	32.5	
10	0+09	33.6	
11	0+10	35.1	
		360.8	32.80

Para conocer las propiedades mecánicas del talud se realizaron calicatas y se llevaron las muestras para los ensayos respectivos.

CLASIFICACION DE SUELOS (SUCS)

El sistema unificado de clasificación de suelos (unified soil classification sistema-SUCS) nos sirve para clasificar el tipo de suelo mediante su granulometría, es decir nos permite conocer la textura y el tamaño de las partículas de acuerdo al tamaño de las mallas al cual ha sido ensayado.

Datos de la muestra:

Calicata: C-1

Mues: M-1

Prof. (m): 0.00-3.00

El análisis granulométrico por tamizado – ASTM D422/MTC-E 107

Peso Global (Seco) (g) 6963.9

Tabla 1

Tabla de Análisis Granulométrico por Tamizado – ASTMD422/MTC-E 107

TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (g)	RET. (%)	PASA (%)
3"	75.000	--	--	100.0
2"	50.000	443.20	6.36	93.6
1 1/2"	37.500	579.80	8.33	85.3
1"	25.000	1163.10	16.70	68.6
3/4"	19.000	543.70	7.81	60.8
3/8"	9.500	870.30	12.50	48.3
N° 4	4.750	478.10	6.87	41.4
N° 10	2.000	295.9	4.2	37.2
N° 20	0.850	460.7	6.6	30.6
N° 40	0.425	497.9	7.2	23.4
N° 60	0.250	272.6	3.9	19.5
N° 140	0.106	241.8	3.5	16.0
N° 200	0.075	56.8	0.8	15.2
-200.00		1060.0	15.2	0.0

Nota: Nos muestra el porcentaje del material retenido en cada una de las mallas o tamices para la clasificación de suelos de acuerdo al SUCS (sistema unificado de clasificación de suelos) de las muestras obtenidas de las calicatas.

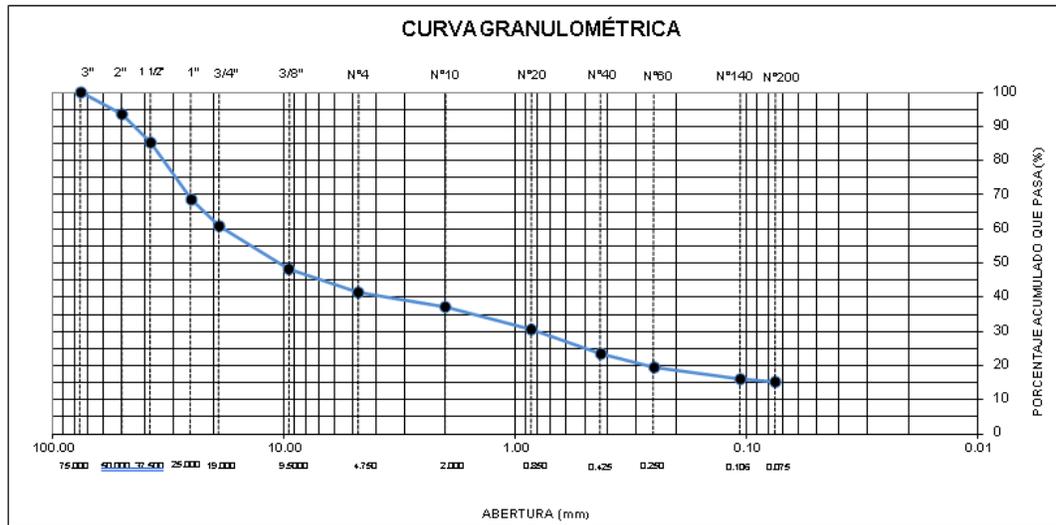
Tabla 2

Porcentajes de material retenido

% Grava	[N° 4 < f < 3"]	58.6
% Arena	[N° 200 < f < N° 4]	26.2
% Finos	[< N° 200]	15.2

Nota: Nos muestra el porcentaje total de material retenido en sus tres clasificaciones: Grava, arena y material fino de acuerdo al sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS)

Figura 2: CURVA GRANULOMETRICA



Observación: El uso de esta información es exclusiva del solicitante.
 Realizado por: Téc. J.CH.

Nota: Nos muestra de manera grafica la relación del material retenido entre las aberturas de las mallas o tamices.

Tabla 3
Contenido de humedad

Recipiente N°		1	2
Masa de suelo humedo + recipiente	g	1996. 5	1741. 3
Masa de suelo seco + recipiente	g	1952. 5	1702. 0
Masa de recipiente	g	93.5	120.2
Masa de agua	g	44.0	39.3
Masa de suelo seco	g	1859. 0	1581. 8
Contenido de agua	%	2.4	2.5
Contenido de Humedad (%)		2.4	

Nota: La muestra en su estado natural contiene un porcentaje de humedad (2.4 %) este valor es obtenido habiéndose secado el material en el horno y pesado en sus dos estados: peso seco y peso húmedo.

De acuerdo a los ensayos realizados y de acuerdo al sistema unificado de clasificación de suelos SUCS el cual es usado en Ingeniería y Geología para describir la textura y

el tamaño de las partículas de un suelo, tenemos como resultado que el material extraído corresponde a una **GRAVA LIMOSA**.

Para la Variable 2; Determinar las propiedades estructurales de los muros de contención.

Ensayo de compresión Triaxial

El ensayo de compresión triaxial tiene como finalidad determinar el máximo esfuerzo cortante que sufre una masa de suelo al ser sometida a cargas axiales, la carga axial es la fuerza que actúa a lo largo del eje longitudinal de un miembro estructural aplicada al centroide de la sección transversal del mismo el cual nos sirve para determinar los parámetros de resistencia al cortante y poder realizar la construcción grafica de los correspondientes círculos de Mohr.

Este tipo de ensayo es empleado para el cálculo de todo tipo de contenciones del terreno y cimentaciones ya sean superficiales o profundas.

Tabla 4

Ensayo de Compresión Triaxial: Espécimen N° 01 en datos de la muestra

Deformación (%)	Esfuerzo Desviador (kPa)	σ_1 (kPa)	σ_3 (kPa)	p (kPa)	q (kPa)	Oblicuidad
0.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	1.00
0.1	43.6	100.0	143.6	121.8	21.8	1.44
0.2	83.2	100.0	183.2	141.6	41.6	1.83
0.3	104.5	100.0	204.5	152.3	52.3	2.05
0.4	120.9	100.0	220.9	160.4	60.4	2.21
0.5	149.9	100.0	249.9	174.9	74.9	2.50
1.0	200.9	100.0	300.9	200.4	100.4	3.01
1.5	220.6	100.0	320.6	210.3	110.3	3.21
2.0	236.0	100.0	336.0	218.0	118.0	3.36
2.5	244.7	100.0	344.7	222.4	122.4	3.45
3.0	252.5	100.0	352.5	226.2	126.2	3.52
4.0	267.5	100.0	367.5	233.7	133.7	3.67
5.0	277.3	100.0	377.3	238.7	138.7	3.77
6.0	283.2	100.0	383.2	241.6	141.6	3.83
7.0	288.4	100.0	388.4	244.2	144.2	3.88
8.0	288.3	100.0	388.3	244.1	144.1	3.88
9.0	289.9	100.0	389.9	244.9	144.9	3.90
10.0	289.7	100.0	389.7	244.9	144.9	3.90
11.0	287.6	100.0	387.6	243.8	143.8	3.88
12.0	286.1	100.0	386.1	243.1	143.1	3.86
13.0	283.5	100.0	383.5	241.8	141.8	3.84

14.0	283.3	100.0	383.3	241.7	141.7	3.83
15.0	282.3	100.0	382.3	241.1	141.1	3.82
16.0	281.1	100.0	381.1	240.6	140.6	3.81
17.0	279.4	100.0	379.4	239.7	139.7	3.79
18.0	279.0	100.0	379.0	239.5	139.5	3.79
19.0	276.0	100.0	376.0	238.0	138.0	3.76

Nota: La muestra es sometida a ensayo de compresión triaxial a 100 kpa (kilo pascales) para el primer espécimen.

Calicata : C-1

Muestra : M-1

Profundidad (m) : 0.00-3.00

Clasificación del suelo: GM ASTM D2487-17

Estado del espécimen: Remodelado

Tasa de deformación : 0.75 %/min

Fecha de Recepción: 26/05/23

Fecha de Ejecución: 27/05/23

Fecha de Emisión: 01/06/23

Tabla 5

Ensayo de Compresión Triaxial: Especimen N° 2

Deformación n(%)	Esfuerzo Desviador (kPa)	σ_1 (kPa)	σ_3 (kPa)	p (kPa)	q (kPa)	Oblicuidad
0.0	0.0	200.0	200.0	200.0	0.0	1.00
0.1	21.7	200.0	221.7	210.9	10.9	1.11
0.2	61.3	200.0	261.3	230.7	30.7	1.31
0.3	93.1	200.0	293.1	246.6	46.6	1.47
0.4	123.2	200.0	323.2	261.6	61.6	1.62
0.5	150.1	200.0	350.1	275.0	75.0	1.75
1.0	239.8	200.0	439.8	319.9	119.9	2.20
1.5	294.5	200.0	494.5	347.2	147.2	2.47
2.0	331.1	200.0	531.1	365.6	165.6	2.66
2.5	354.4	200.0	554.4	377.2	177.2	2.77
3.0	378.8	200.0	578.8	389.4	189.4	2.89
4.0	421.8	200.0	621.8	410.9	210.9	3.11
5.0	450.8	200.0	650.8	425.4	225.4	3.25
6.0	474.7	200.0	674.7	437.3	237.3	3.37
7.0	493.4	200.0	693.4	446.7	246.7	3.47
8.0	507.2	200.0	707.2	453.6	253.6	3.54
9.0	515.0	200.0	715.0	457.5	257.5	3.57
10.0	520.2	200.0	720.2	460.1	260.1	3.60
11.0	527.3	200.0	727.3	463.7	263.7	3.64
12.0	528.2	200.0	728.2	464.1	264.1	3.64
13.0	530.6	200.0	730.6	465.3	265.3	3.65
14.0	530.9	200.0	730.9	465.4	265.4	3.65
15.0	528.3	200.0	728.3	464.2	264.2	3.64
16.0	527.8	200.0	727.8	463.9	263.9	3.64
17.0	524.3	200.0	724.3	462.2	262.2	3.62
18.0	521.9	200.0	721.9	461.0	261.0	3.61
19.0	519.2	200.0	719.2	459.6	259.6	3.60
20.0	513.7	200.0	713.7	456.8	256.8	3.57

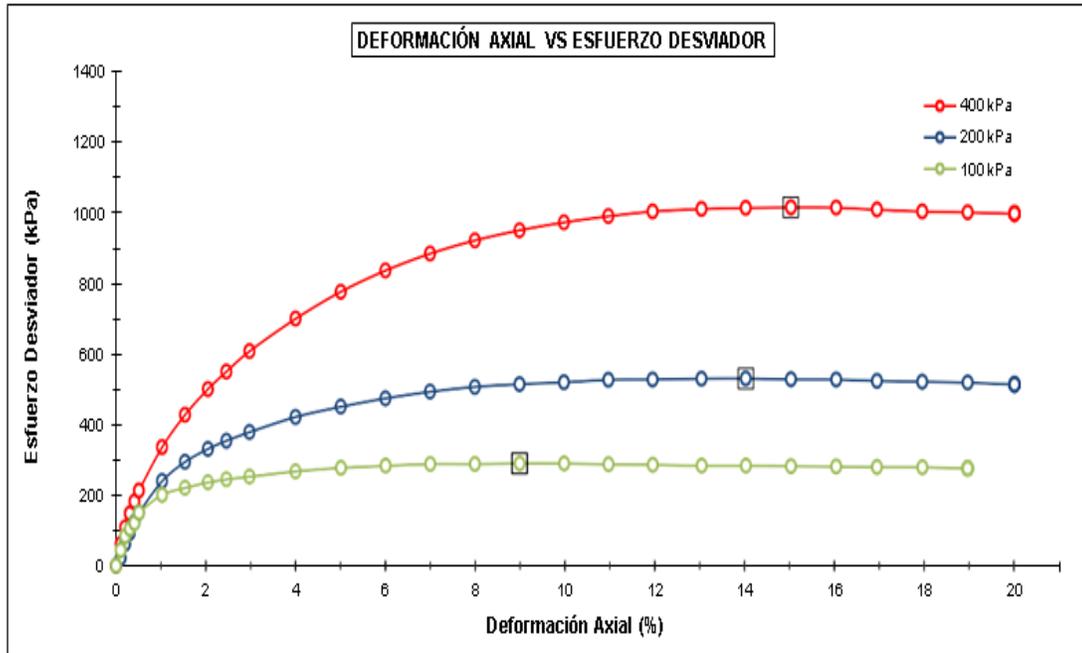
Nota: La muestra es sometida al esfuerzo de compresión triaxial a 200 kpa (kilo pascales) para el segundo espécimen.

Tabla 6
Ensayo de Compresión Triaxial: Especimen N° 3

Deformación (%)	Esfuerzo Desviador (kPa)	σ_1 (kPa)	σ_2 (kPa)	p (kPa)	q (kPa)	Oblicuidad
0.0	0.0	400.0	400.0	400.0	0.0	1.00
0.1	61.8	400.0	461.8	430.9	30.9	1.15
0.2	108.4	400.0	508.4	454.2	54.2	1.27
0.3	147.9	400.0	547.9	474.0	74.0	1.37
0.4	182.3	400.0	582.3	491.2	91.2	1.46
0.5	213.3	400.0	613.3	506.7	106.7	1.53
1.0	336.0	400.0	736.0	568.0	168.0	1.84
1.5	428.0	400.0	828.0	614.0	214.0	2.07
2.0	500.9	400.0	900.9	650.4	250.4	2.25
2.5	550.7	400.0	950.7	675.3	275.3	2.38
3.0	608.3	400.0	1008.3	704.2	304.2	2.52
4.0	700.4	400.0	1100.4	750.2	350.2	2.75
5.0	777.1	400.0	1177.1	788.6	388.6	2.94
6.0	837.2	400.0	1237.2	818.6	418.6	3.09
7.0	885.3	400.0	1285.3	842.6	442.6	3.21
8.0	922.6	400.0	1322.6	861.3	461.3	3.31
9.0	951.4	400.0	1351.4	875.7	475.7	3.38
10.0	973.8	400.0	1373.8	886.9	486.9	3.43
11.0	991.2	400.0	1391.2	895.6	495.6	3.48
12.0	1004.7	400.0	1404.7	902.3	502.3	3.51
13.0	1011.8	400.0	1411.8	905.9	505.9	3.53
14.0	1014.7	400.0	1414.7	907.4	507.4	3.54
15.0	1016.0	400.0	1416.0	908.0	508.0	3.54
16.0	1015.4	400.0	1415.4	907.7	507.7	3.54
17.0	1009.9	400.0	1409.9	905.0	505.0	3.52
18.0	1004.6	400.0	1404.6	902.3	502.3	3.51
19.0	1002.1	400.0	1402.1	901.1	501.1	3.51
20.0	998.2	400.0	1398.2	899.1	499.1	3.50

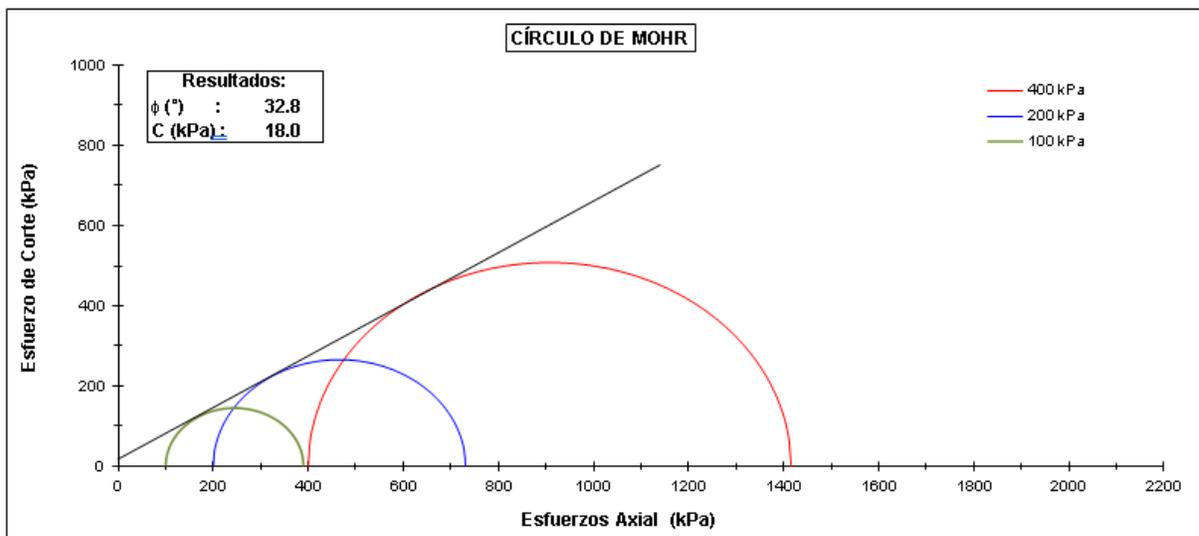
Nota: La muestra es sometida al esfuerzo de compresión triaxial a 400 kpa (kilo pascales) para el tercer espécimen.

Figura 3: GRAFICA DE DEFORMACION AXIAL VS ESFUERZO DESVIADOR



Nota: La grafica nos muestra el comportamiento del suelo frente a las cargas axiales sometidas en 100 kpa,200 kpa y 400 kpa. Y la relación a la deformación axial y el esfuerzo desviador.

Figura4 GRAFICA DEL CIRCULO DE MOHR



Nota: El círculo de Mohr es un lugar geométrico que nos representa un mismo estado tensional para todos los planos de corte, obteniendo así los círculos característicos de análisis del estado tensional para la masa de suelo.

Figura5:

Fotografías de suelos sometidos a ensayos



100 KPa



200 KPa



400 KPa

Suelos sometidos a los ensayos de Esfuerzo de Corte



Equipos de Laboratorio para ensayos de Compresión Triaxial



Equipos de Laboratorio y probetas de 4" y 6"

Figura6

Ecuación general de capacidad admisible por Meyerhof (1963)

$$q_u = c' N_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + q N_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

En esta ecuación:

c' = cohesión

q = esfuerzo efectivo al nivel del fondo de la cimentación

γ = peso específico del suelo

B = ancho de la cimentación (= diámetro para una cimentación circular)

$F_{cs}, F_{qs}, F_{\gamma s}$ = factores de forma

$F_{cd}, F_{qd}, F_{\gamma d}$ = factores de profundidad

$F_{ci}, F_{qi}, F_{\gamma i}$ = factores de inclinación de la carga

N_c, N_q, N_γ = factores de capacidad de carga

$$N_q = \tan^2 (45 + \phi'/2) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi'$$

Forma	$F_{cs} = 1 + \left(\frac{B}{L}\right)\left(\frac{N_q}{N_c}\right)$	DeBeer (1970)
	$F_{qs} = 1 + \left(\frac{B}{L}\right) \tan \phi'$	
	$F_{\gamma s} = 1 - 0.4 \left(\frac{B}{L}\right)$	

Profundidad

si; $\frac{D_f}{B} \leq 1$

Hansen (1970)

Para $\phi = 0$:

$$F_{cd} = 1 + 0.4 \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$F_{qd} = 1$$

$$F_{\gamma d} = 1$$

Para $\phi' > 0$:

$$F_{cd} = F_{qd} - \frac{1 - F_{qd}}{N_c \tan \phi'}$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan \phi' (1 - \text{sen } \phi')^2 \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$F_{\gamma d} = 1$$

si; $\frac{D_f}{B} > 1$

Para $\phi = 0$:

$$F_{cd} = 1 + 0.4 \underbrace{\tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)}_{\text{radianes}}$$

$$F_{qd} = 1$$

$$F_{\gamma d} = 1$$

Para $\phi' > 0$:

$$F_{cd} = F_{qd} - \frac{1 - F_{qd}}{N_c \tan \phi'}$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan \phi' (1 - \text{sen } \phi')^2 \underbrace{\tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)}_{\text{radianes}}$$

$$F_{\gamma d} = 1$$

Inclinación

$$F_{ci} = F_{qi} = \left(1 - \frac{\beta^\circ}{90^\circ} \right)^2$$

$$F_{\gamma i} = \left(1 - \frac{\beta}{\phi'} \right)$$

Meyerhof (1963); Hanna y Meyerhof (1981)

β = inclinación de la carga sobre la cimentación respecto a la vertical

Figura7

Cálculo de capacidad de carga para cimentaciones superficiales

CÁLCULO DE CAPACIDAD DE CARGA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES			
Proyecto	CONTROL DE DESLIZAMIENTO DE TALUDES CON MUROS DE CONTENCIÓN POR GRAVEDAD Y BLOQUES DE POLIESTETIRENO EXPANDIDO DE ALTA DENSIDAD EN A.H. HORACIO ZEVALLOS, ATE - LIMA		
Evaluación	CIMENTACIÓN		
Ubicación	A.H. HORACIO ZEVALLOS, ATE - LIMA	Cota (m)	0.00
Solicitante	EDWIN ABDEL CCOYLLO SULCA	Fecha	May o 2023
A.- DATOS GENERALES			
Ángulo de Fricción Interna Cimentación	32.80 grados 1.00 m	Profundidad de Fondo de	Exploración
Cohesión	0.18 kg/cm ² **	Profundidad de Desplante	M-2
Peso Unitario de Sobre Carga	2.05 gr/cm ³ ***	Posición del Nivel Freático	
Peso Unitario del Suelo de Cimentación	1.69 gr/cm ³ 3.00	Factor de Seguridad	
Relación Ancho / Largo (B/L) de cimentación	* GM	Clasificación SUCS del suelo	
Ancho de la base o diámetro de cimentación	1.00 m Zapatas	Cimentación Analizada	
(*) 1.0 Si es circular ó cuadrada (**) 0.0 Si es indeterminado (***) 50m si no presenta			
B.- FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA FORMA		C.- FACTORES DE	
Nc	37.980	Sc	1.671
Nq	25.477	Sq	1.644
Ny	34.126	Sy	0.600
D.- CAPACIDAD ADMISIBLE			

Nota: De acuerdo a lo anterior, encontramos que la capacidad admisible por el método de Meyerhof es de 3.2 kg/cm².

Figura8

Método elástico para el cálculo de asentamientos inmediatos

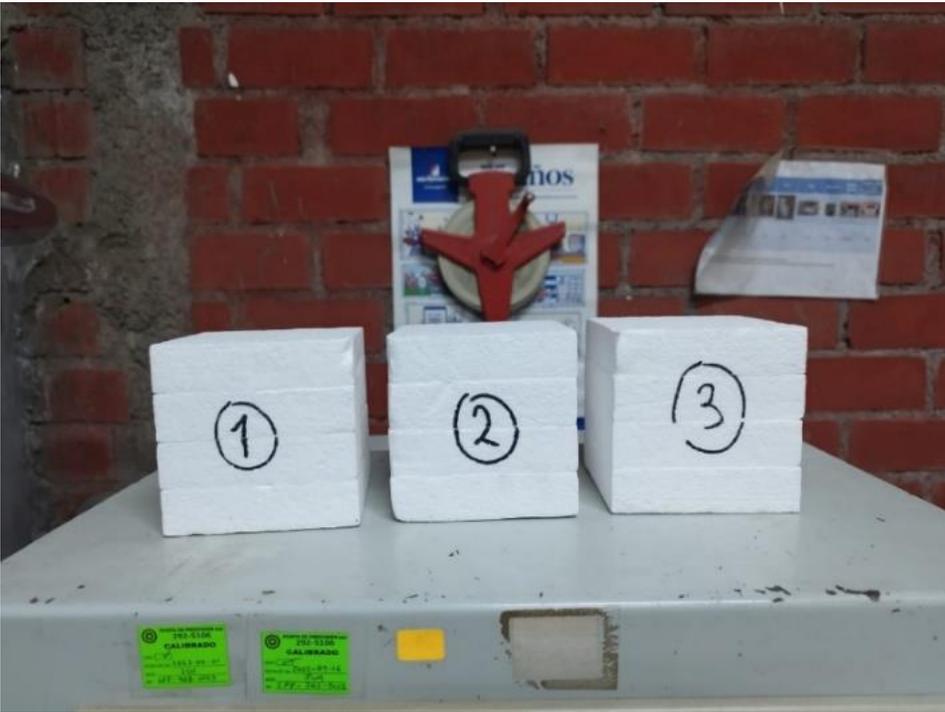
Figura9

Cálculo de Asentamientos – Método Elástico.

CALCULO DE ASENTAMIENTOS - METODO ELASTICO							
Proyecto	:	CONTROL DE DESLIZAMIENTO DE TALUDES CON MUROS DE CONTENCIÓN POR GRAVEDAD Y BLOQUES DE POLIESTETIRENO EXPANDIDO DE ALTA DENSIDAD EN A.H.					
Solicitante	:	HORACIO ZEVALLOS, ATE - LIMA					
	Exploración	EDWIN ABDEL CCOYLLO SULCA					
Ubicación	:	A.H. HORACIO ZEVALLOS, ATE - LIMA					
	C-1						
Fecha	:	MAYO 2023					
Material	Tipo de Cimentacion	Df (m)	B	qadm (ton/m2)	S (cm) Rigida	S (cm) Flexible Centro	S (cm) FlexibleMedio
Grava Limosa	Zapata	1.80	1.00	32.00	0.63	0.76	0.68

Nota: Los cálculos de asentamientos elásticos son obtenidos de las deformaciones que resultan de la masa de suelo aplicados a una carga, por lo consiguiente el material ensayado es homogéneo.

material de alta densidad tal como se considera en las Especificaciones Técnicas del producto.



Muestras de los Bloques de Poliestireno Densidad 30kg/m³



Muestra sometida a Compresión



Máquina de compresión utilizada en el ensayo.



Resultado de muestras de Poliestireno expandido sometidas a compresión.

Para la variable 4; Diseño de muros de contención por gravedad y EPS como material de relleno estructural

En el diseño de Muro de Contención por gravedad se utilizaron los siguientes parámetros de acuerdo a los datos obtenidos de Laboratorio:

$$\begin{aligned}\delta_c &= 2.400 \text{ T/m}^3 && \text{Peso específico del Concreto} \\ \delta_s &= 1.8 \text{ T/m}^3 && \text{Peso específico del Suelo} \\ \phi &= 30.8^\circ && \text{Angulo de Fricción Interna} \\ \delta &= 1.80 \text{ Kg /cm}^2 && \text{Capacidad portante del Suelo} \\ \delta_P &= 0.03 \text{ T/m}^3 && \text{Peso específico del EPS}\end{aligned}$$

Metodología empleada para el Cálculo:

Para el diseño del muro de contención por gravedad existen muchos métodos siendo más utilizados los siguientes:

- Método de Rankine (ANALISIS ESTATICO)
- Método de Coulomb (ANALISIS ESTATICO)

Normas de Diseño:

Para el diseño de Muro de contención por gravedad nos regimos a la Norma E.20 del Reglamento Nacional de Edificaciones en el título de Cargas del Capítulo 6 referida a Estabilidad. Del cual obtenemos el fragmento:

CAPÍTULO 6 ESTABILIDAD

Artículo 20.- GENERALIDADES

- 20.1 La estabilidad requerida será suministrada sólo por las cargas muertas más la acción de los anclajes permanentes que se provean.
- 20.2 El peso de la tierra sobre las zapatas o cimentaciones, calculado con el peso unitario mínimo de la tierra, puede ser considerado como parte de las cargas muertas.

Artículo 21.- VOLTEO

La edificación o cualquiera de sus partes, será diseñada para proveer un coeficiente de seguridad mínimo de 1.5 contra falla por volteo.

Artículo 22.- DESLIZAMIENTO

- 22.1 La edificación o cualquiera de sus partes será diseñada para proveer un coeficiente de seguridad mínimo de 1.25 contra falla por deslizamiento.
- 22.2 Los coeficientes de fricción que se asuman serán establecidos por el proyectista a partir de valores usuales empleados en ingeniería.

Hoja de Cálculo: La siguiente hoja de Cálculo está elaborada en formato Excel; tiene como característica el predimensionamiento del muro por gravedad y las cargas que sobre él se ejercen incluido el Poliestireno expandido como relleno estructural.

DISEÑO DE MUROS DE CONTENCIÓN POR GRAVEDAD

Modificar datos:
Cálculos automáticos
Resultados

Datos Iniciales

Datos del Muro

Peso específico del concreto	$\gamma_{muro} =$	<input type="text" value="2400"/>	kg/m ³
Sobrecarga	S/C =	<input type="text" value="0"/>	kg/m ²
Altura total	H =	<input type="text" value="4"/>	m
Profundidad de desplante	D =	<input type="text" value="1.5"/>	m

Datos del suelo de relleno

Peso específico del suelo relleno	$\gamma_1 =$	<input type="text" value="1700"/>	kg/m ³
Ángulo de fricción	$\phi'_1 =$	<input type="text" value="32.8"/>	°
Cohesión	$C'_1 =$	<input type="text" value="0.18"/>	kg/cm ²
Ángulo de inclinación	$\alpha =$	<input type="text" value="0"/>	°

Datos del suelo de la base

Peso específico del suelo base	$\gamma_2 =$	<input type="text" value="1800"/>	kg/m ³
Ángulo de fricción	$\phi'_2 =$	<input type="text" value="30"/>	°
Cohesión	$C'_2 =$	<input type="text" value="0.18"/>	kg/cm ²
Capacidad de carga	$\sigma_u =$	<input type="text" value="1.8"/>	kg/cm ²

I. Predimensionamiento

Corona superior	$b_{min} =$	<input type="text" value="0.3"/>	m	$b =$	<input type="text" value="0.75"/>	m
Ancho en la base	$0.5H$ a $0.7H =$	<input type="text" value="2 a 2.8"/>		$B =$	<input type="text" value="2.8"/>	m
Peralte en la zapata	$0.12H$ a $0.17H =$	<input type="text" value="0.48 a 0.68"/>		$h_1 =$	<input type="text" value="0.6"/>	m
Longitud de la punte	$0.12H$ a $0.17H =$	<input type="text" value="0.48 a 0.68"/>		$b_1 =$	<input type="text" value="0.5"/>	m
Longitud del talón				$b_2 =$	<input type="text" value="0.2"/>	m
Base de triángulo 1	mínimo S 2%	$S_{real} =$	<input type="text" value="13%"/>	$t_1 =$	<input type="text" value="0.5"/>	m
Base de triángulo 2				$t_2 =$	<input type="text" value="0.85"/>	m
Cálculo de ángulo				$\beta =$	<input type="text" value="76.0"/>	°

II. Fuerzas del empuje lateral en el muro

2.1. Empuje activo: teoría de Coulomb

Si se utiliza la teoría de Coulomb, será necesario conocer el ángulo de fricción (δ) del muro con el relleno.

Tipo de material de relleno: Arena gruesa $\delta =$ 32.8 ° *Cimentaciones- BRAJA M. DAS (Cap.8.3)*

$$K_a = \frac{\sin(\beta + \phi'_1)^2}{\sin(\beta)^2 * \sin(\beta - \delta) * \left(1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi'_1 + \delta) * \sin(\phi'_1 - \alpha)}{\sin(\beta - \delta) * \sin(\alpha + \beta)}} \right)^2} = 0.40155$$

donde:
(K_a) Coeficiente de empuje activo

$H' =$	$H + (t_2 + b_2) * \tan(\alpha) =$	<input type="text" value="4.00"/>	m
$P_a =$	$0.50 * K_a * \gamma_1 * H'^2 =$	<input type="text" value="5.461"/>	Ton/m

51

2.2. Empuje pasivo: teoría Rankine

$$K_p = \tan\left(45^\circ + \frac{\phi'_1}{2}\right)^2 = 3.364$$

donde:
(K_p) Coeficiente de empuje pasivo

$$P_p = 0.5 * K_p * \gamma_2 * D^2 + 2 * C_2 * \sqrt{K_p} * D = 16.716 \text{ Ton/m}$$

2.3. Fuerzas debido a la sobrecarga y empuje activo

2.3.1. Fuerza horizontal por la sobrecarga:

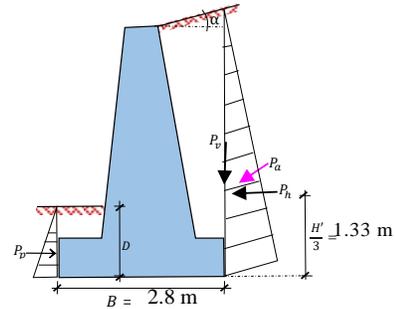
$$P_{SC} = K_a * H * S_c * \left(\frac{\sin(\beta)}{\sin(\beta + \alpha)}\right) = 0.00 \text{ Ton/m}$$

2.3.2. Componente vertical:

$$P_V = P_a * \sin(90^\circ - \beta + \delta) = 3.98 \text{ Ton/m}$$

2.3.3. Componente horizontal:

$$P_h = P_a * \cos(90^\circ - \beta + \delta) = 3.74 \text{ Ton/m}$$



III. Verificación por volteo

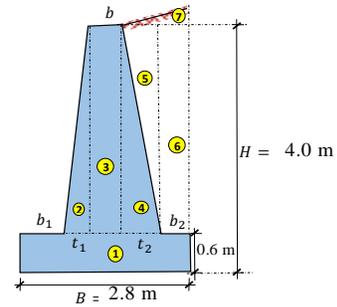
Cimentaciones- BRAJA M. DAS (Cap.8.5)

3.1. Momento resistente del muro

Figura	Área	Peso (ton/m ³)	Parcial (ton)	Brazo (m)	Momento (ton-m)
1	1.68	2.4	4.03	1.400	5.64
2	0.85	2.4	2.04	0.833	1.70
3	2.55	2.4	6.12	1.375	8.42
4	1.445	2.4	3.47	2.033	7.05
5	1.445	1.7	2.46	2.317	5.69
6	0.68	1.7	1.16	2.700	3.12
7	0	1.7	0.00	2.450	0.00
Pv	-	-	3.98	2.800	11.15

$$\Sigma V = 23.26 \text{ Ton}$$

$$\Sigma M_R = 42.78 \text{ Ton-m}$$



Julio Almagro Huamán Iturbe
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS
Mg. Ing. CIVIL
CIP 132844

3.2. Momento de volcamiento

$$\Sigma M_o = P_h * \left(\frac{H'}{3}\right) + P_{SC} * \left(\frac{H}{2}\right) = 4.981 \text{ Ton-m}$$

3.3. Verificación del factor de seguridad por volteo

$$2 < FSV < 3 \quad \text{Cimentaciones- BRAJA M. DAS (Cap.8.5)}$$

$$FS_V = \frac{\Sigma M_R}{\Sigma M_o} = 8.588 \text{ Cumple}$$

IV. Verificación por deslizamiento

Cimentaciones- BRAJA M. DAS (Cap.8.6)

Ángulo de fricción y cohesión entre el suelo y la cimentación:

$$\delta' = 2/3 * (\phi'_2) = 20.0^\circ$$

$$c'_a = 2/3 * (c'_2) = 0.12 \text{ kg/cm}^2$$

Fuerza horizontal resistente:

$$\Sigma F_{Rv} = \Sigma V * \tan(\delta') + B * c'_a + P_p = 11.82 \text{ Ton/m}$$

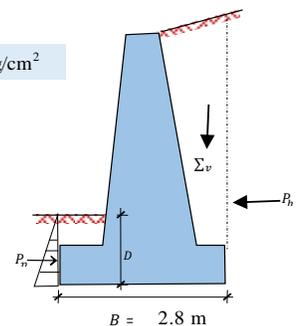
Fuerza horizontal de empuje:

$$\Sigma F_d = P_h + P_{SC} = 3.74 \text{ Ton/m}$$

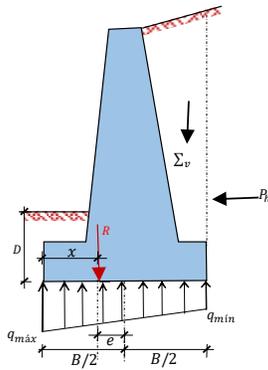
Verificación Factor de seguridad por deslizamiento

$$1.5 < FS_D < 3$$

$$FS_D = \frac{\Sigma F_{Rv}}{\Sigma F_d} = 3.165 \text{ Cumple}$$



V. Verificación por capacidad de carga



5.1. Posición de la resultante

$$x = \frac{\sum M_R - \sum M_o}{\sum V} = 1.625 \text{ m}$$

5.2. Excentricidad respecto a la resultante $e < B/6$

$$e = \frac{B}{2} - x = -0.23 \text{ m} < B/6 = 0.47 \text{ m} \text{ OK, cumple}$$

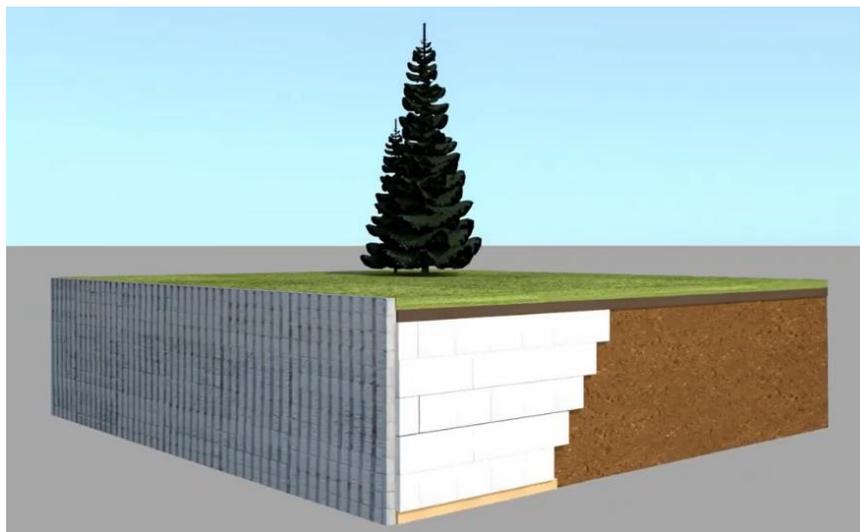
5.3. Presiones en el terreno

$$\sigma_{max} = \frac{\sum V}{B} \left(1 + \frac{6 * e}{B} \right) = 0.430 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_u = 1.8 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK;}$$

$$\sigma_{min} = \frac{\sum V}{B} \left(1 - \frac{6 * e}{B} \right) = 1.231 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_u = 1.8 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK;}$$

Julio Almagro Huamán Iturbe
 ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS
 Mg. Ing. CIVIL
 CIP: 132844

De los resultados obtenidos en los cálculos del diseño del muro de contención por gravedad, podemos aseverar que el muro diseñado está dentro de los rangos permitidos por el Reglamento Nacional de Edificaciones de la Norma E.20, lo cual consideramos que el uso de Poliestireno expandido de alta densidad como relleno estructural en combinación del muro de contención por gravedad nos garantiza su construcción en el control de deslizamientos en el A.H. Horacio Zevallos.



Esquema grafico de la combinación de muro de contención y EPS

INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS

Ensayo de Compresión a cubos de Poliestireno

NTP 334.051

PROYECTO : JCH 23-130

SOLICITANTE: EDWIN ABDEL CCOYLLO SULCA

PROYECTO : Control de deslizamiento de taludes con muros de contención por gravedad y bloques de poliestireno expandido de alta densidad en A.H. horacio Zevallos, ate.

FECHA : Junio del 2023

Muestra : Bloque de Poliestireno

Tabla 7

Informe de resultado de ensayos

N°	IDENTIFICACIÓN	EDAD (días)	Dimensiones			ÁREA (Cm2)	Carga Máxima		Resistencia	
			L (cm)	A (cm)	E (cm)		KN	KG	(Kg/cm2)	Mpa
1	Natural		10.0	10.1	10.0	100.6	29.8	3038	30	3.0
2	Natural		10.0	10.0	10.0	100.2	28.9	29.49	29	2.9
3	Natural		10.1	10.0	10.0	100.7	29.6	29.6	3014	2.9
							Promedio		30	2.9

Nota: De acuerdo a las muestras ensayadas a compresión, el promedio resultante es de 30 kg/m3.

Interpretación de los Resultados.

Se procedió con el análisis de los objetivos, siendo el objetivo general:

- **Analizar la medida en la cual se da el control de deslizamiento de taludes en el AH Horacio Zevallos Ate – Lima, utilizando muros de contención por gravedad y bloques de poliestireno expandido.**

Al diseñar los muros de contención por gravedad se utilizó como peso específico del concreto 2.4 T/m3, se obtuvo un ángulo de fricción interna de 32.8°, la capacidad portante del suelo 1.80 Kg/F/cm2, se obtuvo el coeficiente activo de

0.401, la presión activa de 5.46 tn/m. el empuje pasivo es 16.72 tn/m, el momento resistente es 42.78 tn-m, el factor de seguridad por volteo es 8.58 el cual cumple, el factor de deslizamiento es 3.165 el cual también cumple, la excentricidad respecto a la resultante es 0.47 cumple y la presión del terreno es menor a 1.8 la cual también cumple. Los resultados de la compresión de cubos de EPS, se obtuvo como resistencia promedio de 30 Kg/cm². El cual nos garantiza que el muro diseñado trabajara con normalidad.

En el análisis de los objetivos específicos, tenemos la siguiente interpretación:

- **Determinar las condiciones físicas de los taludes en el área de estudio, para la aplicación del uso de muros de contención por gravedad y bloques de poliestireno expandido en el control de deslizamiento de taludes.**

Para determinar las condiciones físicas de los taludes se realizó un levantamiento topográfico de la zona en estudio en área aproximada de 200 m² (10m x 20m) seguidamente se calcularon las pendientes realizando secciones a cada metro, teniendo como promedio 30° de inclinación, habiéndose realizado las calicatas respectivas dichas muestras se llevaron a laboratorio para los ensayos correspondientes; obteniendo el tipo de suelo como "Grava Limosa", y la capacidad portante del suelo 1.8 Tn/m².

- **Analizar las propiedades estructurales de los muros de contención por gravedad y los EPS para el control de deslizamiento de taludes.**

Se planteo para este estudio un muro por gravedad utilizando material de la zona (concreto ciclópeo) haciéndose los cálculos correspondientes utilizando el método de Rankine, se diseñó el muro por gravedad analizando las fallas por deslizamiento y por volteo, las cuales de acuerdo a las normas peruanas E=20 resultaron óptimas para su construcción. Asimismo, los ensayos realizados al EPS nos dan como resultado una densidad de 30 Kg/cm³. el cual tiene una alta densidad apropiada para el trabajo.

V. DISCUSIÓN

De la investigación realizada se determinó que el uso de poliestireno expandido como relleno estructural en combinación del muro por gravedad es favorable para su construcción pues cumple con los rangos de las normas peruanas $e=20$.

En cuanto al objetivo específico 1, donde se determina las condiciones físicas y mecánicas de los taludes. Se realizó un levantamiento topográfico con Estación Total para conocer el área del terreno ($10\text{m} \times 20\text{m} = 200 \text{m}^2$) y el perímetro (60 ml), dicho levantamiento nos proporciona además mediante el software del civil 3d los desniveles existentes y las pendientes respectivas en los relieves del terreno (30^a de inclinación como promedio final). También se realizaron las calicatas para conocer las condiciones mecánicas y características del suelo, teniendo como resultado una Grava Limosa, un ángulo de fricción de 32.8, y una cohesión de 0.18 kg/cm², estos resultados nos servirán para los cálculos en el diseño del muro de contención por gravedad.

En comparación con García (2019) señala que, hay diferencia entre las propiedades del suelo de acuerdo a las condiciones geográficas del mismo, las cuales se tienen que considerar con relación a la albañilería confinada y otro tipo de construcciones. En cuanto a la teoría de la altura de los muros de contención, esta altura viene a ser la distancia que hay entre la cabeza y el pie del talud, aunque en muchas ocasiones es complicada su cuantificación en las laderas, no obstante, existe otra altura como criterio para el talud, esta es a nivel freático, midiéndose por la distancia vertical, desde la ladera hasta el nivel del agua que está debajo de la cabeza (Puca, 2015). En tanto, para la resistencia al esfuerzo cortante, viene a ser la resistencia máxima al corte, que puede poseer un material, representado gráficamente en un punto más alto de la curva, esfuerzo – deformación. Esto, se debe a un factor mecánico, así como, a la resistencia al esfuerzo cortante de la masa del talud (New/m²) por metro lineal de muro de contención.

El objetivo específico 2, se analizó las propiedades estructurales de los muros de contención por gravedad realizando un pre dimensionamiento del mismo, empleando como datos: peso específico del concreto 2.4 T/m³, ángulo de fricción interna de 32.8°, capacidad portante del suelo 1.50 Kg/F/cm².lograndose obtener los siguientes datos: Corona Superior 0.75 m, Ancho de la base 2.8m,peralte de zapata 0.6 m, Longitud de la punta 0.5 m, longitud del talón 0.20 m, base de triangulo 0.5m,altura total del muro 4 m.; este tipo de muros se realiza con concreto ciclópeo utilizando 0.60% de mezcla de concreto y 40% de grava con dimensiones de 6,8, 10 y 12” respectivamente.

Comparando los resultados con Fernández (2016) El muro de gravedad, tiene la característica de utilizar su propio peso para poder evitar algún deslizamiento o vuelco. Estos muros, no presentan armaduras y se construyen únicamente de hormigón en masa y otros materiales, bloques, fábrica de ladrillo, materiales pétreos y otros propios de sus características, es poco usual que estos muros lleven talón o puntera y se recomienda una altura que va de los 2 a 5 metros. Son útiles para prevenir eventos como hundimientos, deslizamientos, vuelcos, por eso son empleados para este tipo de seguridad. Para que estos muros tengan estabilidad, dependerá de su propio peso y también del suelo, son estructuras económicas para alturas de hasta 5 metros (Centurion, 2018).

El objetivo específico 3, determinar las propiedades de EPS, para los resultados de las pruebas del poliestireno expandido, se empleó la norma ASTM D 6817 -07 Rigid Cellular Poliestirene Geofoam y se realizaron los ensayos respectivos de Esfuerzo a la compresión teniendo como resultado una densidad promedio de 30 Kg/m³.y en cumplimiento de reglamentación térmica en la OGUC, cumplimiento de R 100, según las especificaciones técnicas de este material se dan las siguientes densidades: para: 20 Kg/m³ con una media de 0,038; 22 Kg/m³ con una media de 0.038; 25 Kg/m³ con una media de 0,037; 25 Kg/m³ con una media de 0,037; 28 Kg/m³ con una media de 0,037; y, 30 Kg/m³ con una media de 0,036. Entendiéndose que, a mayor densidad menor es la media.

En comparación con Avecillas (2016) señala que es una alternativa estructural la construcción de hormigón armado con bloques de EPS, para disminuir el peso en un 45 a 48% recomienda aplicar bloques de poliestireno expandido, siendo esta una alternativa estructural constructiva y que es superior técnicamente y sugieren ventajas económicas del mismo.

En relación a los resultados del objetivo 4, diseño del muro de contención por gravedad utilizando el EPS como material de relleno estructural se consideró como parámetro de diseño: peso específico del concreto 2.4 T/m³, ángulo de fricción interna de 32.8°, capacidad portante del suelo 1.50 Kg/F/cm², lográndose obtener un coeficiente de empuje activo de 0.40, Empuje activo de 5.46 Tn/m. El empuje pasivo 16.71 Tn/m, Componente vertical 3.98 Tn/componente horizontal 3.74 Tn/momento resistente del muro 42.78 tn/momento de Volcamiento 4.98 tn/factor de seguridad por volteo 8.58 (cumple) factor de seguridad por deslizamiento 3.165 (cumple) excentricidad respecto a la resultante 0.47 (cumple) presión de terreno 1.8(cumple).de acuerdo a los parámetros de la norma E:020 cumplen los requerimientos.

Estos resultados, difieren con los de Vega y Velásquez (2020) quienes al realizar un análisis en su investigación sobre la inestabilidad del talud tramo NIC-7 (km 177 178), concluyen que el lado de esa ladera es inseguro producto de su inestabilidad empleando los materiales descritos. Por otro lado, Pacheco (2018) señala que, por los ensayos de compresión y resultados térmicos permiten cuantificar sus propiedades y características del muro, teniendo como resultados que, el uso de este material debe ser empleado solo para lugares que no tengan mucho peso o de aquellos donde no va a soportar mucho peso.

Dichos resultados se asemejan a los de Bazan (2020) concluyó que hay un resultado eficaz y óptimo para el diseño de este muro, con resultados de FSV-326 con su factor admisible de FSV-menor a 15, FSD-1.6 con un muro por gravedad de FSD-

12, siendo un muro eficaz. Asimismo, Trinidad (2020) quien precisa que, en un análisis comparativo de muros de contención para estabilizar los taludes, a través de un cuasi experimento, obtuvo como resultado que la diferencia la estabilidad del muro, el factor de volteo de 3.95 mm con otros factores, se concluyó que el muro de voladizo satisface las condiciones de los taludes. Por otro lado, Abad (2020) precisa que debido a que las viviendas que se encuentran en zonas del Perú principalmente en aquellas son propensas a derrumbes sísmicos propuso como objetivo la aplicación del poliestireno expandido en esferas en el adobe para que tenga mejor resistencia a la exposición de movimientos telúricos, cuya población materia del análisis fueron unidades de adobe tradicional al que se le agregó el EPS en una muestra de 40 adobes, esto permitió concluir que, con el uso del EPS en el adobe, mejora sus propiedades de resistencia.

No obstante, Macías y Jarre (2022) precisan que, las características de áridos utilizados para su fabricación para emplearlos en los laboratorios de suelos, concluyendo que los residuos generados del poliestireno expandido han incidido negativamente en el ambiente, causando daños irreversibles, debiendo considerarse el reciclaje de este material para contribuir con el saneamiento y protección ambiental.

VI. CONCLUSIONES

1. Se concluye que, en el análisis en la cual se da el control de deslizamiento de taludes en el AH Horacio Zevallos Ate – Lima con la utilización de muros de contención por gravedad y bloques de poliestireno expandido, estos componentes pueden controlar los deslizamientos ante la ocurrencia de movimientos sísmicos.
2. Se concluye que, de acuerdo al análisis de los resultados, las propiedades estructurales de los muros de contención por gravedad y los EPS para el control de deslizamiento de taludes, cumplen con los objetivos previstos.
3. Del análisis realizado por los resultados, se concluye que, el efecto combinado del Muro de contención por gravedad y el EPS en el control de los deslizamientos de taludes, nos permitirá controlar los deslizamientos ante la ocurrencia de movimientos sísmicos.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda el empleo de muros de contención por gravedad y bloques de poliestireno expandido para controlar el deslizamiento de taludes en el AH. Horacio Zevallos Ate – Lima, ya que, de acuerdo a los resultados, se ha demostrado que, con la utilización de muros de contención por gravedad y bloques de poliestireno expandido, estos componentes pueden controlar los deslizamientos ante la ocurrencia de movimientos sísmicos.
2. De acuerdo a los datos obtenidos en los resultados, se recomienda, realizar los ensayos correspondientes a los elementos que intervienen en el diseño y conocer sus características físicas para la aplicación en el diseño.
3. En relación a los resultados obtenidos se recomienda realizar el diseño de un muro de contención por gravedad utilizando bloques de poliestireno EPS como relleno estructural, esto permitirá controlar los deslizamientos.

REFERENCIAS

- Abad, J. (2020). Aplicación de poliestireno expandido para mejorar la resistencia mecánica del adobe en el sitio Arqueológico de Pachacamac-Lima-2020 (Tesis de Pregrado). Universidad César Vallejo, Lima.
- Alfat, S., Zulmasri, L., Asfar, S., Rianse, M. y Eso, R. (2020). Slope stability analysis through variational slope geometry using Fellenius Method, *International Seminar on Science and Technology*. doi:10.1088/1742-6596/1242/1/012020
- Amasifuen, H. y Ocaña, M. (2022). Influencia del Poliestireno expandido como reductor de cargas muertas en el análisis estructural de losas aligeradas, Jaén 2022 (Tesis de Pregrado). Universidad César Vallejo, Moyobamba.
- Amin, S., Allahverdi, A. y Alibabaie, M. (2018). Properties of Green, Lightweight, and High-Strength Reactive Powder Concrete Incorporating Modified Expanded Polystyrene Beads. *Technical Papers*, 33(12). <https://ascelibrary.org/doi/epdf/10.1061/%28ASCE%29MT.1943-5533.0003995>
- Arias, J. y Covinos, M. (2021). Diseño y metodología de la investigación (1era. Ed). <http://hdl.handle.net/20.500.12390/2260>
- Arriaga, C., Adrián, C., López, M., Hernández, M., Echavarría, R. y Ovando, V. (2016). Thermal characterization of microwave assisted foaming of expandable polystyrene. In *Ingeniería Investigación y Tecnología*, XVII (1), 15-21. <http://dx.doi.org/10.1016/j.riit.2016.01.002>
- Ávalos, K. (2020). Influencia del superplastificante y poliestireno expandido en un concreto ligero en losas sobre, conductividad acústica, asentamiento y compresión (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo.
- Avecillas, D. (2016). Alternativa estructural – constructiva de entresijos y techos de hormigón armado con bloques de poliestireno expandido (Tesis de Pregrado). Universidad de Cuenca, Cuenca.

- Ballón, A. y Echenique, J. (2017). Análisis de estabilidad de muros de contención de acuerdo a las zonas sísmicas del Perú, (Tesis de Pregrado), Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima.
- Bari, F., Repadi, J., Ismail, F. y Hakam, A. (2021). Optimum height of the retaining gravity wall, *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* doi:10.1088/1755-1315/708/1/012020
- Barrera, G., Ocampo, L. y Olaya, J. (2017). Production and characterization of the mechanical and thermal properties of expanded polystyrene with recycled material. *Ingeniería y Universidad*, 21(2), 1-27. DOI: <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.11144/Javeriana.iyu21-2.pcmt>
- Bazan, A. (2020). Análisis del muro de contención para la estabilidad del talud en el tramo Pasamayo Centro Poblado de Castillo – Huari Ancash 2020. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV_cb74b255c9b6ea1343661fe2ecee33c8
- Chávez, J., Fernández, R., Bravo, C., Intriago, M., Bello, I., Mendoza, E., López, C. y López, P. (2022). Evaluación de poliestireno expandido (EPS) y polietileno de baja densidad (PEBD) como alimento para larvas de gorgojo negro (*Tenebrio molitor*), *Revista Multidisciplinar Ciencia Latina*, 6(4), 2369-2384. DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i4.2762
- Chicaiza, V. (2017). Análisis comparativo de la resistencia a compresión entre bloques tradicionales y bloques elaborados con poliestireno expandido granular y bloques elaborados con tusa de maíz triturado como sustituto parcial del agregado grueso (Tesis de pregrado). Universidad de Ambato, Huayaquil.
- Dixit, A., Dai, S., Hoon, S. y Moon, J. (2019). Lightweight structural cement composites with expanded polystyrene (EPS) for enhanced thermal insulation. *Cement and Concrete composites*, 102(1), 185-197. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2019.04.023>

- Duskov, M. (2000). Dutch Design Manual for Lightweight Pavements with Expanded Polystyrene Geofoam, *Transportation Research Record*.
- Earle, B. (05 de Febrero del 2021). Inestabilidad de taludes en carreteras: tipos de movimientos que se producen. (Blog Structuralia). <https://blog.structuralia.com/inestabilidad-de-taludes-en-carreteras-tipos-de-movimientos-que-se-producen>
- Fernández, J. (25 de agosto 2016). Muros de gravedad en esencia [Obras Urbanas]. <https://www.obrasurbanas.es/muros-gravedad-esencia/>
- Ferrándiz, V., Sarabia, L., Ortiz, M., Cheeseman, C. y García, E. (2016). Design of bespoke lightweight cement mortars containing waste expanded polystyrene by experimental statistical methods. *Materials / Design*, 89(1), 901-912. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2015.10.044>
- Flores, I., García, J. y González, Y. (2019). Estabilidad de taludes durante un desembalse rápido en presas de tierra con suelos parcialmente saturados. *Ingeniería y Desarrollo*, 8(1), 13-31. DOI: <https://doi.org/10.14482/inde.38.1.624.15>.
- García Espino, I. V. (2019). *Comportamiento estructural de los sistemas de poliestireno expandido Emmedue) y albañilería confinada, para viviendas de 50 carácter social 2019*. (Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo). <https://hdl.handle.net/20.500.12692/55959>
- Gong, B. y Tang, C. (2017). Slope-Slide Simulation with Discontinuous Deformation and Displacement Analysis, *International Journal of Geomechanics*, 17(5). <https://ascelibrary.org/doi/epdf/10.1061/%28ASCE%29GM.1943-5622.0000746>
- Haijun, Q., Amar, D., Peng, C., Sheng, H., Yanming, W. y He, Y. (2017). Slope aspect effects of loess slides and its spatial differentiation in different geomorphologic types, *Arabian Journal of Geosciences*, 10(15), 1-12.

<https://doi.org/10.1007/s12517-017-3135-5>

- Henok, M. (2021). Study on the influence of slope height and angle on the factor of safety and shape of failure of slopes based on strength reduction method of analysis, *Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences*, 10(31), 1-11. <https://doi.org/10.1186/s43088-021-00115-w>
- Hernández, R. y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Ciudad de México: McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A de C.V.
- Kanule, J. y Ng'etich, W. (2020). Numerical modeling of translational dynamics for shallow landslides base don flume tests – special case of spherical-cap-shaped slope sections, *Geology, Ecology, and Landscapes*, 4(2), 151-158. DOI: 10.1080/24749508.2019.1608408
- Lapa, J. (2020). Efecto del poliestireno expandido en las propiedades físicas y mecánicas de la unidad de albañilería de concreto en la ciudad de Huancayo (Tesis de pregrado), Universidad Continental, Huancayo.
- Liang, C., Wu, Y., Liu, J., Wu, H., Chen, D., Liu, H. y Song, Y. (2021). Effect of Expanded Polystyrene Particle Size on Engineering Properties of Clayey Soil. *Hindawi Advances in Civil Engineering*. 2021, 1-10. <https://doi.org/10.1155/2021/9951915>
- Lim, Y., Izhar, T., Zakarya, I., Yusuf, S., Zaaba, S. y Mohamad, M. (2021). Life cycle assesement of expanded polystyrene. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 921(1), 1-8. doi:10.1088/1755-1315/920/1/012030
- Macías, M. y Jarre, C. (2022). Potencialidades de los Residuos de Poliestireno Expandido para la Elaboración de Bloques Huecos de Hormigón, *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, 4(3), 254-271.
- Macuta, H., Cartaya, M. y Watson, R. (2020). Evaluación de estabilidad en taludes del

- yacimiento Castellano mediante el cálculo del factor de seguridad. *Minería y Geología*, 36(4), 441-449. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223564388006>
- Mesa, M. y Tejada, E. (2018). Análisis de la estabilidad de taludes en terraplenes mediante los métodos de equilibrio límite y el método de elementos finitos. *Revista Cubana de Ingeniería*, 8. DOI:10.1234/rci.v9i1.519
- Mora, R. y Granados, R. (2012). Análisis de estabilidad de taludes considerando la incertidumbre de los Datos: Caso comunidad de Mansiones de Montes de Oca, San José, Costa Rica, *Revista geológica de América Central*, 47. http://redib.org/Record/oai_articulo2564810-an%C3%A1lisis-de-estabilidad-de-taludes-considerando-la-incertidumbre-de-los*datos*caso-comunidad-de-mansiones-de-montes-de-oca-san-jos%C3%A9-costa-rica
- Muhammad, I. y Shuhong, W. (2021). Slope Stability Analysus to Develop Correlations between Different Soil Parameters and Factor of Safety Using Regression Analysus, *Polish Journal of Enbvironmental Studies*, 30(5), 4021-4030. DOI: <https://doi.org/10.15244/pjoes/131203>
- Nor, H., Siti, A. y Muhammad, K. (2018). Application of expanded polystyrene (EPS) in buildings and constructions: A review. *Journal of Applied Polymer SCIENCE*. DOI: 10.1002/app.47529
- Pacheco, R. (2018). Propiedades Físicas – Mecánicas del Concreto Celular con Poliestireno Expandido y su Aplicación en la Industria de la Construcción (Tesis de Pregrado). Universidad César Vallejo, Lima.
- Paulino, J. y Espino, R. (2017). Análisis comparativo de la utilización del concreto simple y el concreto liviano con perlitas de poliestireno como aislante térmico y acústico aplicado a unidades de albañilería en el Perú (Tesis de Pregrado). Universidad de Ciencias Aplicadas, Lima.
- Peng, W., Cong, L. y Xueming, J. (2016). The Research of High Slope Instability Mechanism Based on Slide, *American Journal of Civil Engineering*, 4(2), 61-67.

<https://article.sciencepublishinggroup.com/html/10.11648.j.ajce.20160402.14.html>

Peng, W., Zhao, M., Xiao, Y. y Yang, C. (2020). Stability Analysis of Anti-slide Pile Reinforced Slope and Determination of Optimal Pile Position, *Journal of Hunan University Natural Sciences*, 45(5). <http://journal.hnpu.edu.cn/journal/article/view/406/404>

Pérez, J. (21 de octubre, 2019). Factores que influyen en la estabilidad de taludes y laderas en suelo [*GEO Quantics*]. <https://geoquantics.com/2019/10/21/factores-influyen-la-estabilidad-taludes-laderas-suelo/>

Pérez, N., Garnica, P., Pérez, A., Juárez, R. y Castro, F. (2016). Evaluación de las propiedades mecánicas del poliestireno expandido, (*imt Instituto Mexicano del Transporte – SCT Secretaría de Comunicaciones y Transportes*).

Ping, Z., Ximo, Z., Zhonghua, M., Aibing, L., Zhengyu, L. y Wanjie, H. (2019). A slope stability analysis for southern Wuchangping tin mine, *JVE Journals*, 21(4), 988-1014. <https://doi.org/10.21595/jve.2019.20381>

Prasittisopin, L., Termkhajornkit, P. y Hoon, Y. (2022). Review of concrete with expanded polystyrene (EPS): Performance and environmental aspects. *ELSEVIER*, 366. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132919>

Puca, D. (2015). Estudio de las condiciones del Talud en la avenida Rodrigo Pachano y Julio Enrique Paredes del cantón Ambato, provincia de Tungurahua y su incidencia en la seguridad de los habitantes del sector y usuarios de la vía, (Tesis de Pregrado). Universidad Técnica de Ambato, Ambato.

Rasid, M., Pijush, S. y Kumari, S. (2022). Reliability Analysis of Gravity Retaining Wall Using Hybrid ANFIS, *MDPI Infrastructures*, 7(9). <https://doi.org/10.3390/infrastructures7090121>

Rogontino, F., López, J., Martínez, E. y Scola, S. (2017). Evaluación del poliestireno

expandido con mortero de cemento expuesto al fuego. *Revista INGENIERÍA UC*, 24(1), 22-27. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=70750544004>

Shuren, W., Yan, Z., Xinopang, W., Jing, T. y Huihuri, J. (2019). Stability of Step-shaped Dump Slope and Reinforcement Optimization Analysis of Anti-slide Piles, *Journal of Engineering Science and Technology Review*, 12(1), 110-116. [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://www.jestr.org/downloads/Volume12Issue1/fulltext131212019.pdf](http://www.jestr.org/downloads/Volume12Issue1/fulltext131212019.pdf)

Tordesillas, A., Kahagalage, S., Campbell, L., Bellett, P., Intrieri, E. y Batterham, R. (2021). Spatiotemporal slope stability analytics for failure estimation (SSSAFE): linking radar data to the fundamental dynamics of granular failure, *Scientific Reports*. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-88836-x>

Trinidad, H. (2020). Análisis comparativo de muros de contención para la estabilización de talud en el centro poblado La Candelaria – Huaral, Lima 2019, (Tesis de Pregrado), Universidad César Vallejo, Lima.

Varga, R., Zlender, B. y Jelusic, P. (2021). Multiparametric Analysis of a Gravity Retaining Wall, *New Frontiers in Buildings and Construction*, 11(13). <https://doi.org/10.3390/app11136233>

Vega, C. y Velásquez, G. (2020). Análisis de inestabilidad del talud tramo NIC-7 (km 177-178) Santo Tomás, departamentos de Chontales. *Revista Científica de FAREM-ESTELÍ*, 54. DOI: <https://doi.org/10.5377/farem.v0i34.10016>

Zhang, W. y Puzrin, A. (2021). 3D translational landslide evolution in sensitive soils. *ResearchGate*. DOI:10.1002/essoar.10508857.1

ANEXOS

ANEXO N° 01

Tabla 8

Matriz de Operacionalización de la variable

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Condiciones físicas y mecánicas del talud	Las condiciones físicas y mecánicas del talud están relacionados a los aspectos que el talud representa, estos condicionantes pueden ser pasivos o activos, los pasivos representan el aspecto intrínseco de sus materiales naturales, sean estos factores geológicos, morfológicos o geométricos, geotécnicos, hidrogeológicos y estructurales (Dos Santos y Guardado, 2011).	Las condiciones físicas y mecánicas del talud, está representada en sus dos dimensiones topográfico cuyo indicador es el peso y mecánica cuyos indicadores (altura de talud y peso unitario)	Topográfico	- Peso
			Mecánica	- Altura de talud - Peso unitario
Control de Deslizamiento de taludes	Los deslizamientos de taludes, consisten en el desplazamiento que están asociados a mecanismos causales, movilidad, condiciones del fallo y otras condiciones propias de la naturaleza (Dos Santos y Guardado, 2011).	La definición operacional del control de deslizamiento de taludes está referida a sus dimensiones, que son la altura de muro, profundidad del muro, volumen del eps y la resistencia al esfuerzo cortante. La altura de muro, está representada por los muros de gravedad que deberán tener máximo 2.5 m de altura. La profundidad es el diseño considerando la capacidad portante del suelo, con la fuerza estabilizante. El volumen del EPS es el que ocupa en los bloques de poliestireno como relleno estructura. y, la resistencia al esfuerzo cortante, que viene a ser la fuerza interna que desarrolla el suelo, en respuesta a una fuerza cortante, y que es tangencial a la superficie sobre la que actúa.	Altura de muro	Altura de muro de contención por gravedad
			Profundidad de Muro	Profundidad del muro de contención
			Volumen del EPS	Volumen de EPS como material de relleno por 1 metro longitudinal del muro de contención
			Resistencia al esfuerzo cortante.	Resistencia al esfuerzo cortante de la masa del talud (New/m ²) por metro lineal de muro de contención
Muro de contención por gravedad	Son estructuras que se utilizan para rellenar superficies o pendientes irregulares, empleándose también, en las de elevaciones distintas, siendo ideal para resistir el empuje lateral del suelo cuando hay incongruencia en la altura y el ángulo de reposo entre el terreno y el suelo (Rashid et al., 2022).	La definición operacional, está en relación al peso del muro, que con ello permite hallar el peso donde se debe hallar su volumen y luego multiplicarlo por su peso específico del concreto que viene a ser igual a 2400 kg/m ³ . También está la relación de cemento/hormigón es de volumen de cemento por 12 volúmenes de hormigón. Esto se logra usando 1 bolsa de cemento de 4 buggies de hormigón. El porcentaje de grava, que viene a ser el concreto	Física – Muro ciclópeo	Peso del muro Relación cemento/hormigón Porcentaje de grava Diámetro de grava

		ciclópeo cuyo porcentaje de concreto simple es de 60% y el resultante del 40% de piedra o grava; por último el diámetro de grava que es la piedra de río de 10 a 40 cm de diámetro.		
Poliestireno Expandido	El poliestireno expandido es un plástico de alta resistencia, cuya característica inicial es la forma de esferas, su uso es ideal por las distintas funciones que cumple, como el de aislamiento térmico, relleno de peso ligero, transmisor de fluidos, amortiguador de vibraciones y es de inclusión comprensible; a su vez, posee ventajas y desventajas, las primeras, están referidas al bajo peso de volumen, tienen un módulo dinámico bajo, la distribución de los bloques es fácil, la instalación en carreteras es a una profundidad de 0.5 cm para evitar la destrucción de los insectos, es aislante gracias a la gran cantidad de aire, resiste a efectos ambientales, puede ser reciclable; pero no es resistente al petróleo u otros productos químicos, no produce lixiviación (Pérez, et al., 2016).	La definición operacional del poliestireno expandido, está en relación a la densidad y a la resistencia a la compresión, la primera referida a la condición física y la segunda a la condición mecánica del compuesto. La densidad, es la relación entre el peso (masa) de una sustancia y el volumen que ocupa (esa misma sustancia), la unidad de masa comúnmente utilizada es el kg/m ³ . En cuanto a la resistencia a la compresión, esta es una característica mecánica que estpa definida por la capacidad para soportar la carga por unidad de área y se expresa en términos de esfuerzo, generalmente en kg/cm ² .	Física	Densidad de 20 km/m ³
			Mecánica	Resistencia a la compresión

Anexo 2:

Matriz de Consistencia

Título: Control de deslizamiento de taludes con muros de contención por gravedad y bloques de poliestireno expandido, A. H. Horacio Zevallos Ate – Lima.			
Autor: Ccoyllo Sulca, Edwin Abdel.			
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables y Dimensiones
<p>Problema General: ¿En qué medida se da el control de deslizamientos de taludes en el AH Horacio Zevallos Ate – Lima, utilizando muros de contención por gravedad y bloques de poliestireno expandido?</p> <p>Problemas Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuáles son las condiciones físicas de los taludes en el área de estudio para la aplicación del uso de muros de contención por gravedad y bloques de poliestireno expandido en el control de deslizamiento de taludes? • ¿En qué medida las propiedades estructurales de los muros de contención por gravedad y los EPS controlan el deslizamiento de taludes? • ¿En qué medida se da el efecto combinado del EPS y hormigón en el control de los deslizamientos de taludes? 	<p>Objetivo General: Analizar la medida en la cual se da el control de deslizamientos de taludes en el AH Horacio Zevallos Ate – Lima, utilizando muros de contención por gravedad y bloques de poliestireno expandido.</p> <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar las condiciones físicas de los taludes en el área de estudio, para la aplicación del uso de muros de contención por gravedad y bloques de poliestireno expandido en el control de deslizamiento de taludes. • Analizar las propiedades estructurales de los muros de contención por gravedad y los EPS para el control de deslizamiento de taludes. • Determinar en qué medida se da el efecto combinado del EPS y hormigón en el control de los deslizamientos de taludes. 	<p>Hipótesis General</p> <p>La utilización de los muros de contención por gravedad y bloques de poliestireno expandido, controlan los deslizamientos de taludes en el AH. Horacio Zevallos Ate - Lima ante la ocurrencia de movimientos sísmicos.</p>	<p>Variable 1: Condiciones físicas y mecánicas del talud</p>
			<p>Dimensiones:</p> <p>Condiciones físicas y mecánicas</p>

			Variable 3: Poliestireno Expandido		
			Dimensiones:	Indicadores:	
			Densidad	Densidad de 10 kg/m ³ Densidad de 40kg/m ³	
			Resistencia mecánica	Ligereza Resistencia Flexión	
			Aislamiento Térmico	Volumen Aislante Temperatura	
			Variable 4: Control de Deslizamiento de Taludes		
			Dimensiones:		
			Altura de Muro	Altura máxima 4m	
			Profundidad de Muro	Profundidad Diseño Fuerza estabilizante	
			Volumen del EPS	Volumen Bloques Relleno estructural	
			Resistencia al esfuerzo cortante	Fuerza interna Fuerza cortante Tangencial	
Tipo – Diseño de Investigación Tipo aplicada, no experimental, corte transversal, alcance descriptivo.	Población Taludes ubicados en el A.H. Horacio Zevallos Ate – Lima.	Muestra Área de 200 m ² de un talud ubicado en el A.H. Horacio Zevallos Ate – Lima.	Técnicas e Instrumentos Ficha Técnica de observación.	Procedimiento Observación y Análisis de los datos	

Tabla 9*Límites de consistencia*

LIMITES DE CONSISTENCIA	
Límite Líquido (%) ASTM D4318-05	---
Límite Plástico (%) ASTM D4318-05	NP
índice de Plasticidad (%) ASTM D4318-05	NP

Nota: Elaboración propia, 2023.

Tabla 10*Detalle del contenido de humedad ATM D-2216-05*

Contenido de Humedad ASTM D-2216-05	
Humedad (%)	2.4

Nota: Elaboración propia, 2023.

Tabla 11*Clasificación*

CLASIFICACIÓN	
CLASIFICACIÓN SUCS ASTM D 2487-05	GM
CLASIFICACIÓN AASHTO ASTM D 3282-04	A-1-b(0)
Descripción de la muestra:	GRAVA LIMOSA

Nota: Elaboración propia, 2023.

Tabla 12*Descripción de los equipos*

Equipos	Código
Balanza	BAL-001
Balanza	BAL-002
Horno	HOR-002
Copa Casagrande	ELC-003

Nota: Elaboración propia, 2023.

Tabla 13*Descripción de los equipos 01*

Equipos	Código
Balanza	BAL-001
Horno	HOR-002

Nota: Elaboración propia, 2023.

Tabla 14*Descripción del Límite Líquido y Límite Plástico*

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO
ENSAYO N°		
NÚMERO DE GOLPES		
MASA DE RECIPIENTE (g)		
MASA DE RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (g)		
MASA DE RECIPIENTE + SUELO SECO (g)		
MASA DE AGUA (g)		
MASA DE SUELO SECO (g)		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		

Nota: Elaboración propia, 2023.

Tabla 15*Descripción de equipos 02*

Equipos	Código
Copa Casagrande	ELC-003
Balanza	BAL-002
Horno	HOR-002
Vidrio esmerilado	---

Nota: Elaboración propia, 2023.

Observación: Cohesión (**C**) kg/cm² **0.18** Solo como valor informativo, no se considera como estandar.

Nota: Muestra remitida e identificada por el solicitante

Ejecutado por : Tec. J. Ch.

ANEXO 3. RESULTADO DE ENSAYOS DE LABORATORIO

	FORMULARIO	Código : 043
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 3 Fecha : 24/03/2023 Página : 1 de 1

N° INFORME : 1 JCH 23-133
SOLICITANTE : 1 EDWIN ABDEL CCOYLLLO BULCA
PROYECTO : 1 CONTROL DE DESPLAZAMIENTO DE TALUDES CON MUROS DE CONTENCIÓN POR GRAVEDAD Y BLOQUES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO DE ALTA DENSIDAD EN A.H. HORACIO ZEVALLOS, ATE - LIMA.
UBICACIÓN : 1 A.H. HORACIO ZEVALLOS, ATE - LIMA.

Datos de la Muestra:

Calicata : 1 C/1
Muestra : 1 M 1
Prof. (m) : 1 0.00-0.30
Fecha de Recepción : 26/03/2023
Fecha de Ejecución : 27/03/2023
Fecha de Emisión : 04/04/2023

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMBAZO - ASTM D422 / NTC 6187

Peso Global (g) : 699.33

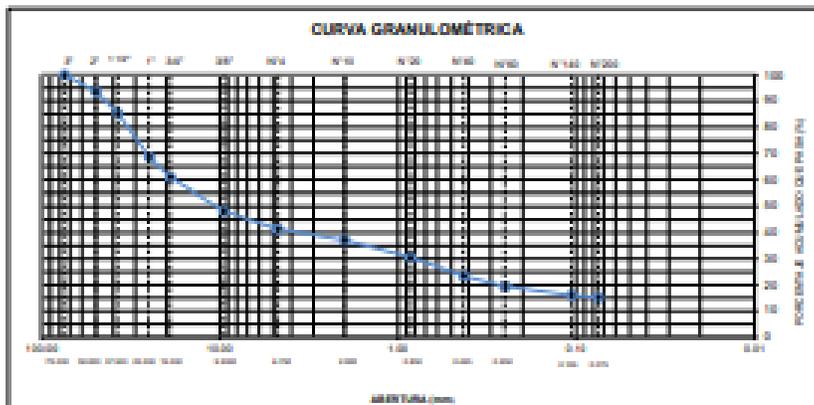
TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (g)	RET. (%)	Pasa (%)
2"	50.000	-	-	100.0
2"	50.000	403.20	57.65	42.35
4.75"	47.500	470.80	67.33	32.67
7.5"	35.000	490.10	70.08	29.92
9.5"	30.000	543.70	77.74	22.26
12.5"	25.000	470.50	67.28	32.72
15.0"	20.000	485.70	69.45	30.55
19.0"	15.000	487.90	70.00	30.00
25.0"	10.000	270.00	38.61	61.39
30.0"	5.000	249.40	35.66	64.34
37.5"	3.750	58.80	8.42	91.58
42.5"	3.000	100.00	14.30	85.70

N° Grava - [75µ - 1 + 2]	38.8
N° Arena - [75µ - 1 + 75µ]	28.2
N° Fines - [< 75µ]	33.2

LÍMITES DE CONSISTENCIA	
Límite Líquido (%) ASTM D4318-02	---
Límite Plástico (%) ASTM D4318-02	NP
Límite de Plasticidad (%) ASTM D4318-02	NP

Contenido de Humedad - ASTM D-2216-02	
Humedad (%)	2.4

CLASIFICACIÓN	
CLASIFICACIÓN SUCE - ASTM 2487-02	GM
CLASIFICACIÓN AASHTO - ASTM 2303-04	A-1 (w)
Descripción de la muestra :	GRAVA-LIMBA



Elaborado	Colgado
Revisado	Rev. 001
Aprobado	Rev. 001
Fecha	04/04/2023
Código Contador	000000


Jean Chavez R.
 Tico, Suelos, Asfalto y Concreto




JAVIER FRANCISCO ILLUA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 103667

	FORMULARIO	Código : 0-01
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 3 Fecha : 24/03/2023 Página : 2-3

**ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D2216, MTC E 108**

N° INFORME	: JCH 23-128
SOLICITANTE	: EDWIN ABDEL COOYLLO SILCA
PROYECTO	: CONTROL DE DESPLAZAMIENTO DE TALUDES CON MUROS DE CONTENCIÓN POR GRAVEDAD Y BLOQUES DE POLIESTIRENO EXPANRIDO DE ALTA DENSIDAD EN A.H. HORACIO ZEVALLOS, ATE - LIMA
UBICACIÓN	: A.H. HORACIO ZEVALLOS, ATE - LIMA

DATOS DE LA MUESTRA

Calsate	: C-1	Fecha de Recepción	: 24/03/2023
Muestra	: M-1	Fecha de Ejecución	: 27/03/2023
Prof. (m)	: 0.00-0.03	Fecha de Emisión	: 01/04/2023

Recipiente N°	1	2
Masa de suelo húmedo + recipiente	g 1896.3	1761.3
Masa de suelo seco + recipiente	g 1852.9	1702.9
Masa de recipiente	g 93.5	128.2
Masa de agua	g 44.0	39.3
Masa de suelo seco	g 1859.0	1581.8
Contenido de agua	% 2.4	2.5
Contenido de Humedad (%)	2.4	

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante.
Realizado por : Tsc. J.CH.

Equipo	Código
Balanza	BAL-001
Horno	HOR-002


 Jean Chavez R.
 Tsc. Suelos, Asfalto y Concreto




 JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

	FORMULARIO	Código : 0-04
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 3 Fecha : 24/03/2023 Página : 3-3

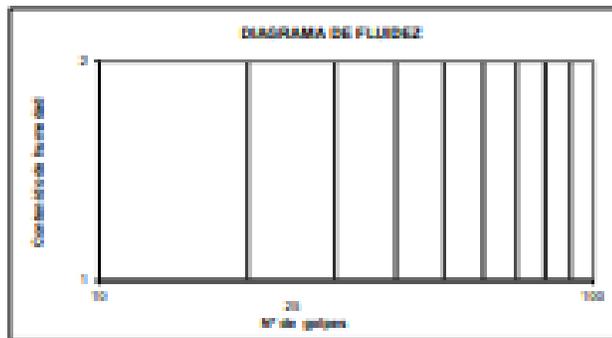
**ENSAYO DE LÍMITE DE CONSISTENCIA
ASTM D4318, MTC E 110 - E 111**

N° INFORME : JCH 23-130
SOLICITANTE : EDWIN ARDEL COOYLLU SILCA
PROYECTO : CONTROL DE DESLIZAMIENTO DE TALUDES CON MUROS DE CONTENCIÓN POR GRAVEDAD Y BLOQUES DE POLIESTIRENO EXPANSIVO DE ALTA DENSIDAD EN A.H. HORACIO ZEVALLOS, ATE - LIMA
UBICACIÓN : A.H. HORACIO ZEVALLOS , ATE - LIMA

Datos de la Muestra

Calicata : C-1
Muestra : M-1
Prof. (m) : 0.00-0.00
Fecha de Recepción : 26/03/2023
Fecha de Ejecución : 27/03/2023
Fecha de Emisión : 01/04/2023

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO
ENSAYO N°		
NÚMERO DE GOLPES		
MAZA DE RECIPIENTE (g)		
MAZA DE RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (g)		
MAZA DE RECIPIENTE + SUELO SECO (g)		
MAZA DE AGUA (g)		
MAZA DE SUELO SECO (g)		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		



LÍMITE LÍQUIDO (%)	25
LÍMITE PLÁSTICO (%)	15
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	10

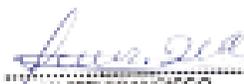
Pasante de la malla N°60

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante.
Realizado por : Tec. JCH

Equipo	Código
Caja Conapande	ELC-003
Balanza	BA-003
Forma	HCP-002
Último examinado	---


Jean Chavez R.
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto




**JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO**
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193997

	FORMULARIO	Código de Formulario : D-11
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 3
		Fecha : 28/12/23
		Página : 1 de 6

**ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL
NO CONSOLIDADO NO DRENADO (UU)
ASTM D2950-15**

N° INFORME : JCH 23-159
SOLICITANTE : EDWIN ABDEL COOYILLO SULCA
PROYECTO : CONTROL DE DESLIZAMIENTO DE TALUDES CON MUROS DE CONTENCIÓN POR GRAVEDAD Y BLOQUES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO DE ALTA DENSIDAD EN A.H. HORACIO ZEVALLOS, ATE - LIMA
UBICACIÓN : A.H. HORACIO ZEVALLOS , ATE - LIMA

Datos de la muestra

Calicata : C-1
Muestra : M-1
Profundidad (m) : 0.00-3.00
Clasificación del suelo : GM ASTM D2487-17
Gravedad específica : 2.74 (Estimado)
Estado del espécimen : Remoldeado

Fecha de Recepción : 26/05/23
Fecha de Ejecución : 27/05/23
Fecha de Emisión : 01/06/23

		ESPECIMEN		
		Nº1	Nº2	Nº3
Condiciones Iniciales				
Díámetro	: mm	100.58	100.58	100.57
Altura	: mm	203.04	203.04	203.04
Área	: mm ²	7945.35	7945.35	7943.77
Volumen	: mm ³	1613224.28	1613224.28	1612993.51
Peso Unitario Seco	: kg/m ³	16.62	16.62	16.62
Contenido de Humedad	: %	2.5	2.5	2.6
L/D	:	2.0	2.0	2.0
Volumen de Sólidos	: mm ³	998430.66	997554.74	997646.72
Relación de vacíos	: e	0.62	0.62	0.62
Grado de Saturación	: %	11.0	11.2	11.4
Parámetros de Esfuerzos Totales Máximos				
Deformación Máxima a la Falla	: %	0.0	14.0	15.0
Ángulo de Fricción (φ)	: (°)	32.8		
Cohesión (C)	: kPa	16.8		


Jean Chavez R.
Téc. Suelos, Acabos y Concreto




**JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO**
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 192667

Equipo	Código
Balanza	BAL-001
Prisma Universal	SPE-004
Horno	HOR-003
Vernier	EME-003

Observación: Cohesión (C) kg/cm² **0.16** Solo como valor informativo, no se considera como estándar.

Nota: Muestra recibida e identificada por el solicitante.

Ejecutado por : Tec. J. Ch.

	FORMULARIO	Código de formato : D-11
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 3
		Fecha : 28/12/22
		Página : 2 de 6

**ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL
NO CONSOLIDADO NO DRENADO (UU)
ASTM D2858-15**

N° INFORME : JCH 23-130
SOLICITANTE : EDWIN ABDEL COOYLLO SULCA
PROYECTO : CONTROL DE DESLIZAMIENTO DE TALUDES CON MUROS DE CONTENCIÓN POR GRAVEDAD Y BLOQUES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO DE ALTA DENSIDAD EN A.H. HORACIO ZEVALLOS, ATE - LIMA
UBICACIÓN : A.H. HORACIO ZEVALLOS, ATE - LIMA

Datos de la muestra

Calicata : C-1
Muestra : M-1
Profundidad (m) : 0.00-3.00
Clasificación del suelo : GM ASTM D2487-17
Estado del espécimen : Remoldeado
Tasa de deformación : 0.75 %/min

Fecha de Recepción : 28/05/23
Fecha de Ejecución : 27/05/23
Fecha de Emisión : 01/06/23

ESPECÍMEN N° 1

Deformación (%)	Distorsión Desviador (µm)	σ_1 (kPa)	σ_3 (kPa)	p (kPa)	q (kPa)	Oblicuidad
0.0	0.0	100.0	100.0	100.0	0.0	1.00
0.1	43.8	100.0	143.8	121.8	21.8	1.44
0.2	83.2	100.0	183.2	141.6	41.6	1.83
0.3	124.5	100.0	224.5	152.3	52.3	2.05
0.4	130.9	100.0	230.9	160.4	60.4	2.21
0.5	149.9	100.0	249.9	174.9	74.9	2.50
1.0	300.9	100.0	300.9	200.4	100.4	3.01
1.5	320.8	100.0	320.8	210.3	110.3	3.21
2.0	338.0	100.0	338.0	218.0	118.0	3.38
2.5	344.7	100.0	344.7	222.4	122.4	3.45
3.0	352.5	100.0	352.5	226.2	126.2	3.52
4.0	367.5	100.0	367.5	233.7	133.7	3.67
5.0	377.3	100.0	377.3	238.7	138.7	3.77
6.0	383.2	100.0	383.2	241.6	141.6	3.83
7.0	388.4	100.0	388.4	244.2	144.2	3.88
8.0	388.3	100.0	388.3	244.1	144.1	3.88
9.0	389.9	100.0	389.9	244.9	144.9	3.90
10.0	389.7	100.0	389.7	244.9	144.9	3.90
11.0	387.8	100.0	387.8	243.8	143.8	3.88
12.0	386.1	100.0	386.1	243.1	143.1	3.86
13.0	383.5	100.0	383.5	241.8	141.8	3.84
14.0	383.3	100.0	383.3	241.7	141.7	3.83
15.0	382.3	100.0	382.3	241.1	141.1	3.82
16.0	381.1	100.0	381.1	240.6	140.6	3.81
17.0	379.4	100.0	379.4	239.7	139.7	3.79
18.0	379.0	100.0	379.0	239.5	139.5	3.79
19.0	378.0	100.0	378.0	238.0	138.0	3.78


Jean Chavez R.
Tec. Suelos, Asfalto y Concreto




JAVIER FRANCISCO LILLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. OIP N° 130667

Nota : Muestra remitida e identificada por el solicitante

Ejecutado por : Tec. J. Ch.

	FORMULARIO	Código de Formulario : D-11
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 3
		Fecha : 28/12/22
		Página : 3 de 8

**ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL
NO CONSOLIDADO NO DRENADO (UU)
ASTM D2952-15**

N° INFORME : JCH 23-130
 SOLICITANTE : EDWIN ABDEL COOYLLO SULCA
 PROYECTO : CONTROL DE DESLIZAMIENTO DE TALUDES CON MUROS DE CONTENCIÓN POR GRAVEDAD Y BLOQUES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO DE ALTA DENSIDAD EN A.H. HORACIO ZEVALLOS, ATE - LIMA

UBICACIÓN : A.H. HORACIO ZEVALLOS , ATE - LIMA

Datos de la muestra

Calicata : C-1
 Muestra : M-1
 Profundidad (m) : 0.00-3.00
 Clasificación del suelo : GM ASTM D2487-17
 Estado del espécimen : Remoldeado
 Tasa de deformación : 0.75 %/min

Fecha de Recepción : 26/05/23
 Fecha de Ejecución : 27/05/23
 Fecha de Emisión : 01/06/23

ESPECÍMEN N°3

Deformación (%)	Esfuerzo Desviador (kPa)	σ_3 (kPa)	σ_1 (kPa)	p (kPa)	q (kPa)	Oblicuidad
0.0	0.0	200.0	200.0	200.0	0.0	1.00
0.1	21.7	200.0	221.7	210.3	10.9	1.11
0.2	51.3	200.0	251.3	220.7	30.7	1.31
0.3	93.1	200.0	293.1	245.8	48.8	1.47
0.4	123.2	200.0	323.2	261.6	61.6	1.62
0.5	150.1	200.0	350.1	275.0	75.0	1.75
1.0	239.8	200.0	439.8	319.9	119.9	2.20
1.5	294.5	200.0	494.5	347.2	147.2	2.47
2.0	331.1	200.0	531.1	365.8	165.8	2.66
2.5	354.4	200.0	554.4	377.2	177.2	2.77
3.0	378.8	200.0	578.8	389.4	189.4	2.89
4.0	421.8	200.0	621.8	410.9	210.9	3.11
5.0	450.8	200.0	650.8	425.4	225.4	3.25
6.0	474.7	200.0	674.7	437.3	237.3	3.37
7.0	493.4	200.0	693.4	448.7	248.7	3.47
8.0	507.3	200.0	707.3	453.6	253.6	3.54
9.0	515.0	200.0	715.0	457.5	257.5	3.57
10.0	520.2	200.0	720.2	460.1	260.1	3.60
11.0	527.3	200.0	727.3	463.7	263.7	3.64
12.0	528.2	200.0	728.2	464.1	264.1	3.64
13.0	530.8	200.0	730.8	465.3	265.3	3.65
14.0	533.9	200.0	733.9	466.4	266.4	3.65
15.0	538.3	200.0	738.3	468.2	268.2	3.64
16.0	537.8	200.0	737.8	468.0	268.0	3.64
17.0	534.3	200.0	734.3	466.2	266.2	3.62
18.0	531.9	200.0	731.9	465.0	265.0	3.61
19.0	529.2	200.0	729.2	463.6	263.6	3.60
20.0	523.7	200.0	723.7	458.8	258.8	3.57


 Jean Chavez R.
 Tec. Suelos, Adhesivos y Cemento




 JAVIER FRANCISCO
 LILLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193867

Nota : Muestra remitida e identificada por el solicitante

Ejecutado por : Tec. J. Ch.

	FORMULARIO	Código de formulario : 0-11
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 3
		Fecha : 28/12/22
		Página : 4 de 6

**ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL
NO CONSOLIDADO NO DRENADO (UU)
ASTM D2858-15**

N° INFORME : JCH 23-130
 SOLICITANTE : EDWIN ABDEL COOYLLO SULCA
 PROYECTO : CONTROL DE DESLIZAMIENTO DE TALUDES CON MUROS DE CONTENCIÓN POR GRAVEDAD Y BLOQUES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO DE ALTA DENSIDAD EN A.H. HORACIO ZEVALLOS, ATE - LIMA
 UBICACIÓN : A.H. HORACIO ZEVALLOS , ATE - LIMA

Datos de la muestra

Calicada : C-1
 Muestra : M-1
 Profundidad (m) : 0.00-3.00
 Clasificación del suelo : GM ASTM D2487-17
 Estado del espécimen : Remoldeado
 Tasa de deformación : 0.75 %/min

Fecha de Recepción : 26/05/23
 Fecha de Ejecución : 27/05/23
 Fecha de Emisión : 01/06/23

ESPECÍMEN N°3

Deformación (%)	Esfuerzo Desviador (kPa)	σ_3 (kPa)	σ_1 (kPa)	P (kPa)	q (kPa)	Oblicuidad
0.0	0.0	400.0	400.0	400.0	0.0	1.00
0.1	61.8	400.0	461.8	430.9	30.9	1.15
0.2	106.4	400.0	506.4	454.2	54.2	1.27
0.3	147.8	400.0	547.8	474.0	74.0	1.37
0.4	182.3	400.0	582.3	491.2	91.2	1.46
0.5	213.3	400.0	613.3	506.7	106.7	1.53
1.0	336.0	400.0	736.0	566.0	166.0	1.84
1.5	426.0	400.0	826.0	614.0	214.0	2.07
2.0	500.9	400.0	900.9	650.4	250.4	2.25
2.5	550.7	400.0	950.7	675.3	275.3	2.38
3.0	606.3	400.0	1006.3	704.2	304.2	2.50
4.0	706.4	400.0	1106.4	750.2	350.2	2.75
5.0	777.1	400.0	1177.1	788.6	388.6	2.94
6.0	837.2	400.0	1237.2	818.8	418.8	3.09
7.0	885.3	400.0	1285.3	842.6	442.6	3.21
8.0	922.6	400.0	1322.6	861.3	461.3	3.31
9.0	951.4	400.0	1351.4	875.7	475.7	3.38
10.0	973.8	400.0	1373.8	886.9	486.9	3.43
11.0	991.2	400.0	1391.2	895.6	495.6	3.48
12.0	1004.7	400.0	1404.7	902.3	502.3	3.51
13.0	1011.8	400.0	1411.8	905.9	505.9	3.53
14.0	1014.7	400.0	1414.7	907.4	507.4	3.54
15.0	1016.0	400.0	1416.0	908.0	508.0	3.54
16.0	1015.4	400.0	1415.4	907.7	507.7	3.54
17.0	1008.9	400.0	1408.9	905.0	505.0	3.50
18.0	1004.6	400.0	1404.6	902.3	502.3	3.51
19.0	1002.1	400.0	1402.1	901.1	501.1	3.51
20.0	998.2	400.0	1398.2	899.1	499.1	3.50


 Jean Chavez R.
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto




 JAVIER FRANCISCO
 BULLOA CLAUDIO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CP N° 190667

Nota : Muestra remitida e identificada por el solicitante

Ejecutado por : Tec. J. Ch.



FORMULARIO

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

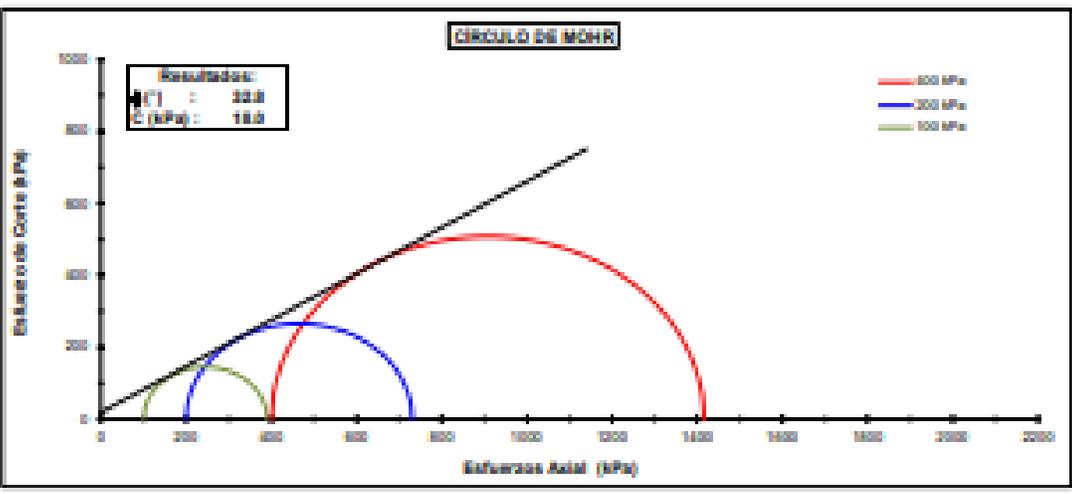
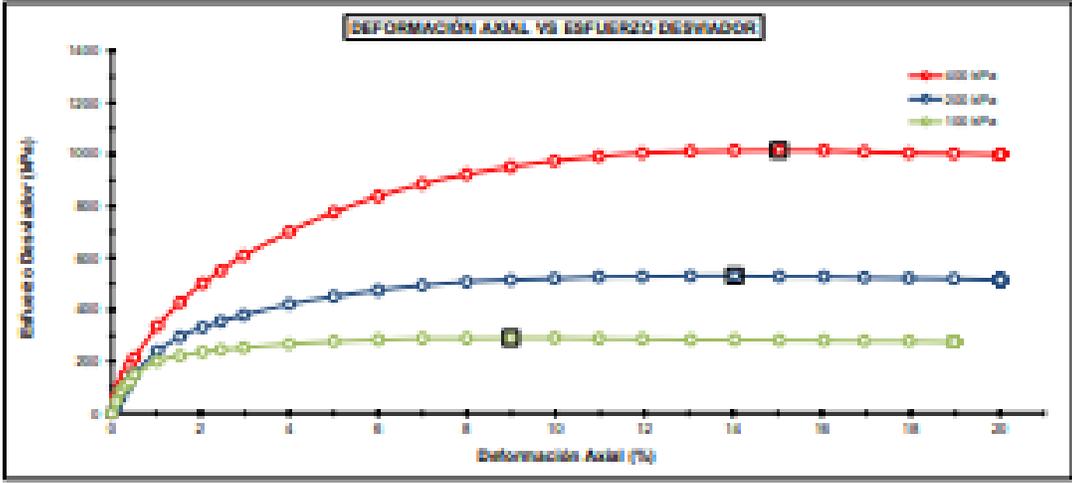
Código de Formulario : B-11
 Revisión : 3
 Fecha : 28/10/23
 Página : 8 de 8

**ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL
 NO CONSOLIDADO NO DRENADO (UU)
 ASTM D2980-19**

N° INFORME : JCH 23-126
SOLICITANTE : EDWIN ABDEL COOYLLO SILCA
PROYECTO : CONTROL DE DESPLAZAMIENTO DE TALUDES CON MUROS DE CONTENCIÓN POR GRAVEDAD Y BLOQUES DE PÓLÍESTIRENO EXPANDIDO DE ALTA DENSIDAD EN A.H. HORACIO ZEVALLOS_ATE - LIMA
UBICACIÓN : A.H. HORACIO ZEVALLOS_ATE - LIMA

Datos de la muestra
 Calcula : C-1
 Muestra : M-1
 Profundidad (m) : 0.50-3.00
 Clasificación del suelo : GM ASTM D4817-17
 Estado del espécimen : Remoldeado

Fecha de Recepción : 28/09/23
 Fecha de Ejecución : 27/09/23
 Fecha de Emisión : 01/10/23



Nota: Muestra recibida e identificada por el solicitante

Ejecutado por : Tec. J. Ch.

Jean Chavez R.
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



JAVIER FRANCISCO
 ULLIDA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193687

	FORMULARIO	Código de formulario : 0-11
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 2
		Fecha : 20/10/22
		Página : 8 de 8

**ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL
NO CONSOLIDADO NO DRENADO (UU)
ASTM D2850-15**

N° INFORME : JCH 23-138
 SOLICITANTE : EDWIN ABDEL COOYLLO SULDA
 PROYECTO : CONTROL DE DESLIZAMIENTO DE TALUDES CON MUROS DE CONTENCIÓN POR GRAVEDAD Y BLOQUES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO DE ALTA DENSIDAD EN A.H. HORACIO ZEVALLOS, ATE - LIMA
 UBICACIÓN : A.H. HORACIO ZEVALLOS, ATE - LIMA

Datos de la muestra

Calicata : C-1	Fecha de Recepción : 26/05/22
Muestra : M-1	Fecha de Ejecución : 27/05/22
Profundidad (m) : 0.00-3.00	Fecha de Emisión : 01/06/22
Clasificación del suelo : GM ASTM D2487-17	
Estado del espécimen : Remoldeado	



100 kPa



200 kPa



400 kPa


Jean Chavez R.
 Ttc. Suelos, Asfalto y Concreto




**JAVIER FRANCISCO
LILLO CLAUDIO**
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

Razón Social: Laboratorio de Suelos JCH S.A.C.
RUC: 206602256872

Jean Chavez R
Téc. Suelos, Asfalto y Concreto



JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CP N° 192667

De acuerdo a lo anterior encontramos que la capacidad admisible por el método de Meyerhof es de 3.2 kg/cm².

CÁLCULO DE CAPACIDAD DE CARGA PARA OBTENIENDO RESULTADOS SUPERIORES										
CONTROL DE DESPLAZAMIENTO DE VALDES CON BUNOS DE CONTENCIÓN POR ORDENAD Y BLOQUES DE POLIES RETIEND										
EXPANSIÓN DE ALTA DENSIDAD EN AL HORNO DE VALDES, ATE - LIBA										
Proyecto	CIMENTACIÓN								Cota (m)	0.00
Descripción	AL HORMIGÓN DE VALDES, ATE - LIBA								Fecha	May 2021
Ubicación	EDIFICIO DE VALDES, ATE - LIBA									
Solicitante	EDIFICIO DE VALDES, ATE - LIBA									
A. DATOS GENERALES										
Ángulo de fricción interna	2280 gr/m ³	Probabilidad de Punto de Cimentación	1.00 m	Exploración						
Cohesión	018 kg/cm ²	Probabilidad de Desplazamiento	0.00	M-2						
Peso unitario de Sobra Carga	205 gr/m ³	Probabilidad de No al Fractura	0.00 m							
Peso unitario del Suelo de Cimentación	169 gr/m ³	Factor de Seguridad	3.00							
Relación Área del Largo (B/L)	1.00	Cualificación SUCS del suelo de cimentación	GM							
Ancho de la base o diámetro de cimentación	1.00 m	Cimentación Anclada	Superficie							
(*) 1.0 Se asume ó sustrato (**) 0.03 m no indudablemente (***) Mínimo presente										
B. - FACTORES DE CORRECCIÓN DE CARGA										
Nc	37.980	C. - FACTORES DE FORMA		Sc	1.071					
Nq	26.077	Sc	1.044	Sq	1.044					
Ny	34.336	Sy	0.850							
D. - CARGA MÁX. ADMISIBLE										
DESPLAZANTE (Df) m	COTA RELATIVA	ANCHO (B) m	FACTORES POR N. F.			q _{adm} (kg/cm ²)	CARGA ADMISIBLE			
			n	w'	q _{adm} (kg/cm ²)					
0.5	-1.00	1.00	1.00	1.00	3.07	3.20	3.2			
0.8	-1.00	1.00	1.00	1.00	9.24	3.20				
1.0	-2.00	1.00	1.00	1.00	11.46	3.00				

METODO ELÁSTICO PARA EL CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS INMEDIATOS

$$\text{Formula : } S_i = \frac{qB(1-\mu^2)}{E_s} I_f$$

- Simbología :
- S_i = Asentamiento Probable (cm)
 - μ = Relación de Poisson (adimensional)
 - E_s = Módulo de Elasticidad (ton/m²)
 - I_f = Factor de Forma (cm/m)
 - q = Presión de Trabajo (ton/m²)
 - B = Ancho de La Cimentación (m)

Cuadros Auxiliares

TIPO DE SUELO	E_s (ton/m ²)	TIPO DE SUELO	μ (-)
ARCILLA MUY BLANDA	30 - 300	ARCILLA SATURADA	0.4 - 0.5
BLANDA	200 - 400	NO SATURADA	0.1 - 0.3
MEDIA	400 - 800	ARENOSA	0.2 - 0.3
DURA	700 - 2000	LIMO	0.3 - 0.35
ARCILLA ARENOSA	3000 - 4050	ARENOSA DENSAS	0.2 - 0.4
SUELOS GRACIAS	1000 - 10000	DE GRANO GRUESO	0.15
LOESSES	1000 - 6000	DE GRANO FINO	0.25
ARENA LIMOSA	500 - 2000	ROCA	0.1 - 0.4
ARENA SUELTA	1000 - 2500	LOESS	0.1 - 0.3
DENSA	3000 - 10000	HUELO	0.30
GRANJA ARENOSA DENSAS	3000 - 20000	CONCRETO	0.15
SUELTA	5000 - 14 000		
ARCILLA ESQUITOSA	14000 - 140000		
LOESSES	200 - 2000		

FORMA DE LA ZAFATA	VALORES DE I_f (cm)			
	DE PROFUNDIDAD			
UBICACION	centro	1/3	2/3	—
RECTANGULAR $L/B = 2$	103	77	130	120
$L/B = 5$	210	106	183	170
$L/B = 10$	254	127	225	210
CUADRADA	112	56	85	82
CIRCULAR	108	64	85	88

- Formulas : Para Estimar E_s :
- Arenas: $E_s = 50 (N + 15)$ ton/m²
 - Arena Arcillosa $E_s = 30 (N + 5)$ ton/m²
 - Arcillas Sensibles Normalmente Consolidadas
 - $E_s = (125 - 250) q_u$
 - Arcillas Poco Sensibles $E_s = 500 q_u$
 - N : SPT
 - q_u : Compresión Simple (ton/m²)


Jean Chavez R.
Téc. Suelos, Adhes y Concrete




JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. O.P. N° 193667

	FORMULARIO	Código : —
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Fecha : 12/11/20
		Página : 1 de 1

COMPRESIÓN DE CUBOS DE MORTERO

NTP 334.051

PROYECTO : JCH 23-130
SOLICITANTE : EDWIN ABDEL COOYLO SULCA
PROYECTO : CONTROL DE DESLIZAMIENTO DE TALUDES CON MUROS DE CONTENCIÓN POR GRAVEDAD Y BLOQUES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO DE ALTA DENSIDAD EN A.H. HORACIO ZEVALLOS, ATE -
FECHA : JUNIO DEL 2023

Muestra : Bloque de Poliestireno

N°	IDENTIFICACIÓN	Edad (días)	Dimensiones			AREA (cm²)	Carga Máxima		Resistencia	
			L (cm)	A (cm)	E (cm)		KN	Kg	(kg/cm²)	Mpa
1	Natural		10.0	10.1	10.0	100.6	29.8	3038	30	3.0
2	Natural		10.0	10.0	10.0	100.2	28.9	2949	29	2.9
3	Natural		10.1	10.0	10.0	100.7	29.6	3014	30	2.9
								Promedio	30	2.9

Equipos Usados
Máquina Compresión
Placa Ray


 Jean Chavez R.
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto




 JAVIER FRANCISCO
 ULLEDA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 160607

Observaciones : Muestra remitida e identificada por el Solicitante

ANEXO 4: CERTIFICADOS DE CALIBRACION DE LOS EQUIPOS UTILIZADOS

 **METROSYSTEMS S.R.L.**

Certificado de Calibración
MS - 0216 - 2023
PN014-050-2023
Página : 1 de 2

Solicitante LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

Dirección Av. Proceres de la Independencia N° 2232, Urb. San Hilarion Et. Uno, San Juan de Lurigancho - Lima.

Instrumento de medición: PRENSA UNIVERSAL

Marca HUMBOLDT

Modelo HM-5030.3F

Serie 190369EB26

Identificación SPE-004 (*)

Procedencia NO INDICA

Indicador

Marca HUMBOLDT

Modelo 5030

Serie NO INDICA

Alcance de indicación 5000 kgf

Resolución 0,1 kgf

Fecha de Calibración 2023-06-05

La calibración se efectuó en: **LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.**
Av. Proceres de la Independencia N° 2232, Urb. San Hilarion Et. Uno, San Juan de Lurigancho - Lima.

Método de Calibración
Determinación del error por comparación directa, tomando como referencia la ISO 7500-1 / ASTM E4.

Patrón de Calibración
Se utilizó indicador digital de fuerza patrón con certificado: MS-0570-2022.

Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	22,6 °C	22,9 °C
Humedad Relativa	62 %	63 %

Ing. Luis Peñaherrera Rebaza
CIP: 128840
METROSYSTEMS SRL

Fecha de emisión: **2023-06-06**

Av. Proceres de la Independencia Mz. A Lote. 20 Urb. Los Pinos
la Merced Cuadra Ocho con Av. Sta Rosa) - San Juan de Lurigancho - Lima
Tel: (511) 579 7648 / E-mail: contacto@metrosystemsperu.com
www.metrosystemsperu.com

**METROSYSTEMS**

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN
ACREDITADO POR EL ORGANISMO
PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LC-015



Registro LC-015

Certificado de Calibración MS - 0218 - 2023

FM014-050-2023

Página : 1 de 3

Solicitante LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

Dirección Av. Proceres de la Independencia N° 2232, Urb. San
Hilarión Et. Uno, San Juan de Lurigancho - Lima.

Instrumento de medición: PIE DE REY
Marca INSIZE
Modelo 1108300W
Serie 1002171539
Identificación EML-003 (*)
Procedencia NO INDICA
Intervalo de Indicación 0 mm a 300 mm
Resolución 0,01 mm
Tipo DIGITAL
Fecha de calibración 2023-06-06

El resultado del presente certificado no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce, y es válido únicamente para el objeto calibrado y se refieren al momento y a las condiciones en que fueron ejecutadas las mediciones, le corresponde al solicitante definir la frecuencia de recalibración en función de uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición. La incertidumbre de medición ha sido determinada con un factor de cobertura $k=2$ para un nivel de confianza aproximado de 95%.

La calibración se efectuó en: **LABORATORIO DE METROSYSTEMS SRL**
Av. Proceres de la Independencia N.º A Lt. 20 Urb. Los Pinos - S.J.L. - Lima.

Método de Calibración

Comparación Directa. Según el procedimiento de Calibración de Pie de Rey. PC-012 del SNM/INDECOPI, Quinta Edición Junio 2012.

Patrón de calibración

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado
Patrones de referencia del INACAL-DH	Bloques patrón Grado 0	LLA-C-021-2023
Patrones de referencia del INACAL-DH	Varilla cilíndrica con incertidumbre de 0,30 μ m	LLA-130-2023
Patrones de referencia del INACAL-DH	Anillo patrón con incertidumbre de 0,4 μ m	LLA-133-2023

Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21,1 °C	21,6 °C



Ing. Luis Peñaherrera Rebaza
CIP: 128840
METROSYSTEMS SRL

Fecha de emisión: 2023-06-06



METROSYSTEMS

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN
ACREDITADO POR EL ORGANISMO
PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LC-015



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Metrología
Acreditado

Registro INACAL - 015

Certificado de Calibración MS - 0218 - 2023

Página : 3 de 3

VALOR PATRÓN	ERROR DE CONTACTO LINEAL (L)
mm	µm
10,000	10,0

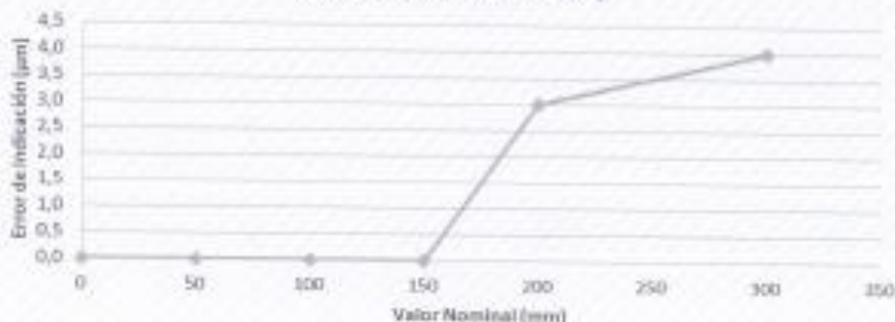
VALOR PATRÓN	ERROR DE CONTACTO DE SUPERFICIE COMPLETA (J)
mm	µm
10,000	10,0

VALOR PATRÓN	ERROR DEBIDO A LA DISTANCIA DE CRUCE DE LAS SUPERFICIES DE MEDICIÓN PARA MEDICIÓN DE INTERIORES (K)
mm	µm
4,998	10,0

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN : $[(17,16^2 + 0,027 \cdot L^2)]^{1/2}$ µm
L : INDICACIÓN EXPRESADO EN MILIMETROS

Error de indicación del pie de rey para medición de interiores = Error de indicación de exteriores + Error de cambio de escala de interiores a exteriores (S₁₋₂)
Error de indicación del pie de rey para medición de profundidad = Error de indicación de exteriores + Error de cambio de escala de profundidad a exteriores (S₂₋₃)

Error de indicación del Pie de Rey



ANEXO 5: INSTRUMENTOS DE VALIDACION

 <p style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: small;">LABORATORIO GEOTÉCNICO</p>	FORMULARIO	Código : Revisión :
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Fecha : Página :

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216, MTC E 108

Nº INFORME :
 SOLICITANTE :
 PROYECTO :
 UBICACIÓN :

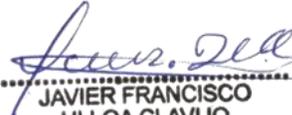
DATOS DE LA MUESTRA

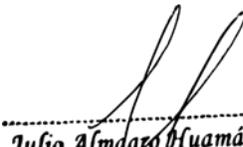
Cantera :	
Calicata :	
Muestra :	
Prof. (m) :	
Cota (msnm) :	Fecha de Recepción :
Coordenadas :	Fecha de Ejecución :
	Fecha de Emisión :

Recipiente Nº		
Masa de suelo humedo + recipiente	g	
Masa de suelo seco + recipiente	g	
Masa de recipiente	g	
Masa de agua	g	
Masa de suelo seco	g	
Contenido de agua	%	
Contenido de Humedad (%)		

Observación :
 Realizado por :

Equipos	Código


 JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667


 Julio Almagro Huamán Iturbe
 ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS
 Mg. Ing. CIVIL
 CIP 132844

}

	FORMULARIO	Código : Revisión :
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Fecha : Página :

COMPRESIÓN DE CUBOS DE EPS

NTP 334.051

PROYECTO :
SOLICITANTE :
PROYECTO :

FECHA :

Muestra

Nº	IDENTIFICACIÓN	Edad (días)	Dimensiones			AREA (cm ²)	Carga Máxima		Resistencia	
			L (cm)	A (cm)	E (cm)		KN	Kg	(kg/cm ²)	Mpa

<i>Equipos Usados</i>


 JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667


 Julio Almagro Huamán Iturbe
 ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS
 Mg. Ing. CIVIL
 CIP 132844

}

ANEXO 6: HOJA DE CALCULO DE MODELADO

Profesional Responsable:

Mg. Ing. Julio Huaman Iturbe

CIP: 132844

Julio Almagro Huamán Iturbe
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS
 Mg. Ing. CIVIL
 CIP: 132844

DISEÑO DE MUROS DE CONTENCIÓN POR GRAVEDAD

Modificar datos:

Cálculos automáticos

Resultados

Datos Iniciales

Datos del Muro

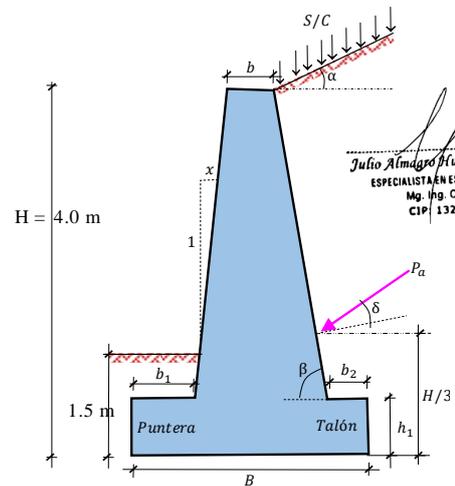
Peso específico del concreto	$\gamma_{\text{muro}} =$	2400	kg/m ³
Sobrecarga	S/C =	0	kg/m ²
Altura total	H =	4	m
Profundidad de desplante	D =	1.5	m

Datos del suelo de relleno

Peso específico del suelo relleno	$\gamma_1 =$	1700	kg/m ³
Ángulo de fricción	$\phi'_1 =$	32.8	°
Cohesión	$C'_1 =$	0.18	kg/cm ²
Ángulo de inclinación	$\alpha =$	0	°

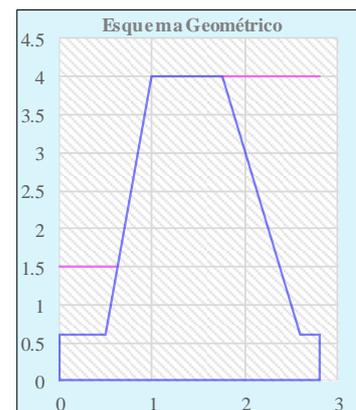
Datos del suelo de la base

Peso específico del suelo base	$\gamma_2 =$	1800	kg/m ³
Ángulo de fricción	$\phi'_2 =$	30	°
Cohesión	$C'_2 =$	0.18	kg/cm ²
Capacidad de carga	$\sigma_u =$	1.8	kg/cm ²



I. Predimensionamiento

Corona superior	$b_{\text{min}} =$	0.3 m	b =	0.75	m	
Ancho en la base	$0.5H \text{ a } 0.7H =$	(2 a 2.8)	B =	2.8	m	
Peralte en la zapata	$0.12H \text{ a } 0.17H =$	(0.48 a 0.68)	$h_1 =$	0.6	m	
Longitud de la punte	$0.12H \text{ a } 0.17H =$	(0.48 a 0.68)	$b_1 =$	0.5	m	
Longitud del talón			$b_2 =$	0.2	m	
Base de triángulo 1	mínimo S 2%	$S_{\text{real}} =$	13%	$t_1 =$	0.5	m
Base de triángulo 2			$t_2 =$	0.85	m	
Cálculo de ángulo			$\beta =$	76.0	°	



II. Fuerzas del empuje lateral en el muro

2.1. Empuje activo: teoría de Coulomb

Si se utiliza la teoría de Coulomb, será necesario conocer el ángulo de fricción (δ) del muro con el relleno.

Tipo de material de relleno: (Arena gruesa) $\delta =$ 32.8 ° *Cimentaciones- BRAJA M. DAS (Cap.8.3)*

$$K_a = \frac{\sin(\beta + \phi'_1)^2}{\sin(\beta)^2 * \sin(\beta - \delta) * \left(1 + \frac{\sin(\phi'_1 + \delta) * \sin(\phi'_1 - \alpha)}{\sin(\beta - \delta) * \sin(\alpha + \beta)}\right)^2} = 0.40155$$

donde:

(K_a) Coeficiente de empuje activo

$$H' = H + (t_2 + b_2) * \tan(\alpha) = 4.00 \text{ m}$$

$$P_a = 0.50 * K_a * \gamma_1 * H'^2 = 5.461 \text{ Ton/m}$$

}

2.2. Empuje pasivo: teoría Rankine

$$K_p = \tan\left(45^\circ + \frac{\phi'_1}{2}\right)^2 = 3.364 \quad \text{donde:} \\ (K_p) \text{ Coeficiente de empuje pasivo}$$

$$P_p = 0.5 * K_p * \gamma_2 * D^2 + 2 * C'_2 * \sqrt{K_p} * D = 16.716 \text{ Ton/m}$$

2.3. Fuerzas debido a la sobrecarga y empuje activo

2.3.1. Fuerza horizontal por la sobrecarga:

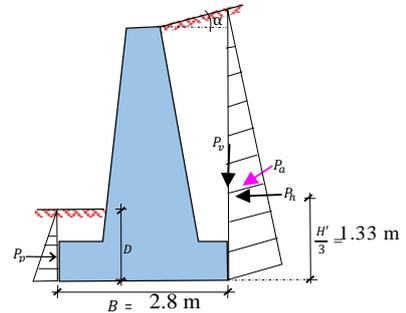
$$P_{SC} = K_a * H * S_c * \left(\frac{\sin(\beta)}{\sin(\beta + \alpha)}\right) = 0.00 \text{ Ton/m}$$

2.3.2. Componente vertical:

$$P_v = P_a * \sin(90^\circ - \beta + \delta) = 3.98 \text{ Ton/m}$$

2.3.3. Componente horizontal:

$$P_h = P_a * \cos(90^\circ - \beta + \delta) = 3.74 \text{ Ton/m}$$

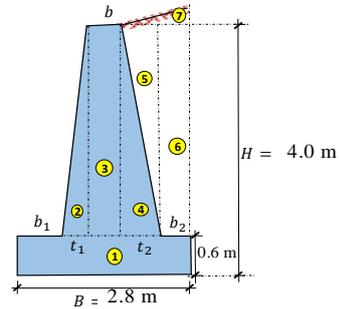


III. Verificación por volteo *Cimentaciones- BRAJA M. DAS (Cap.8.5)*

3.1. Momento resistente del muro

Figura	Área	Peso (ton/m³)	Parcial (ton)	Brazo (m)	Momento (ton-m)
1	1.68	2.4	4.03	1.400	5.64
2	0.85	2.4	2.04	0.833	1.70
3	2.55	2.4	6.12	1.375	8.42
4	1.445	2.4	3.47	2.033	7.05
5	1.445	1.7	2.46	2.317	5.69
6	0.68	1.7	1.16	2.700	3.12
7	0	1.7	0.00	2.450	0.00
Pv	-	-	3.98	2.800	11.15

$$\sum V = 23.26 \text{ Ton} \quad \sum M_R = 42.78 \text{ Ton-m}$$



Julio Almagro Huamán Turbe
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS
Mg. Ing. CIVIL
CIP 132844

3.2. Momento de volcamiento

$$\sum M_o = P_h * \left(\frac{H'}{3}\right) + P_{SC} * \left(\frac{H}{2}\right) = 4.981 \text{ Ton-m}$$

3.3. Verificación del factor de seguridad por volteo

2 < FSV < **3** *Cimentaciones- BRAJA M. DAS (Cap.8.5)*

$$FS_V = \frac{\sum M_R}{\sum M_o} = 8.588 \text{ Cumple}$$

IV. Verificación por deslizamiento *Cimentaciones- BRAJA M. DAS (Cap.8.6)*

Ángulo de fricción y cohesión entre el suelo y la cimentación:

$$\delta' = \frac{2}{3} (\phi'_2) = 20.0^\circ \quad c'_a = \frac{2}{3} (c'_2) = 0.12 \text{ kg/cm}^2$$

Fuerza horizontal resistente:

$$\sum F_{Rv} = \sum V * \tan(\delta') + B * c'_a + P_p = 11.82 \text{ Ton/m}$$

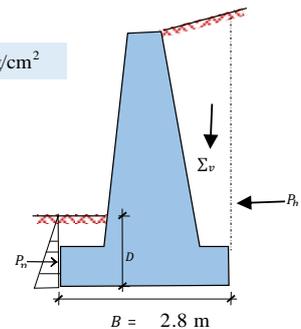
Fuerza horizontal de empuje:

$$\sum F_d = P_h + P_{SC} = 3.74 \text{ Ton/m}$$

Verificación Factor de seguridad por deslizamiento

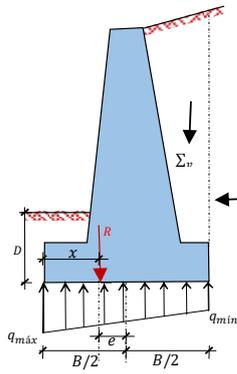
1.5 < FS_D < **3**

$$FS_D = \frac{\sum F_{Rv}}{\sum F_d} = 3.165 \text{ Cumple}$$



}

V. Verificación por capacidad de carga



5.1. Posición de la resultante

$$x = \frac{\sum M_R - \sum M_o}{\sum V} = 1.625 \text{ m}$$

5.2. Excentricidad respecto a la resultante $e < B/6$

$$e = \frac{B}{2} - x = -0.23 \text{ m} < B/6 = 0.47 \text{ m} \text{ OK, cumple}$$

5.3. Presiones en el terreno

$$\sigma_{max} = \frac{\sum V}{B} \left(1 + \frac{6 * e}{B} \right) = 0.430 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_u = 1.8 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK}$$

$$\sigma_{min} = \frac{\sum V}{B} \left(1 - \frac{6 * e}{B} \right) = 1.231 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_u = 1.8 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK}$$

Julio Almagro Huamán Iturbe
 ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS
 Mg. Ing. CIVIL
 CIP 132844