



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Mejoramiento de Capacidad Portante del Suelo en Obras Viales
con la Utilización de Geosintéticos en Juliaca, San Román, 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Belizario Barreda, César (ORCID: 0000-0002-9186-1329)

ASESOR:

Ms. Ing. Barrantes Mann, Luis Alfonso Juan (ORCID:0000-0002-2026-0411)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura vial

LIMA - PERÚ

2022

Dedicatoria

Dedico este trabajo a Dios, por concederme la dicha divina de la vida. a mis Padres y Hermanos y a mi novia por su apoyo incondicional, desde el inicio de mi vida y durante el transcurso de mi formación académica, además de haberme forjado e inculcado valores y actitudes, necesarios para ser una persona de bien, en la sociedad. Los quiero mucho.

Agradecimiento

Agradezco a Dios y a mi asesor Mg. Ing. Barrantes Mann Luis Alfonso Juan, por el apoyo brindado en la elaboración de la presente tesis y a mis docentes por guiarme a lo largo de mi etapa universitaria.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|---|------|
| Carátula..... | i |
| Dedicatoria | ii |
| Agradecimiento | iii |
| Índice de contenidos..... | v |
| Índice de Gráficos y Figuras..... | vi |
| RESUMEN | vii |
| ABSTRACT | viii |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO..... | 6 |
| III. METODOLOGÍA..... | 26 |
| 3.1. Tipo y Diseño de Investigación | 26 |
| 3.1.1. Tipo de investigación..... | 26 |
| 3.1.2. Diseño de investigación..... | 26 |
| 3.2. Variables y operacionalización. | 27 |
| 3.2.1. Variables..... | 27 |
| 3.2.2. Operacionalización de variables..... | 28 |
| 3.3.1. Población y Muestra..... | 30 |
| 3.5. Procedimientos: | 33 |
| 3.6. Método de análisis de datos: | 33 |
| 3.7. Aspectos éticos: | 33 |
| IV. RESULTADOS:..... | 34 |
| V. DISCUSIÓN..... | 45 |
| VI. CONCLUSIONES. | 48 |
| V II. RECOMENDACIONES. | 49 |
| REFERENCIAS..... | 50 |
| ANEXOS | 53 |

Índice de Tablas

| | |
|---|----|
| Tabla N° 1: Los polímeros Utilizados en la fabricación de geosintéticos..... | 11 |
| Tabla N°2: Funciones de geosintéticos..... | 17 |
| Tabla N°3: Aplicación de geosintéticos en campo..... | 20 |
| Tabla N°4: propiedades geotextiles..... | 21 |
| Tabla 5 Sistema de clasificación de suelos AASHTO..... | 23 |
| Tabla 7: Matriz de operacionalización de variables..... | 29 |
| Tabla N° 09. Tamiz granulométrico..... | 37 |
| Tabla N° 10: Resultados de los ensayos de límites de Atterberg..... | 38 |
| Tabla N° 11: Resultados del Proctor Modificado Calicatas 1y2..... | 39 |
| Tabla N° 12: Resultados de los ensayos del CBR sin Refuerzo..... | 40 |
| Tabla N° 13: Resultados de los ensayos del CBR CON refuerzo de geotextil..... | 41 |

Índice de Gráficos y Figuras

| | |
|---|----|
| Figura N°1: Geotextil | 13 |
| Figura N°2: Geomembrana | 14 |
| Figura N°3: geomalla Biaxiales, Geo-redes | 15 |
| Figura N°4: Geo-compuesto | 16 |
| Figura N° 5: Geoceldas..... | 16 |
| Figura 6 separación..... | 18 |
| Figura 7 Refuerzo con geomalla | 19 |
| <i>Figura: N° 8 Población</i> | 30 |
| Figura N°9: Fuente. Google earth. | 31 |
| Figura N°10: Diagrama de procedimiento | 32 |
| Figura N°11: Ubicación satelital del área | 34 |
| Figura N°12:Secciones de plataforma | 36 |

RESUMEN

El objetivo de esta investigación, Mejoramiento de capacidad portante de suelo en obras viales de Juliaca, san Román, 2022. Se espera como determinar manera influye la utilización de geotextil, geomalla en la mejora de la capacidad portante de Av. Circunvalación Oeste, Distrito de Juliaca para ello, se utilizó tablas de recolección de datos en el situ y/o, trabajo de campo se corroboró las características más relevantes de la Avenida, y se realizó ensayo para identificar el tipo de suelo y determinar la estructura vial más efectiva.

Luego de contrastar los resultados obtenidos de los autores, y los resultados obtenidos de la investigación, mejora de la capacidad de portante de la avenida, teniendo en cuenta los factores ambientales. La utilización de geosintéticos, puede generar un menor emisiones de CO₂ producidas por maquinarias, lo que prorroga significativamente concertado al diseño tradicional AASTHO 93.

En el presente estudio se realizado el uso de geotextil para el reforzamiento del suelo de baja capacidad portante en la avenida Circunvalación Oeste de Juliaca. Los geosintéticos, (geotextiles) se encargan de dividir el esfuerzo de carga, mejorando así el suelo, también se presenta las diferentes propiedades, características y funciones de geosintéticos que se utilizan en la rama de ingeniería.

Palabras Claves: Geosintéticos, Separación, Protección, Estabilización, Estudio De Suelos.

ABSTRACT

The objective of this research, Improvement of bearing capacity of soil in road works of Juliaca, San Román, 2022. It is expected how to determine how the use of geotextile, geogrid influences the improvement of the bearing capacity of Av. Circunvalación Oeste, Distrito de Juliaca for this, data collection tables were used in situ and/or, field work corroborated the most relevant characteristics of Avenue, and a test was carried out to identify the type of soil and determine the road structure more effective.

After contrasting the results obtained from the authors, and the results obtained from the investigation, improvement of the bearing capacity of the avenue, taking into account environmental factors. The use of geosynthetics can generate lower CO2 emissions produced by machinery, which significantly extends the traditional AASTHO 93

In the present study, the use of geotextile was carried out for the reinforcement of the low bearing capacity soil in the Avenida Circunvalación Oeste de Juliaca. The geosynthetics, (geotextiles) are responsible for dividing the load effort, thus improving the soil, the different properties, characteristics and functions of geosynthetics that are used in the engineering branch are also presented.

Keywords: Geosynthetics, Separation, Protection, Stabilization, Soil Study.

I. INTRODUCCIÓN

Las carreteras son una pieza clave en el desarrollo socio económico del territorio en todos los países. Si no se lleva a cabo un procedimiento de construcción exhaustivo, las carreteras son un componente crucial en el crecimiento socioeconómico de los países. En el transcurso del flujo de transporte, éste se erosiona lenta y casi silenciosamente. Sin un mantenimiento adecuado, la carretera se deteriora mucho más rápido de lo que lo hubiera hecho en otras circunstancias, sobre todo durante la primera mitad o dos tercios de su vida útil. Este es el aspecto de una típica construcción de pavimento flexible. El terreno natural, la mejora de la subrasante, la base granular y la estructura del ligante asfáltico se deterioran con el paso del tiempo como consecuencia del constante tráfico de transporte, pero sobre todo del tráfico pesado, de las lluvias y de los cambios de temperatura. Los geosintéticos son materiales hechos de polímeros que están diseñados para reforzar y mejorar las condiciones del suelo mediante la incorporación de polímeros al mismo. Es el geotextil el que actúa como barrera entre la estructura del pavimento y el suelo natural, impidiendo la mezcla del suelo y preservando la capacidad portante de la estructura del pavimento, a la vez que consigue un alto grado de compactación entre la estructura del pavimento y el suelo natural. Como ventaja añadida, regula el exceso de humedad del suelo natural, evitando la migración de partículas y mejorando el grado de consolidación del suelo. Este tipo de geosintético se utiliza para reforzar, estabilizar y aumentar la resistencia a la tracción de la base granular. Permite que la base granular soporte grandes cargas, ya que distribuye las cargas de manera uniforme en el lecho granular. Los geocompuestos de refuerzo están formados por una mezcla de geosintéticos de refuerzo. Debido a las numerosas ventajas que ofrecen los geosintéticos en la construcción de carreteras, su utilización se ha ampliado enormemente en las últimas décadas. Esto incluye factores como: la simplicidad de la instalación, los bajos costes de adquisición, la reducción del efecto medioambiental debido a la disminución de las emisiones, la calidad probada y la durabilidad a largo plazo de las propias carreteras. En el estudio la utilización de geosintéticos en obras viales de Juliaca, presenta como una alternativa de construcción viable.

1.1. Descripción de la Realidad Problemática.

En todo el planeta, la ingeniería ha ganado una amplia variedad de opciones de actuación mediante el uso de geosintéticos, lo que le permite ampliar sus capacidades al tiempo protegiendo el ambiente y utiliza los recursos de la naturaleza en todo su potencial. Debido al continuo aumento de los costes asociados a la comercialización, fabricación y uso de los materiales geosintéticos, esto representa una mejora significativa.

Es difícil comparar la proporción de proyectos de pavimentación en todo el mundo que emplean geosintéticos. En lo que respecta a la construcción de carreteras, alrededor del 90% de todos los proyectos de carreteras en los países en los que se utilizan ampliamente los geosintéticos emplean alguna clase de geosintético a fin del mejoramiento de las condiciones de la obra.

Evidentemente, el tipo de proyectos construidos y el grado de integración de la tecnología geosintético en la ingeniería local tienen un impacto sustancial en esta proporción. (Koerner, 1997, p.123)

El uso de geosintéticos en el terreno se viene desarrollando en América Latina desde los años 70, siendo Colombia el primer país en hacerlo una década después. Sin embargo, la mayoría de los materiales geosintéticos utilizados en las infraestructuras viales de todo el mundo han podido entrar en el país a pesar de este hecho. Al igual que en el resto del mundo, Colombia utiliza geotextiles, o geomallas, para ayudar a la estabilización del suelo. La Corporación Colombiana de Operaciones Públicas (PAVCO) no emplea geotextiles o geomallas para la repavimentación, salvo en algunos casos, y ello no se debe a cuestiones técnicas o económicas, sino a deficiencias ideológicas sobre la calidad de las obras viales (2002).

La diversidad de climas y las variaciones de temperatura según las estaciones del año distinguen al Perú de otros países del mundo, por lo que las carreteras del país atraviesan varias regiones húmedas. También es necesario ampliar y divulgar los gastos de los plazos de obra y construcción en lugares donde no hay materiales granulares para la mejora de estos. Desde la antigüedad, una de las opciones para

hacer frente a estas situaciones ha sido la estabilización del suelo, que puede llevarse a cabo de diversas formas, las más comunes de las cuales son la excavación de sustitución, la estabilización química y la estabilización mecánica. Sin embargo, todos estos métodos tienen consecuencias negativas para el medio ambiente. Aparte de eso, aumentan los costes asociados a la viabilidad económica del proyecto. En 2018, Guzmán (2018, p. 16)

En el desarrollo de la capacidad de carga del suelo influirán los geosintéticos en Juliaca. un proyecto de ingeniería civil En busca de rellenos y taludes que brinden protección. Considerado un nuevo enfoque para el diseño de pavimentos, con resultados beneficiosos obtenidos a través de la mejora de los suelos blandos, principalmente los compuestos por limos y arcillas de plasticidad variable como materiales constitutivos.

Por ello, a través de este estudio queremos conocer el impacto de la construcción de carreteras en el corredor Juliaca-San Román.

Los niveles extremadamente altos de humedad en la base de la carretera son la causa principal del deterioro y la degradación temprana de la carretera. El 90% de los problemas de humedad en la subrasante y la base son causados por la lluvia que atraviesa la superficie de la carretera y llega a la subrasante o la base. Especialmente cuando la base está húmeda como consecuencia de las lluvias recientes, las grandes cargas provocadas por los grandes camiones pueden causar daños catastróficos en las carreteras.

En consecuencia, es muy frecuente que estos fallos sean causados por una instalación inadecuada de geosintéticos durante los proyectos de construcción de carreteras. La mala preparación del subsuelo y las prácticas insuficientes de construcción de carreteras son las causas fundamentales de estos problemas.

1.2. Problema General.

¿Cómo mejora la capacidad portante del suelo con la utilización de los geosintéticos en obras viales de Juliaca, san Román 2022?

1.2.1. Problemas Específicos

- ¿Mejora la capacidad portante del suelo con la utilización de geosintéticos en obras viales de Juliaca, san Román 2022?
- ¿La utilización de geosintéticos en obras viales para la mejora de capacidad portante del suelo en Juliaca, san Román 2022?
- ¿Las propiedades mecánicas y físicas influyen en la mejora de capacidad portante del suelo en las obras viales de Juliaca, San Román 2022?

1.3. Justificación

La importancia de la investigación se basa al empleo de geosintéticos sugeridos en evitar la formación de fisuras y grietas, de forma temprana o para alargar el periodo en el que puede producirse la fisuración de los pavimentos nuevos que pueden generar variados cambios de rigidez que puede tener su base o tipo de apoyo. el uso geomallas, geotextiles; nos permite la mejora de capacidad portante suelo en obras viales de Juliaca.

Koerner (2012) Por otro lado, la utilización de geotextiles de filtración como envolvente de subrasante busca evitar la contaminación exclusiva de suelos finos retardando su posible colmatación (p. 18).

1.4. Objetivos Generales

- ❖ ¿Determinar la mejora capacidad portante utilizando geosintéticos en obras viales de Juliaca, San Román 2022?

1.4.1. Objetivos Específicos

- ❖ Determinar la utilización de geosintéticos para la capacidad portante del suelo en obras viales de Juliaca, san Román 2022.
- ❖ Determinar la mejora de la capacidad portante del suelo, con geosintéticos en obras viales de Juliaca, san Román 2022.
- ❖ Determinar las propiedades mecánicas y físicas que influyen en la mejora de la capacidad portante del suelo, en obras viales de Juliaca. San Román 2022.

1.5. Hipotesis General

- ✓ El uso geosintéticos mejora la capacidad portante del suelo en obras viales de Juliaca, san Román 2022.

1.5.1 Hipótesis Específicos

- ✓ Uso de geosintéticos influye la mejora de capacidad portante del suelo en obras viales de Juliaca, san Román 2022.
- ✓ Uso de geotextil mejora la capacidad portante del suelo en obras viales de Juliaca, San Román 2022.
- ✓ Las propiedades mecánicas y físicas influye en la mejora de capacidad portante del suelo en las obras viales de Juliaca, san Román 2022.

II MARCO TEÓRICO.

2.1. ANTECEDENTES.

2.1.1. Antecedentes Internacionales.

Según Beltrán, B. (2013). Realizó la investigación titulada, “Ventajas de la utilización de geosintéticos para el refuerzo de pavimento en la carretera 7 estación Transmilenio Museo nacional”.

El objetivo de esta tesis es la finalidad de este trabajo es demostrar, mediante el uso de un caso de estudio específico, los beneficios de emplear geosintéticos como forma de refuerzo para prolongar la vida útil de un pavimento y prevenir la fisuración temprana.

Según las conclusiones técnicas del estudio, los geosintéticos son productos que puede ayudar a optimizar los procedimientos constructivos. Esta es la aportación más significativa de esta investigación. Por último, cabe mencionar que el uso de estos productos, además de prolongar la vida útil del pavimento, actúa como refuerzo del mismo en edificios antiguos, lo que puede ser beneficioso.

Según Alberto, (2020). Realizó la investigación “Aplicación de geosintéticos en vías terciarias: caso de estudio municipio de carurú departamento del Vaupés”

Su objetivo es la optimización de las carreteras nacionales es muy importante, ya que el rendimiento de estas vías está directamente relacionado con el desarrollo económico de las regiones circundantes y, por tanto, con el rendimiento general del país en su conjunto. Sin embargo, a nivel nacional, la mayoría de las carreteras presentan un rezago importante en cuanto a su conformación y tiempo de servicio, que muchas veces no retribuye los gastos de construcción y no satisface las demandas de las comunidades atendidas por ellas (Guerra, 2019). La mayoría de las veces, las razones más frecuentes de los defectos de las carreteras en Colombia tienen poco que ver con cuestiones geológicas. El mal uso del suelo, los problemas de erosión no resueltos, la ingeniería son factores que contribuyen a estos desafíos (Guerra, 2019). Las evaluaciones de las carreteras terciarias están en peligro, ya

que mayormente los recursos se destinan al mantenimiento y no al nuevo desarrollo. Por ello, es cada vez más necesario incluir diseños eficaces en la construcción de carreteras para mejorar la calidad de las mismas y aumentar el número de carreteras eficientes en la nación, especialmente en las regiones rurales, donde hay más deficiencias y menos inversión.

Según Quijije (2019). “Reforzamiento del suelo con la utilización de geotextiles y geomallas aplicado en la ciudad de Manta”

El objetivo de este se trata de suelos con poca capacidad portante, se ha comprobado la eficacia de las geomallas y los geotextiles como materiales de refuerzo. Están diseñados para mejorar la capacidad portante (resistencia) de la estructura y, al mismo tiempo, disminuir las deformaciones globales (asentamientos). El uso de geomallas en las carreteras tiene un beneficio económico favorable, ya que minimiza la cantidad de movimiento de tierras necesario. En cuanto a la tecnología, prolonga la vida útil de los pavimentos en una cantidad significativa. En cuanto al efecto medioambiental, las actividades que utilizan esta tecnología tienen una menor huella de carbono. Los anuncios en todo el país, especialmente en las regiones rurales, donde hay más carencias y menos inversiones.

Según Leiva (2011). “Cuantificación del efecto de confinamiento de un geosintéticos en estructuras de pavimento”

El de esta tesis es el resultado de los procesos geológicos que crearon los suelos de Costa Rica que se encuentran allí. Se ha determinado que la meteorización de los suelos residuales y transportados ha dado lugar a la formación de suelos que plantean problemas de ingeniería. Los limos blandos, los limos colapsables, las arcillas altamente expansivas, los suelos arcillosos orgánicos, etc., son ejemplos de tipos de suelos que podrían discutirse.

En su mayor parte, la degradación de las obras de infraestructura vial en nuestra nación se debe al deterioro de la capacidad portante del suelo, haciendo imprescindible cambiar las metodologías de construcción y los procedimientos de

control de calidad. Debido a su bajo coste, los geosintéticos han surgido como una opción de bajo coste que no degrada la integridad estructural del revestimiento del pavimento.

Según Amado, (2009). “estado del Arte de los Geosintéticos Para el Diseño de Obras Civiles”.

El objetivo de esta tesis URU. La finalidad principal de este estudio es investigar a fondo el estado actual de los geosintéticos en la construcción de estructuras e infraestructuras de ingeniería civil.

El planteamiento del diseño con geosintéticos debe garantizar la optimización de los factores que inciden en la materialización del proyecto es la aportación más importante de esta investigación; esta aportación más significativa de esta investigación. Por lo tanto, se requiere la construcción de un método para evaluar las diferentes opciones de diseño con el fin de determinar si un diseño en particular es factible y cumple con todos los criterios de evaluación.

2.1.2. Nacionales

Según Sicha, (2018). “Diseño con geosintéticos para la fundación de separación, filtración y refuerzo en pavimentos flexibles”.

La finalidad de este estudio es, dar una noción común sobre el diseño de sistemas de separación y filtración que emplean geotextiles y geomallas como refuerzo, así como aplicar metodologías de diseño alternativas y analizar el efecto económico y técnico de la utilización de estos materiales.

Según Núñez, (2016). La finalidad de este estudio es, estudiar las características física-mecánica de la carretera mediante el uso de geosintéticos, para reducir la dimensión de las capas estructurales y optimizando el tiempo y el coste de ejecución, a la vez que se examinan las consecuencias positivas y negativas de su uso a lo largo del tiempo, así como los efectos de su uso en el entorno.

Según Chorres, (2017). “Uso de geotextiles para la mejora del suelo de las cimentaciones superficiales en suelos arenosos, Asentamiento Humano Pachacútec Distrito de Ventanilla”.

El objetivo de esta tesis es, emplear cimientos poco profundos, hay que comprobar que la resistencia del suelo en composiciones arenosas con escasas características de resistencia puede mejorarse mediante el uso de geotextiles.

Según Taípe y Tovar. (2012). “Comportamiento del Pavimento Flexible con el Uso de Geomalla en el Distrito de Lircay, Km 00+010 Camino a Ocopa, Departamento de Huancavelica”.

La finalidad de este estudio es, comprender el comportamiento del pavimento flexible cuando se utilizan geomallas como alternativa al refuerzo de la construcción.

La utilización de los geosintéticos como refuerzo ha sido la aportación más significativa de este estudio, ya que el objetivo de esta técnica es disminuir el espesor en construcción de pavimento flexible. Se reducen los gastos de construcción sin dejar de cumplir los criterios, preservando la calidad y los requisitos solicitados, y manteniéndose dentro de la vida útil que se había previsto inicialmente.

Según Silva (2016). “Comportamiento del Pavimento Flexible con el Uso de Geomalla en el Distrito de Lircay, Km 00+010 Camino a Ocopa, Departamento de Huancavelica”

La finalidad de este estudio es, en una parte de la calle Alemania - La molina - Cajamarca, verificar la mejora de la subrasante utilizando geomallas multiaxiales de los tipos TX160 y TX140.

La contribución más significativa de este estudio fue el uso de geomallas multiaxiales para la estabilización del suelo en esta región. Se utilizaron las características de diseño adecuadas, como el número de ejes pasantes, la profundidad máxima de surco, la carga axial y el CBR. A continuación, los datos se analizaron con el programa Spectra Pave 4.0. Como consecuencia, utilizando las geomallas multiaxiales Tx140 y Tx160, se consiguió una mejora de la capacidad

portante de la subrasante y una disminución del espesor de ahorro de material del 54% y el 72%, respectivamente.

2.1.3. Local

Según Chura y Romero. (2017). “Estabilización de suelos cohesivos mediante el uso de geomallas, geotextil, cal y cemento con fines de pavimentación en el tramo de acceso del km 00+000 al km 00+750 del campus universitario UPEU Juliaca”

La finalidad de este estudio es, utilizar el cemento, la cal, los geotextiles y las geomallas para estabilizar los suelos cohesivos. Se realizó de acuerdo a la Norma MTC.2014 y RNE para extraer muestras y caracterizarlas en el laboratorio. Las variables de investigación incluyeron parámetros físicos (IP, LP, LL), compactaciones (k) y CBR (proporción), también volúmenes de pavimento como variable de respuesta. Estabilizando 2 clases de suelos con adiciones de cal que iban del 0% al 6%, así como con las mismas cantidades de cemento, y se analizaron de cada muestra 4 resultados (C-4 y C-1). Cuando el contenido óptimo de cal se define como el 3% y el contenido de cemento como el 4%, el espesor del diseño de los pavimentos de la capa sub-base y base se reducen en un 15%³⁸, del 20% al 36%. El uso de refuerzos de geomalla triaxial y biaxial disminuye el espesor de la capa base del 23,08% al 30,77%, el de la subbase al 28% y el del geotextil tejido al 19,23%. La parte de acceso de la UPeU del diseño del pavimento se beneficia de la estrategia MTC-2014, que reduce los espesores de las capas al incluir materiales estabilizadores como la cal y el cemento, así como refuerzos como la geomalla y el geotextil.

2.2. Teorías relacionadas al tema.

Pavco (2009) menciona, Si al menos uno de los componentes de un producto está hecho de polímero natural o sintético, el producto puede clasificarse como tal. Las estructuras tridimensionales, las láminas, los mantos y los filtros se utilizan para transmitir los datos. Se aplican en el ámbito de la geotecnia o la ingeniería civil cuando están en contacto con el suelo u otros materiales (p.5).

Las geomembranas de polietileno endurecido (HDPE Geomembranas) aumentan la resistencia a la tracción, mejoran la estabilidad de la carretera y el comportamiento del pavimento frente a la tracción. Son muy beneficiosas en la restauración de carreteras y zonas pavimentadas en las que se han producido fracturas, ya que ayudan a prevenir la aparición de futuras fracturas y aumentan la fiabilidad de la reparación.

Tabla N° 1: Los polímeros Utilizados en la fabricación de geosintéticos.

| POLIMEROS | TIPO DE GEOSITETICO | VENTAJAS | DESVENTAJAS |
|----------------------------|--|---|--|
| Polietileno | Geotextiles | Actividad química nula en soluciones acidas y básicas. Bajo costo. | Modulo elástico reducido. Deformabilidad Bajo carga constante. |
| Polipropileno (PET) | Geomembranas Geocompuestos Geomallas | | |
| Poliéster (PET) | Geomallas Geotextiles Geocompuestos | Elevado modulo elástico Baja deformabilidad bajo carga constante. | |
| Cloruro (PVC) | Geomembranas Geocompuestos | | |
| Poliamida (PA) | Geotextiles Geocompuestos Geomallas | Módulo de elasticidad Resistencia a la abrasión alta. | Pedida de las características mecánicas por permanencia prolongada en agua. Costo elevado |

Elaboración propia

Fuente: (MACCAFERRI).

Define Koerner (1998). Se describen como geosintéticos los siguientes materiales en los que las nervaduras paralelas están unidas por agujeros de tamaño suficiente para permitir el enclavamiento de los materiales que entran en contacto entre sí. Como se ha indicado anteriormente, la función principal de este material es actuar como refuerzo del suelo, la piedra u otros materiales geosintéticos de su entorno inmediato.

2.3. Clasificación según el método de fabricación.

Los geocompuestos, las redes geológicas, las geomembranas, las geomallas, los geotextiles y las mantas para la gestión y el control de la erosión son ejemplos de geosintéticos que se utilizan a menudo y se crean a partir de una mezcla de propiedades.

2.3.1. Geotextiles

Pavco, (2009). lo define como “material textil polimérico (sintético o natural) plano y permeable que puede ser de punto, no tejido o tejido, y que se utiliza en contacto con el suelo (tierra, rocas, etc.) u otros materiales en ingeniería civil con fines geotécnicos” (p. 5)

Según el método de fabricación se clasifican:

2.3.2. Geotextiles tejidos

Se crean tejiendo cintas en un telar. Estos tejidos pueden ser calados o de punto, según el estilo.

Las cintas de trama se utilizan para crear textiles calados, que se crean mediante cintas de urdimbre (en la dirección longitudinal) y cintas de trama (en la dirección transversal). Su resistencia a la tracción es biaxial (es decir, es la misma en ambas direcciones de fabricación) y puede ser bastante elevada en algunos casos, según el material (dependiendo de las características de las cintas utilizadas). Su estructura interior es completamente plana.

Los tejidos de punto se fabrican con máquinas de tricotar que utilizan hilos entrelazados. Según se creen en máquinas circulares y de punto, o en máquinas Ketten y Raschel, su resistencia a la tracción puede ser biaxial o multiaxial. Es tridimensional en su estructura.

2.3.3. Geotextiles No Tejidos

Su estructura se produce por una capa laminar de fibras o filamentos que se superponen, siendo la estructura reforzada por una variedad de sistemas, dependiendo del método que se haya utilizado para fijar las fibras o filamentos. Los geotextiles, que tienen la apariencia de un tejido y se utilizan en aplicaciones de refuerzo, drenaje, filtración, separación y control de la erosión, con apariencias de tela.



Figura N°1: Geotextil

2.3.4. Geomembranas.

Cuando se emplean en ingeniería geotécnica, se denominan barreras o revestimientos impermeables, y suelen utilizarse junto con cualquier forma de materiales relacionados para limitar el movimiento de fluidos. Estas láminas poliméricas de PVC son continuas, y la lámina blanda es excelente para la limitación de productos químicos, así como para el almacenamiento de residuos sólidos en depósitos de hormigón o acero de diversos tamaños. Su uso principal es el

revestimiento de depósitos de agua, lagunas y canales, así como la regulación de las fuerzas erosivas en el entorno.



Figura N°2: Geomembrana

2.3.5. Geomallas Biaxiales.

Se trata de materiales que tienen un aspecto de malla abierta; la aplicación limita el material granular mediante el enclavamiento de los áridos, y la apertura tiene una fuerte adherencia entre las distintas capas granulares de la estructura del pavimento, además de la resistencia a la tracción en las capas base.

2.3.6. Geo-redes.

Material de malla abierta compuesto por filamentos gruesos de polímero que crea una manta con un nivel particular de porosidad y es capaz de transportar un volumen significativo de gas y líquidos al interior del vehículo.



Figura N°3: geomalla Biaxiales, Geo-redes

2.3.7. Geocompuestos.

Un geotextil y una geomalla se utilizan conjuntamente para crear este sistema. Se combinan las mejores características y funciones de cada uno de ellos. El hecho de que pueda ejecutar trabajos como la separación de la capa de base granular o tierra fina y la conexión del geotextil no tejido con la geomalla es una prueba más de su superioridad para resolver los problemas de formación y conducción de fluidos. Estas interacciones permiten reforzar el suelo, completar la separación de la geomalla y obtener el mejor efecto filtrante de los distintos tipos de suelos. También tienen una alta resistencia a la tracción combinada con un módulo alto o elástico, un excelente rendimiento en un entorno atmosférico y son menos susceptibles de sufrir daños mientras se instalan.



Figura N°4: Geo-compuesto

2.3.8. Geoceldas.

Es una red tridimensional de grosor moderado formada por lamas de polímero que se unen para crear unidades interconectadas, que luego se rellenan con tierra y ocasionalmente con hormigón. Este sistema adelgaza la estructura del pavimento y sustituye los materiales granulares de alta calidad por materiales in situ, con lo que se reduce el espesor total.



Figura N° 5: Geoceldas

2.4. Funciones y Campos de Aplicación.

Hay muchos geosintéticos diferentes que se utilizan en distintas aplicaciones, ya sean no tejidos o tejidos, ya sean carreteras sin pavimentar o pavimentadas. Las funciones que desempeña cada tipo de geosintético pueden modificarse en una gran variedad de aplicaciones, como la minería, la agricultura, los vertederos, los canales, los embalses, los túneles, los sistemas de drenaje, los terraplenes, las cimentaciones ferroviarias, los aeródromos, los campos deportivos y la acuicultura. En la mayoría de los casos, el uso de geotextiles puede realizar muchas tareas al mismo tiempo, aunque siempre hay una función principal que depende del material que se utilice. Las aplicaciones de los sistemas de información geográfica (SIG) pueden ejecutar muchas tareas al mismo tiempo en determinadas circunstancias.

La separación, el drenaje, la filtración, el refuerzo y la protección son las funciones principales de los geosintéticos, que se caracterizan además por lo siguiente: En ciertos casos, los geosintéticos que se emplean pueden servir para más de un propósito.

Tabla N°2: Funciones de geosinteticos.

| APLICACION | GEOTEXTIL | GEOCOMPUESTOS | GEOMEMBRANAS | GEOMALLAS |
|--------------------|-----------|---------------|--------------|-----------|
| Separación | | | | |
| Filtración | | | | |
| Refuerzo | | | | |
| Drenaje | | | | |
| Control de Erosión | | | | |
| Barrera | | | | |

Fuente. *Texdelta .com*

2.4.1. Función de separación.

Para diferenciar capas de suelo con granulometría y cualidades mecánicas distintas, así como con capacidad y densidad variables, se ha diseñado esta función. La prevención de la infiltración de los materiales de base con diversos estratos y suelos blandos se logrará evitando la mezcla de los componentes, de modo que podamos examinar cómo se comportan cuando se utilizan en las obras de baja carga.



Figura 6 separación.

2.4.2. Función de Refuerzo.

Aprovecha las características mecánico-físicas del geotextil, que tiene un alto grado de resistencia a la tracción, para mejorar la estabilidad y aumentar la capacidad de carga del suelo al dispersar los esfuerzos de las cargas sobre su plano. Tiene varias aplicaciones, como el revestimiento de carreteras y la construcción de caminos.

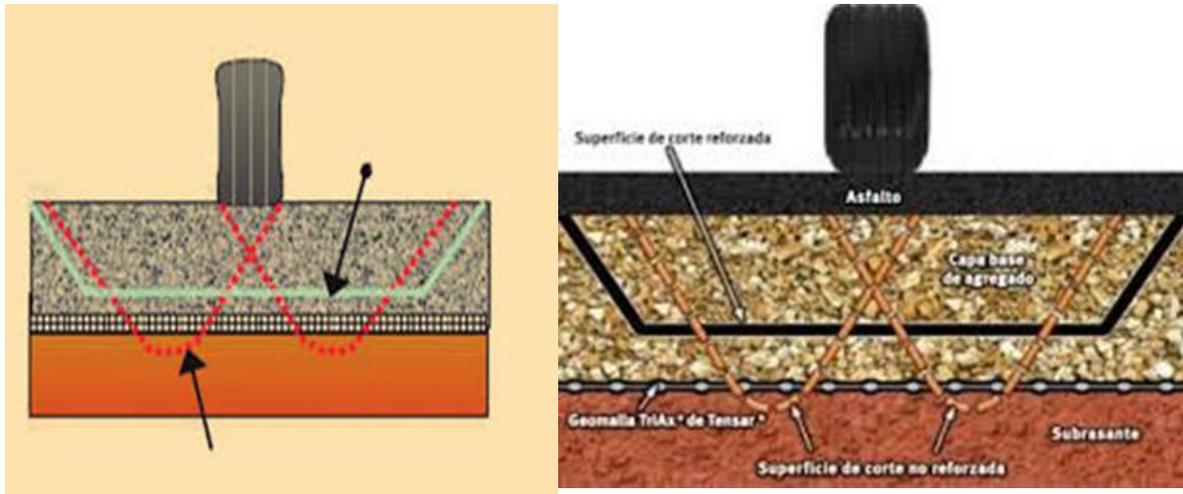


Figura 7 Refuerzo con geomalla

2.4.3. Función de Filtración y Erosión.

Es el método por el que el geosintético funciona como un filtro de arena, que permite desplazar el agua a través del suelo mientras conserva las partículas recogidas durante el proceso de construcción. De forma similar, los geotextiles se emplean en sistemas donde existe un sistema de drenaje para preparar el movimiento de los agregados del suelo y el desarrollo de pequeñas tuberías. También se emplean debajo de la escollera y otros materiales del sistema de soporte en la preparación de terraplenes costeros, así como para la proyección de asfalto en los terraplenes de los ríos, los geotextiles son una excelente opción. Son especialmente beneficiosos para los ingenieros que trabajan en proyectos de construcción.

2.4.4. Función de drenaje.

El uso de geosintéticos puede servir para crear tuberías de drenaje, permitiendo que el agua fluya a través de suelos que tienen una permeabilidad limitada. Los geotextiles, por ejemplo, se utilizan para dispersar la presión de los poros en el fondo de los terraplenes, lo que resulta beneficioso. Los grandes caudales han hecho necesario el desarrollo de equipos de drenaje geo compuestos, que se han utilizado como muros de contención, zanjas de drenaje de apoyo, zanjas

de drenaje de intercepción de pendientes y zanjas de drenaje de aceras. Para acelerar la consolidación de cimientos de suelos blandos cohesivos bajo rellenos y terraplenes previamente cargados, se han utilizado tubos de drenaje verticales prefabricados (PDV).

2.4.5. Función de protección.

Este material se utiliza para proteger la geomembrana u otro material de posibles roturas o perforaciones, actuando como una barrera impermeable a las tensiones y presiones inducidas por los equipos o el suelo superior durante las posibles reparaciones, la construcción o el mantenimiento. La geomembrana también está protegida del roce con el sustrato durante la contracción y expansión continua inducida por las fluctuaciones de calor. También ayuda a evitar la perforación causada por el desarrollo de plantas debajo de la malla impermeable. Esta adaptabilidad de la lámina impermeable a los desniveles del suelo se debe a las tensiones en el papel causadas por los evidentes desniveles del suelo, que a su vez hacen que el papel pierda su grosor, lo que da lugar a zonas débiles donde pueden existir objetos punzantes en el suelo. Todos estos factores contribuyen a la pérdida de estanqueidad, que puede evitarse mediante la inserción de un geotextil.

Tabla N°3: Aplicación de geosintéticos en campo

| FUNCIONES | SEPARACION | FILTRACION | REFUERZO | DRENAJE | PROTECCION | BARRERA |
|-----------------------------|------------|------------|----------|---------|------------|---------|
| Caminos | | | | | | |
| Reasfalto | | | | | | |
| Construcciones ferroviarias | | | | | | |
| Construcciones hidráulicas | | | | | | |
| Drenajes | | | | | | |
| Campos deportivos | | | | | | |
| Terraplenes | | | | | | |
| Drenajes verticales | | | | | | |
| Muros de contención | | | | | | |
| Túneles | | | | | | |

Fuente: *Texdelta.com*

2.5. Propiedades del geotextil.

Tenemos lo siguiente en requerimientos de resistencia y estabilidad de los geotextiles.

Tabla N°4: propiedades geotextiles

| | |
|--------------------|--|
| MECÁNICAS | Resistencia al estallido ASTM D-3786 Resistencia al punzonamiento CBR ASTM D-6241. Resistencia a la tensión ASTM D-4632. Resistencia a la penetración con pistón de 50mm de diámetro ASTM D-4833 Resistencia al rasgado trapezoidal ASTM D-4533. Resistencia a la elongación y costura ASTM D-4632. |
| FÍSICAS | Masa por unidad de área ASTM D-5261. Espesor nominal ASTM D-5199. Estabilidad ultravioleta ASTM D-4355. |
| HIDRÁULICAS | Colmatación hidráulica ASTM D-5101. Transmisibilidad hidráulica ASTM D-4716. Tamaño de abertura aparente ASTM D-4751 Permitividad ASTM D-4491 |

Fuente: **TEXDELTA.COM**

A diferencia de otros procesos de construcción convencionales, la principal ventaja de emplear geosintéticos es que se trata de una alternativa más rentable y viable. Además, tiene el potencial de aumentar la resistencia estructural y la capacidad de carga de la propia vía. El hecho de que sean fáciles de usar y aplicar hace que también se utilicen en una amplia gama de proyectos de ingeniería. Además de mejorar la vida útil de los pavimentos, también han experimentado un importante crecimiento en los últimos años.

El geotextil debe mantenerse almacenado y protegido de la radiación ultravioleta, que es el inconveniente más importante.

2.6. Características físicas.

García, Ponce Hill demuestran que las cualidades físicas del suelo desempeñan un papel importante en las diversas aplicaciones del suelo que el ser humano ha desarrollado. La capacidad de almacenamiento, la retención de nutrientes, la plasticidad y la retención de agua están determinadas por el estado físico del suelo. Otros factores que influyen en el estado físico del suelo son la aireación, la penetración de las raíces, el poder de retención y la rigidez. (2004, Pg. 76)

2.6.1. Contenido de Humedad.

Para expresar el contenido de humedad del suelo en peso, se puede utilizar la siguiente fórmula, donde se representa el porcentaje de humedad basado en el peso del suelo seco y se indica el porcentaje de humedad basado en el peso total del suelo: El porcentaje de humedad en peso (W) es igual a $((P_{sh} - P_{ss}) / (P_{ss}) 100)$.

2.6.2. Límite Líquido.

Crespo define, el límite líquido como la cantidad de humedad presente expresada como porcentaje del peso seco de la muestra; en esta situación, el suelo pasa de ser líquido a ser plástico, disminuyendo la resistencia al corte de la muestra de suelo. (2005, p. 71).

2.7. Clasificación de suelo.

Se utilizarán los procedimientos de clasificación de suelos de la AASHTO y la SUCS para caracterizar y clasificar los suelos descubiertos.

Uno de los enfoques utilizados para establecer la categorización de las muestras de suelo investigadas en esta tesis es el sistema de clasificación de la AASHTO. Este enfoque divide el suelo en siete clases primarias, denotadas por las letras A-1 a A-7 en el cuadro de clasificación de suelos. Los grupos A-1, A-2 y A-3 se utilizan para

clasificar los suelos granulares, mientras que los grupos A-4, A-5 y A-6 se utilizan para clasificar los suelos finos. El examen visual puede utilizarse para distinguir los suelos orgánicos compostados de otros suelos altamente orgánicos.

Tabla 5 Sistema de clasificación de suelos AASHTO

| Clasificación | Materiales granulares (35% o menos pasa por el tamiz N° 200) | | | | | | | Materiales liso arcilloso (más del 35% pasa el tamiz N°200) | | | |
|---|--|---|---|-------------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------|---|--------------------------|------------------------------|---------------------------------|
| | A-1 | | A-3 | A-2-4 | | | | A-4 | A-5 | A-6 | A-7 |
| Grupo: | A-1-a | A-1-b | | A-2-4 | A-2-4 | A-2-4 | A-2-4 | | | | A-7-5 |
| Porcentaje que pasa: N° 10(2mm) N°40(0,425 MM) N°200(0,075 mm) | 50 máxim o 30 máxim o 15 máxim o | - 50 máxim o 25 máxim o | - 51 mínim o 10 mínim o | 35 máximo | | | | 36 mínimo | | | |
| Características de la fracción que pasa por el Tamiz N° 40 | 6 máximo | | NP (1) | 40 Máx imo. 10 Máx . | 41 mín. 10 Má x. | 40 Máx . 11 Mín. | 41 mín. 11 Mín. | 40 máx. 10 máx. | 40 mín. 10 Máx. | 40 máx . 11 Mín. | 41 Min. (2) 11 Mín. |
| Limite liquido de plasticidad | | | | | | | | | | | |
| Constituyentes principales | Fragmentos de roca, grava y arena | | Arena fina | Grava y arena arcillosa o limosa | | | | Suelos limosos | | Suelos arcillosos | |
| Características como subgrado | Excelente a bueno | | | | | | | Pobre a malo | | | |

Fuente: elaboración propia

2.7.1. Sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS).

Crespo (2005). Define que, El SUCS es una técnica para separar la tierra en granos finos y gruesos. Esto se debe a que si más del 50% del material pasa por la criba de 200 mallas, se considera excelente; si se mantiene más del 50%, el material se denomina rugoso. (p.88)

Tabla 6. Clasificación de suelos SUCS.

| DIVISIONES PRENCIPALES | | | Símbolos del grupo | NOMBRES TÍPICOS | |
|---|---|--|---|--|--|
| SUELOS DE GRANO GRUESO Mas de la mitad del material retenido en el tamiz numero 200 | Gravas mas de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz numero 4 (4.76mm) | Gravas limpias (sin o con pocos finos) | GW | Gravas, bien graduadas, sin finos o pocos finos, mezclas grava-arena | |
| | | | GP | Gravas Mal graduadas, sin finos o pocos finos, mezclas grava-arena | |
| | | Gravas con finos (apreciable cantidad de finos) | GM | Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo | |
| | | | GC | Gravas arcillosas, mezclas grava-arena arcillosa | |
| | Arenas Mas de la mitad de la fracción gruesa pasa por el tamiz numero 4 (4.76mm) | Arenas limpias (pocos o sin finos) | SW | Arenas bien graduadas, arenas con gravas, pocos finos o sin limo. | |
| | | | SP | Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos. | |
| | | Arenas con finos (apreciables cantidades de finos) | SM | Arenas limosas, mezclas de arena limo. | |
| | | | SC | A renas arcillosas mezclas arena-arcilla | |
| | | Limos y arcillas: Limite liquido menor de 50 | | ML | Limos inorgánicos y arenas muy finas, arcillosa o limosas, arenas finas, limos limpios, limos arcillosos con ligera plasticidad. |
| | | | | CL | Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, arcillas con grava, arcillas limosas. |
| | OL | | Limosas de baja plasticidad, arcillas orgánicas y limos orgánicos. | | |
| Limos y arcillas: limite liquido mayor de 50 | | MH | Limos orgánicos, limos elásticos, suelos arenosos finos o limosos con diatomeas o mica. | | |
| | | CH | Arcillas inorgánicas de plasticidad alta. | | |
| | | OH | Arcillas orgánicas de plasticidad medio a elevada, limos orgánicos. | | |
| Suelos muy orgánicos | | | PT | Turba y otros suelos de alto contenido orgánico | |

Fuente: Ministerio den trasportes y comunicación (2016)

2.8. Característica Mecánicas.

Define Rojas, (2012). Podemos prever el comportamiento de nuestra construcción de carreteras en condiciones estáticas observando las características mecánicas de un determinado tipo de suelo. (p. 97)

2.8.1. Límites de Atterberg.

Para describir el comportamiento de los suelos o materiales finos se establece un conjunto de limitaciones de Atterberg, a menudo conocidas como límites de consistencia. Se cree que sólo hay cuatro estados de consistencia que pueden existir en un suelo o material de grano fino en función de la cantidad de humedad presente. Cuando se añade agua, la sustancia pasa por los estados de líquido, plástico, semisólido y sólido. Estos umbrales de transición entre dos estados se denominan límites de Atterberg debido a la cantidad de humedad presente.

2.8.2. Proctor Modificado.

Determina Crespo (2005). La prueba de Proctor se utiliza para determinar el peso por unidad de volumen del suelo que se ha compactado utilizando un procedimiento específico para distintos niveles de humedad. También intentamos identificar el contenido de humedad óptimo y el peso por volumen máximo para el experimento.

De forma parecida, Easy Geotechnics señaló que el informe del ensayo Proctor debe incluir la densidad seca máxima y el contenido de humedad óptimo. Pero quizás lo más importante es que todos los resultados de los puntos de prueba deben estar representados por una curva de humedad-densidad seca.

Además, se registran varias humedades y densidades en varios niveles de humedad en el molde para crear la curva Proctor, que lleva a la conclusión del ensayo Proctor.

2.8.3. California Bearing Ratio – CBR.

Como señala Sanz (1975), para el cálculo de la resistencia del suelo, este ensayo es el más utilizado en la tecnología de carreteras, a pesar de que los resultados obtenidos no siempre proporcionan indicaciones exactas. En consecuencia, los resultados obtenidos pueden considerarse demasiado optimistas en el caso de los suelos muy pegajosos, que se saturan después de un largo período de tiempo.

III METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño de Investigación

3.1.1. Tipo de investigación

El presente estudio se centra en el nivel aplicado. Con el objetivo de dar respuestas rápidas, la investigación se realiza con el fin de alterar, transformar y actuar, dando lugar a cambios en un sector específico de la realidad.

Afirma Vargas 2018, El diseño experimental de este estudio se utilizará para determinar los impactos de diversos geosintéticos en la capacidad portante de la carretera Ninacaca - Huachon en el departamento de Pasco. (p. 40

Es necesario recopilar datos en base al ensayo CBR para establecer la resistencia y calidad del suelo para identificar si nuestra subrasante tiene o no una capacidad portante deficiente en este estudio. Además, se utilizará un Proctor modificado, en el que se mostrará el contenido de humedad. Además, es no experimental. (Hernández, 2019)

3.1.2. Diseño de investigación

Se ha decidido emplear un enfoque de investigación explicativa transversal no experimental para el diseño del estudio de esta investigación. Este diseño permite identificar y comprender las razones, los factores y las variables que contribuyen a

la ocurrencia de eventos indeseables en un entorno determinado. Así, proporciona una explicación de los hechos y ocurrencias en términos de sus causas y efectos.

Afirma Vargas 2018. se utilizará un diseño experimental. Los investigadores del Departamento de Pasco intentarán cambiar la variable geosintética para determinar su impacto en la capacidad portante de la carretera Ninacaca - Huachón. (p.40)

Según Parra y Toro (2002), un estudio descriptivo especifica las características de los grupos y las características de los individuos que serán sometidos al análisis, en otras palabras, miden o evalúan las dimensiones que serán investigadas, y que el estudio descriptivo es un tipo de investigación cualitativa

3.2. Variables y operacionalización.

Con la ayuda de sus dimensiones e indicadores, las nociones teóricas y abstractas se convierten en técnicas cuantificables, observables y tangibles que pueden aplicarse.

3.2.1. Variables

“Una variable, posee características diferente, de modo llega tener dos variables, los cuales son antagónicos; cuando hablamos de una medición regular, tendremos valores numéricos que son cuantificables, pero serán medidos en intervalos consistentes”. (heineman,2003, p.26)

- Variable independiente: (V1). Utilización de geosintéticos.

Es posible evitar la sustitución de suelos cuyas cualidades mecánicas los hacen incapaces de cumplir la función que necesita una nueva obra, ya sea por deformaciones excesivas o por resistencia insuficiente, mediante el uso de geosintéticos. Los procesos de construcción se vuelven más eficientes y rápidos.

- Variable dependiente: (V2). Capacidad portante.

Según criterios funcionales específicos, la capacidad portante puede definirse como la capacidad del suelo de soportar tensiones y cargas de manera que se

eviten fallos en la estructura del suelo. Para ello, es necesario comprender con precisión las teorías relativas a la mecánica del suelo.

“La capacidad de carga de los suelos se define como la resistencia del suelo a la deformación durante el tránsito, que viene determinada tanto por la densidad como por la humedad del suelo, así como la resistencia del suelo a la presión de corte, que viene determinada por el suelo que lo compone” (Durand,2015)

3.2.2. Operacionalización de variables

Es el proceso por el cual las ideas teóricas y abstractas se convierten en procedimientos tangibles, observables y cuantificables mediante el uso de indicadores que representan sus dimensiones en el mundo real.

Tabla 7: Matriz de operacionalización de variables.

| VARIABLES | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES |
|--|---|---|---------------------------------|-----------------------------------|
| VARIABLE DEPENDIENTE: mejoramiento de capacidad portante | Capacidad portante del suelo se define como la resistencia del suelo a la deformación causada por las cargas de tráfico u otras tensiones. Gracias a su densidad y humedad, así como a su resistencia a la presión de cizallamiento resultante de la tierra que compone su estructura, lo ha conseguido. | Para entender la capacidad portante de un suelo, primero hay que conocer su resistencia a las presiones y cargas de forma que no se produzcan fallos en su estructura. Esto se consigue mediante la aplicación de ciertos criterios funcionales, lo que requiere una comprensión matemática, así como la capacidad de interpretar correctamente las teorías y ecuaciones de la mecánica del suelo. | Ensayo de (CBR) | (kg/cm ²) |
| VARIABLE INDEPENDIENTE: Utilización de geosintéticos | “Un producto en el que al menos uno de sus constituyentes es una base polimérica, ya sea sintética o natural, se denomina geosintético El filtro, el manto, la lámina o la estructura tridimensional son ejemplos de cómo se muestra. En el ámbito de la geotecnia o la ingeniería civil, este término se refiere a cualquier sustancia que entre en contacto con el suelo” | Los materiales de ingeniería geográfica (geosintéticos) están hechos de polímeros naturales o sintéticos y se presentan en forma laminar plana o en estructura tridimensional. Sus cualidades mecánicas e hidráulicas se ven reforzadas al entrar en contacto con determinados tipos de suelos, lo que resulta beneficioso porque hace posible la realización de proyectos de ingeniería civil y geotécnica en situaciones difíciles. | Propiedades físicas y mecánicas | Resistencia (kg/cm ²) |

Fuente. Elaboración propia

3.3.1. Población y Muestra

Población:

Para el siguiente estudio se considerarán como población la zona urbana Av. Circunvalación oeste, Juliaca san Román.

Según (vagas 2018). Los pobladores de las diversas comunidades que conforman la carretera Ninacaca - Huachon, ubicada en el departamento de Pasco, serán la base de la población participante de este estudio. (p44)



Figura: N° 8 Población

Fuente. Google earth

Muestra:

Para nuestro caso la muestra comprende un tramo de 100m de Av. circunvalación oeste, Juliaca, san Román.

Según Vargas (2018). Se ha seleccionado como muestra para esta investigación la porción de la carretera Ninacaca - Huachon en el Departamento de Pasco que corresponde al Centro Poblado de Chipa. Según (p44).

Según Castro (2015), Para la categorización de la muestra se utilizan permutaciones y combinaciones. Existen muchos tipos de probabilidades de que todas las poblaciones cuenten con la misma composición de selección; por ejemplo, son posibles las muestras estratificadas o separadas por área o grupo, las muestras aleatorias posteriores y las muestras aleatorias básicas.



Figura N°9: Fuente. Google earth.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

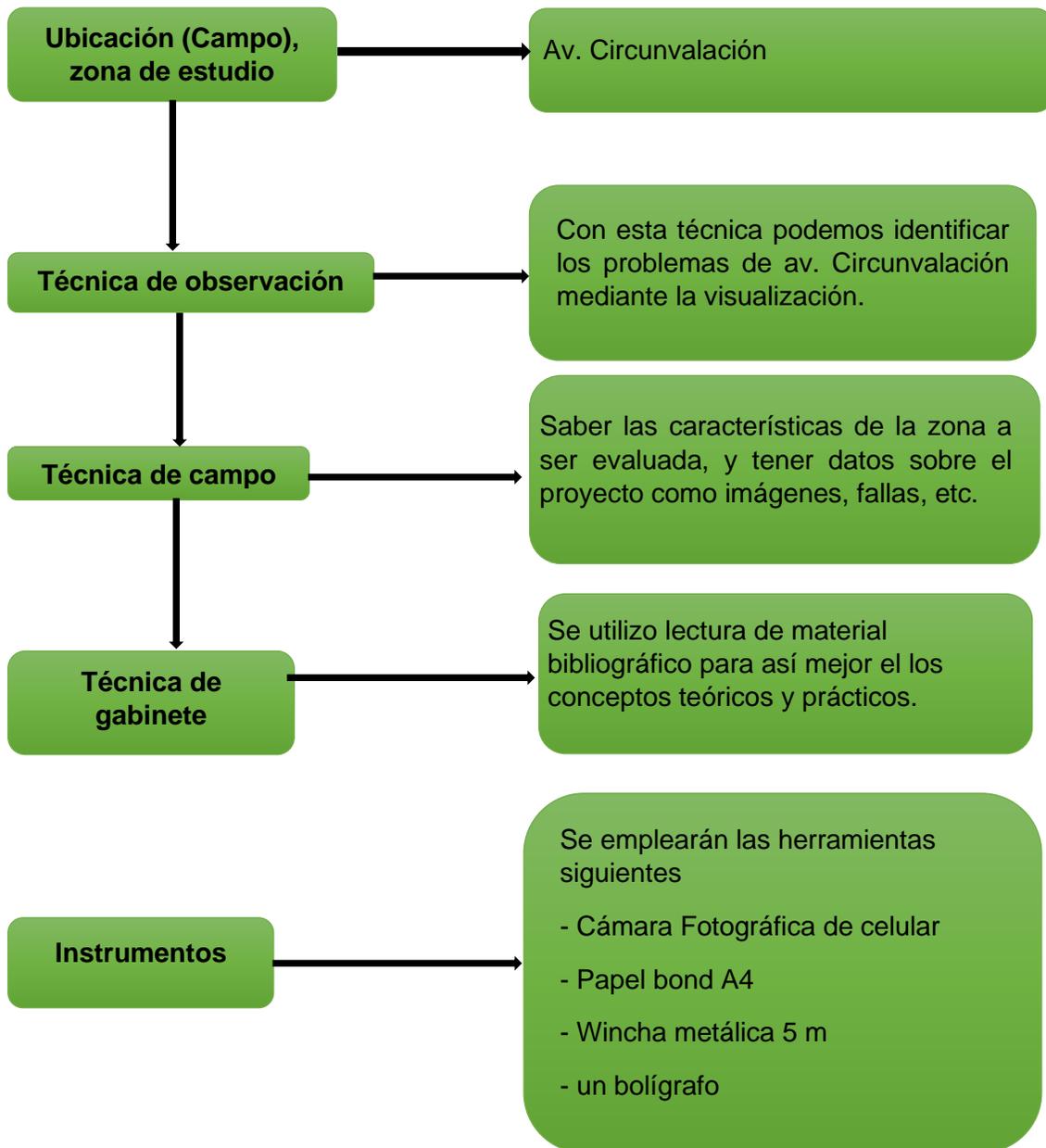


Figura N°10: Diagrama de procedimiento

Fuente: Elaboración propia.

3.5. Procedimientos:

Según (Arias, 2006, p.35), el tipo de análisis de datos utilizado en este estudio es descriptivo, ya que se utilizaron instrumentos básicos tanto para la recogida de información como para el análisis de la misma. Esto es lo que sucedió a lo largo del procedimiento:

- Diagnóstico visual del estado del pavimento en la Av. Circunvalación oeste de Juliaca san Román.
- Recopilación de datos mediante la identificación de fallas que se ven en el pavimento flexible.

Los datos se analizarán mediante tablas, cuadros y gráficos, utilizando hojas de cálculo en la aplicación Excel (prueba CBR), para la capacidad portante del suelo y el uso de geosintéticos para su mejora, y se utilizará un pavimento flexible para construir el producto final.

3.6. Método de análisis de datos:

La documentación de las empresas especializadas en la creación de geosintéticos (PAVCO) se utilizará como fuente para el desarrollo del trabajo de estudio, e incluirá información sobre sus características, detalles y trabajos realizados.

3.7. Aspectos éticos:

La elaboración de esta tesis es de autoría propia; innovadora, se citan correctamente los autores por lo cual me someteré a la verificación del software anti plagio TRUNITIN para verificación de similitud, así mismo se cumplió con el Código de Ética en investigación. La resolución CUN°0262-2020/UCV de la universidad.

IV. RESULTADOS

4.1. Generalidades del proyecto.

4.1.1. Ubicación geográfica del proyecto.

El proyecto está situado en la región puno, Provincia de San Román, Distrito de Juliaca. Av. Circunvalación Oeste tiene una longitud de 100m con una superficie de rodadura actualmente encuentra a nivel de pavimento flexible.

4.1.2. Descripción de la Av. Circunvalación Oeste.

Como ruta urbana, la Av. Circunvalación Oeste de Juliaca comienza en el parque de triciclos y continúa hasta el cruce del Jr. Mariano Núñez, donde termina en el edificio municipal de la ciudad. Se trata de un bulevar asfaltado de doble sentido con carriles de 8,40 m de ancho a cada lado. Con un punto de inicio en el Jr. Mariano Núñez y un punto de finalización en el cruce con el Jr. Mariano Núñez, la longitud de la vía considerada es de 100 metros tanto en el carril izquierdo como en el derecho. Según el Manual de Diseño Geométrico Vial DG-2013, la carretera está designada como una carretera de segunda clase, con una calzada de dos carriles (DC) que puede acomodar entre 2000 y 400 coches por día, dependiendo de la demanda.



Figura N°11: Ubicación satelital del área

4.1.3. Estudio de tráfico.

Debido a que la región a tratar es de naturaleza totalmente urbana, y por la población beneficiada, el valor de tráfico elegido para el diseño actual es un TP3, con N rep EE = 500.000 ejes equivalentes como base de cálculo del tráfico a considerar.

4.1.4. Sección transversal de la vía.

Las secciones transversales típicas que se utilizaron logran el objetivo de mejorar la avenida, tal como lo solicitaron los funcionarios de la municipalidad de Juliaca San Román, así como los vecinos de la zona urbana, siendo además rentables.

Tabla N° 8

| Sección transversal de la Av. Circunvalación Oeste | |
|--|----------------------------------|
| Ancho de la calzada | 7.50 m+1.40m berma c/lado= 8.40m |
| Pendiente máxima | 8.00 % |
| Altura de cuneta | 0.20m |
| Ancho de cuneta | 0.60m |
| Velocidad directriz | 30km./h |
| Peralte máximo | 5 % |
| Bombeo de la calzada | 2.00% |
| Base granular | e =0.10m |
| Carpeta asfáltica | e =0.40m |

Fuente : *Elaboración propia*

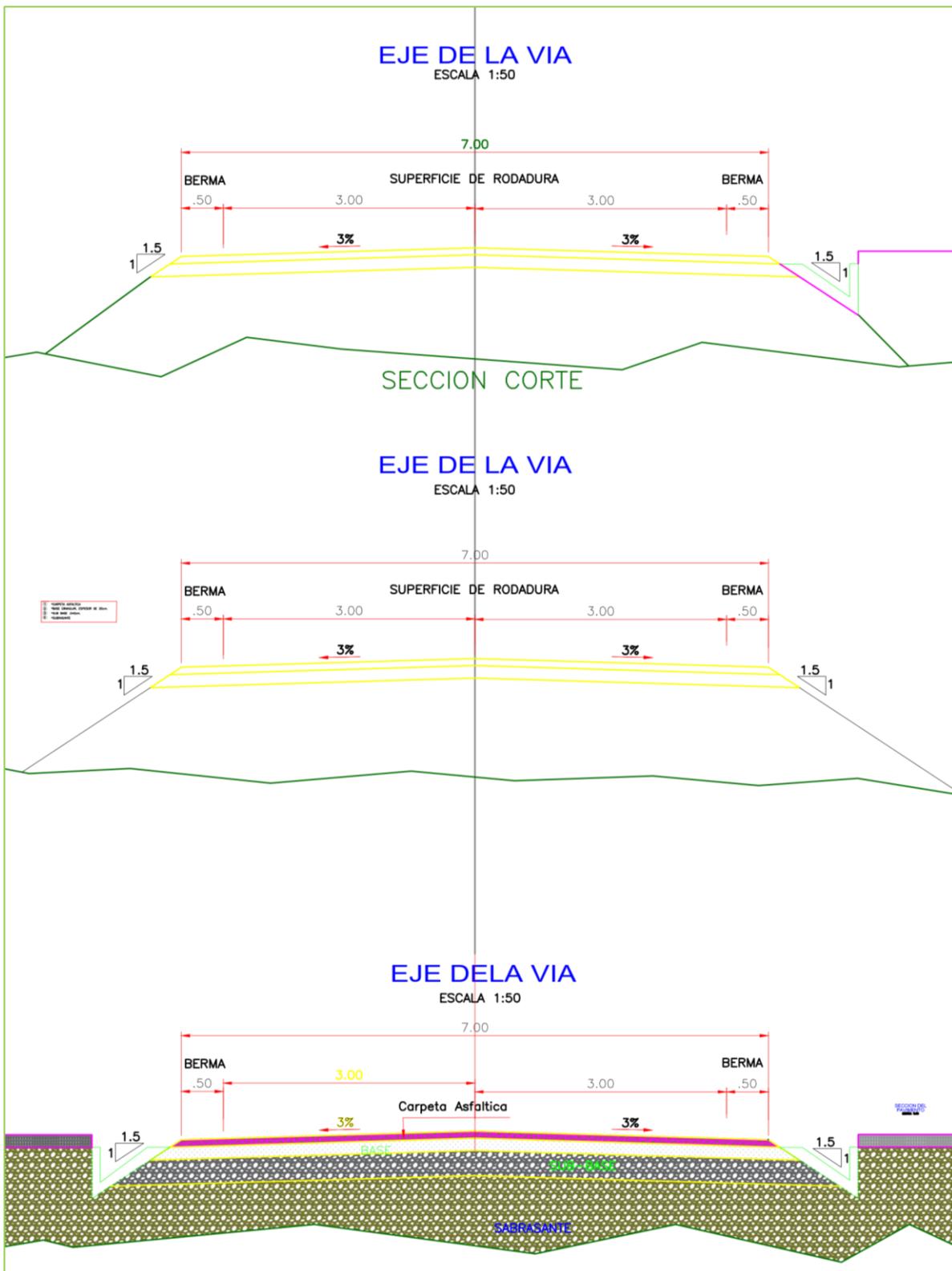


Figura N°12: Secciones de plataforma

Fuente: Elaboración propia.

4.2. Trabajo de campo.

4.2.1. Calicatas de exploración.

Se han llevado a cabo investigaciones de campo y de laboratorio para determinar las cualidades físicas y mecánicas del material que servirá de suelo de cimentación del pavimento flexible (subrasante). Como resultado, hemos excavado dos fosas de 1,50 m de profundidad, y en cada una de ellas hemos recogido muestras del material de la subrasante, que hemos remitido al laboratorio de mecánica de suelos, donde se llevarán a cabo las siguientes investigaciones y ensayos.

- Capacidad de soporte – CBR
- Análisis de Proctor modificado.
- Clasificación SUCS – AASTHO
- Límites de atterberg.
- Análisis granulométrico

Tabla N° 09. Tamiz granulométrico

| CALICATA N° | C-1 | c-2 |
|------------------------|--|--|
| Muestra | m-1 | M-2 |
| Profundidad (m) | 0.35 – 1.50 | 0.35 – 1.50 |
| % pasa Tamiz N°4 | 99.20 | 99.50 |
| % pasa Tamiz N°10 | 98.00 | 99.50 |
| % pasa Tamiz N°20 | 96.40 | 95.60 |
| % pasa Tamiz N°40 | 93.60 | 92.40 |
| % pasa Tamiz N°100 | 89.40 | 87.80 |
| % pasa Tamiz N°200 | 83.40 | 81.30 |
| % Grava | 0.80 | 0.50 |
| % Arena | 15.80 | 18.20 |
| % finos | 83.40 | 81.30 |
| % de Humedad | 13.18 | 12.76 |
| Clasificación de SUCS. | CL | CL |
| Clasificación AASTHO | A-6(9) | A-6(9) |
| Descripción | arcilla inorgánica de baja plasticidad media, arcilla con, arcillas limosas, grava arcillas arenosas | arcilla inorgánica de baja plasticidad media, arcilla con grava, arcillas limosas, arcillas arenosas |

Elaboración propia.

Interpretación.

De acuerdo con la clasificación SUCS, los resultados del análisis granulométrico realizado mediante tamizado ASTM-D422 son los siguientes: Muestra 1(M-1), Calicata 1 (C-1), como CL: arcilla inorgánica de baja plasticidad media, arcilla con, grava arcillas arenosas, arcillas limosas con Grava 0,80%, arena 15.80%, fino 83.40%, W natural 13.18%.

Por clasificación AASHTO: Calicata 1(C-1), Muestra 1(M-1), un suelo tipo A-6(9) Muestra 1(M-1), Calicata 2 (C-2), como CL: arcilla inorgánica de baja plasticidad media, arcilla con, grava arcillas arenosas, arcillas limosas con Grava 0,50%, arena 18.20%, fino 81.30%, W natural 12.76%.

Por clasificación AASHTO: Calicata 2(C-2), Muestra 1(M-1), un suelo tipo A-6(9).

Se determino el terreno en la mayoría este compuesto por arcilla inorgánica de baja plasticidad media, grava arcillas arenosas, arcillas limosas con alto porcentaje de finos y con bajo porcentaje de grava.

4.2.2. Resultados de los ensayos de límites de Atterberg.

Tabla N° 10: Resultados de los ensayos de límites de Atterberg.

| ENSAYO DE LOS ENSAYOS DE LIMITES ATTERBERG | | |
|--|-----------|-----------|
| CALICATA N° | C-1 | C-2 |
| Muestra | M-1 | M-1 |
| Profundidad(m) | 0.30-1.50 | 0.35-1.50 |
| Limite liquido | 36.30% | 35.65% |
| Limite plástico | 23.79% | 22.54% |
| Índice de plasticidad | 12.51% | 13.11% |

Fuente: Elaboración propia

Interpretación.

Resultados realizados de ensayos de limite Atterberg de muestras, determinando: Índice de Plasticidad 12.76%, Limite Plástico 22.54%, Muestra 1(M-1), limite Liquido 35.65%, Calicata 2(C-1), Índice de Plasticidad 12.51%, Limite Plástico 23.79%, Limite Liquido 36.30%, Muestra 1(M-1), Calicata 1 (C-1). Según los resultados de las pruebas realizadas, se determinó que las muestras incluían concentraciones significativas de restos de plástico del suelo y de humedad.

4.2.3. Resultados de los ensayos del Proctor modificado.

Tabla N° 11: Resultados del Proctor Modificado Calicatas 1y2

| ENSAYOS DE PROCTOR MODIFICADO | | |
|-------------------------------|-----------|-----------|
| Calicata N° | C-1 | C-2 |
| Muestras | M-1 | M-1 |
| Profundidad(m) | 0.30-1.50 | 0.35-1.50 |
| Máxima densidad seca | 1.680 | 1.700 |
| Optimo contenido de humedad | 18.50% | 17.20% |

Fuente: *Elaboración propia.*

Interpretación.

Según la determinación de los resultados de ensayos, Proctor modificado de acuerdo al método “a” de las calicatas

Calicata 1 (c-1), muestra 1(m-1), se obtiene 18.50% de optima contenido de humedad y 1.680 gr/m³ de máxima densidad seca.

Calicata 2 (c-2), muestra 1 (m-1) se obtiene 17.20% de optimo contenido de humedad y 1.700 gr/m³ de máxima densidad seca.

4.2.3. Resultados de los ensayos de CBR sin refuerzo (California Bearing Ratio)

Tabla N° 12: Resultados de los ensayos del CBR sin Refuerzo

| CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) SIN GEOSINTETICOS | | |
|--|-------|-------|
| Calicata | C-1 | C-2 |
| Muestra | M-1 | M-1 |
| Presión aplicada (lb/pulg2) | 15.20 | 14.0 |
| penetración (pulg) | 0.1 | 0.1 |
| presión patrón(lb/pulg2) | 0.500 | 0.500 |
| MDS al 100% | 8.2% | 8.70% |
| MDS al 95% | 6.85% | 7.55% |

Fuente: *Elaboración propia*

Interpretación.

Los resultados de los ensayos de CBR de siguientes: muestra 1(m-1), Calicatas 1 (c-1), indica valores de MDS al 100% de 8.2% y MDS al 95% 6.85%.

calicata 2(c-2), muestra 1(m-1), indica lores de MDS 95% de 8.30%. y MDS al 100% de 9.68%.

El cálculo de los valores de CBR de las fosas c-1 y c-2 representa un tipo de suelo con baja capacidad portante (inferior al 7%), que deberá ser mejorado y reforzado mecánicamente para poder soportar la estructura del pavimento flexible, así como las tensiones y cargas a las que estará sometido durante su construcción.

4.2.4. Resultados de los ensayos de CBR con refuerzo de geotextil.

Para determinar la utilización de geotextil se llegará a un mejoramiento de la capacidad portante del suelo, se realizaron ensayos de CBRs para las muestras obtenidas de cada Calicata.

4.3. Procedimiento:

Se aplicaron diez, veinticinco y sesenta y cuatro golpes por cinco capas a cada muestra durante las pruebas. Incorporación de una lámina de geotextil a cada muestra y comprobación del contenido de humedad de la misma

Para cubrir completamente las muestras, la operación de inmersión en agua se llevó a cabo después de que cada muestra se hubiera compactado y enjuagado con geotextil.

Inmediatamente después de la saturación de las muestras, se drenó el agua sobrante y se retiró de las muestras. A continuación, se colocaron las muestras en el aparato de presión, con el dial de carga y el deformímetro puestos a cero, y se completó el proceso. A continuación, se aplicó la presión a un ritmo de 0,05" por minuto, con lecturas tomadas cada 0,025 pulgadas de penetración hasta que la carga alcanzó 0,5 pulgadas, momento en el que se retiró la carga. Se retiró una porción de la muestra y se midió el contenido de humedad en tres niveles diferentes: el superior, el medio y el inferior

Tabla N° 13: Resultados de los ensayos del CBR con refuerzo de geotextil

| CALIFORNIA BEARING RATIO CBB CON CAPA DE GEOTEXTIL. | | |
|---|---|---|
| Calicata | C-1 | C-2 |
| Muestra | M-1 | M-2 |
| Tipo de suelo (SUCS) | CL | CL |
| Descripción | arcilla inorgánica de baja plasticidad media, arcilla con, arcillas limosas, grava arcillas arenosas. | arcilla inorgánica de baja plasticidad media, arcillas limosas, grava arcillas arenosas arcilla |
| Penetración (pulg) | 0.1 | 0.1 |
| Presión patrón(lb/pulg ²) | 0.500 | 0.500 |
| MDS al 100% | 9.73% | 9.68% |
| MDS al 95% | 7.95% | 8.30% |

Fuente: Elaboración propia

Interpretación.

Tenemos los resultados de los ensayos de CBR son los siguientes 1 (c-1), muestra 2(c-2), tenemos los valores de CBR al 95% de 7.95% y CBR al 100% de 9.73%. Calicata 2(c-2), muestra 2(c-2), tenemos los valores CBR al 95% de 8.30% y de CBR al 100% de 9.86%.

Después de ser probado con una capa de geotextil, los resultados revelaron que había un aumento significativo en el porcentaje de CBR al 100% de MDS, con el porcentaje de CBR al 95% de MDS aumentando entre el 0,75% y el 1,1%.

Según el resultado de los ensayos de CBR:

Calicatas 1(c - 1), muestras 1(m-1), tenemos los valores de MDS a 100% 8.70% y MDS a 95% 7.55%; calicata 2 (c-2), muestra 1(m-1), a 100% 8.20% y MDS a 90% 6.85%.

4.4. Contrastación de hipótesis

Prueba T de Student: muestra relacionadas

$$H_0: \mu_d \leq 0 \quad t = \frac{d}{S_d / \sqrt{n}}$$

$$H_1: \mu_d > 0$$

Estadístico de prueba

$$t = \frac{d}{S_d / \sqrt{n}}$$

Dónde: t: estadístico t calculado

d: promedio de las diferencias.

s_d : Desv. Estandar de las diferencias

$$s_d = \sqrt{\frac{(d_i - d)^2}{n - 1}}$$

Que sigue una distribución t con $n - 1$ grados de libertad

Se rechaza la hipótesis nula (H_0) si: $t < t(1 - \alpha), (n - 1)$

Ejemplo: se realizan con resultados obtenidos en laboratorio sin geosintéticos y con geosintéticos.

| Porcentajes | N° de calicatas | Sin Geosintéticos | Con geosintéticos | d |
|-------------|-----------------|-------------------|-------------------|------|
| CBR 100% | C - 1 | 8.70 | 9.73 | 1.03 |
| CBR 95% | C - 1 | 6.68 | 7.95 | 1.1 |
| CBR 100% | C - 2 | 9.68 | 8.20 | 1.48 |
| CBR 95% | C - 2 | 7.55 | 8.30 | 0.75 |

Prueba de hipótesis

$$H_0: \mu_d \leq 0$$

$$H_1: \mu_d > 0$$

Estadístico de prueba d'

$$t = \frac{d}{s_d / \sqrt{n}}$$

$$S_d = 1.2293$$

$$t = 3.50531$$

$$n = 4$$

Se rechaza la hipótesis nula

$$s_d = \sqrt{\frac{(d_i - d)^2}{n-1}} = 0.005713$$

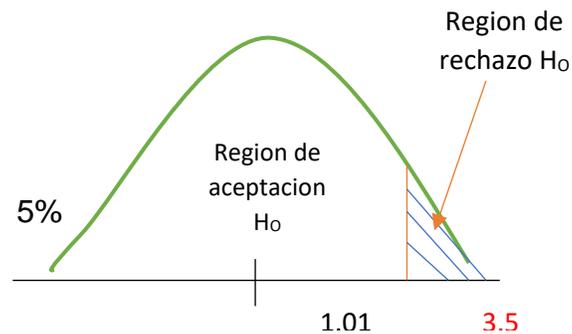
Valor crítico:

$$gl = (n - 1) = 3$$

$$\alpha = 0.05$$

$$T(1 - \alpha), (n - 1) = 1.013038$$

$$P - \text{valor} = 0.001132001$$



Decisión: No se acepta la hipótesis nula.

V. DISCUSIÓN

Hipótesis General

El uso geosintéticos mejora la capacidad portante del suelo en obras viales de Juliaca, san Román 2022

El objetivo principal de esta tesis es demostrar cómo el uso de geosintéticos puede aumentar la capacidad portante de la Circunvalación Oeste - Juliaca, San Román 2022. Se logra un aumento de su resistencia y CBR al 100 por ciento de la Densidad Seca Máxima - DMS, con un porcentaje de CBR al 95 por ciento que oscila entre 1,68 por ciento y 1,70 por ciento, y un aumento de su resistencia y CBR al 95 por ciento entre 7,55 por ciento y 6,85 por ciento. Los resultados se comparan con los de la investigación de Hueto y Montoya. (2018). "Integración del geotextil tejido T-2400 en las propiedades estructurales fundamentales de varios tipos de materiales de relleno". Las proporciones de mezcla del geotextil en la franja son de 75 por ciento, 14 por ciento y 21 por ciento. Se determina que la adición de geotextil en la proporción del 14 por ciento alcanza el mayor valor de resistencia, y el experimento de añadir geotextil en la proporción del 7 por ciento y 215 pruebas también aumenta el valor de resistencia. Dado que la resistencia del suelo no se aprecia inmediatamente, se puede deducir que la adición de geotextiles en cualquier proporción mejorará la resistencia del suelo. Estableciendo así el Mejoramiento de Capacidad Portante del Suelo en Obras Viales con la Utilización de Geosintéticos en Juliaca, San Román, 2022.

Hipótesis específica N° 01

Uso de geosintéticos influye la mejora de capacidad portante del suelo en obras viales de Juliaca, san Román 2022.

El propósito es investigar cómo la aplicación de geosintéticos afecta a la mejora de la capacidad de carga del suelo durante la construcción de carreteras en Juliaca, San Román. En esta tesis se demuestra que el uso del geotextil como material de refuerzo en el suelo puede tener un impacto favorable en la resistencia del suelo a las presiones de compresión y tracción, aumentando así la capacidad del suelo para

soportar cargas. El material la distribuye uniformemente sobre su plano, minimizando la probabilidad de fallos en la superficie y, como resultado, se mejoran las cualidades físicas del suelo a gran escala. Nez A. "Uso de geosintéticos para optimizar el espesor del pavimento", un estudio de 2016 en el que señalaba que, dado que los geosintéticos actúan en ambas direcciones, los resultados se corroboraban con las conclusiones del estudio anterior. Además, ofrecen características físicas ideales para reforzar la estructura del suelo y la resistencia a la deformación y la tensión, al tiempo que potencian la capacidad de carga y la resistencia y durabilidad del suelo.

Hipótesis específica N° 02

Uso de geotextil mejora la capacidad capacidad portante del suelo en obras viales de Juliaca, San Román 2022.

El propósito es establecer si el uso de geotextil mejora la capacidad portante del suelo durante la construcción de carreteras en Juliaca, de manera que al ensayar las muestras que incluyen materiales de refuerzo geotextil, se pueda determinar que el valor CBR se incrementa hasta en 1,67%, intensificando así su resistencia a la tierra natural y permitiendo cumplir sus funciones. Mejora de la capacidad portante del suelo en la construcción de carreteras con el uso de geosintéticos en Juliaca, San Román, 2022. Las conclusiones de la investigación de Chorres se corroboran entre sí. "Uso de geotextiles para reforzar la base superficial de los suelos arenosos, habitabilidad humana Pachacútec Distrito Ventanilla-2017". Demuestra que la función principal de los geosintéticos es sostener la fuerza por tracción o flexión, soportar cargas adicionales sin sobrepasar el rango, mejorar la calidad del suelo y elevar su resistencia.

Hipótesis específica N° 03

Las propiedades mecánicas y físicas de geosinteticos influye en la mejora capacidad portante del suelo en las obras viales e Juliaca, san Román, 2022.

Según el estudio de Núñez, los geosintéticos tienen excelentes cualidades físicas y mecánicas, y pueden dar mejora a las propiedades estructurales del suelo, ya que

funcionan en ambas direcciones, según el estudio “Optimización de los espesores de los pavimentos mediante la aplicación de geosintéticos”. De este modo se obtendrá un suelo más fuerte, con mayor capacidad de resistencia a la deformación y de carga. Como resultado de esta investigación, se ha demostrado que el uso de materiales geosintéticos como refuerzo del suelo aumenta la resistencia de los suelos a las cargas de compresión y tracción. Específicamente, reduce la cantidad de esfuerzo cortante que se produce en la superficie cuando recibe y distribuye las cargas por igual en su plano cuando recibe y distribuye las cargas.

VI. CONCLUSIONES

En esta investigación se utilizó un tipo geotextil no tejido el cual características y propiedades indicadas para su uso como refuerzo para pavimentos flexibles.

- La capacidad portante de zona estudiada nos indica un suelo blando de baja capacidad portante ($CBR < 8,20\%$) la estructura del pavimento flexible por lo que se recomienda, mejoramiento del suelo a través de los métodos probados.

- Un método para aumentar la capacidad portante del suelo es utilizando el geosintéticos que poseen con propiedades mecánicas, físicas, e hidráulicas que aporta mayor resistencia a las presiones y deformaciones sobre la superficie del suelo distribuyendo las cargas en diferentes direcciones que puedan ejercer en la estructura.

- A partir del ensayo de CBR con el refuerzo de geotextil se logra determinar el aumento de la capacidad de soporte de las muestras las cuales se dieron como resultado que las tres muestras aumentaron el valor de CBR en relación con los ensayos que se realizaron sin refuerzo

- Se logró establecer que el geotextil no tejido de acuerdo a las propiedades mecánicas, físicas e hidráulicas, cumple las funciones de separación, filtro, drenaje, estabilización y refuerzo dentro de la estructura de pavimento flexible.

- Se determinó en los ensayos que mientras mayor sea el área recubrimiento del refuerzo soporta y distribuye mejor los esfuerzos de carga y deformaciones

- La utilización de geotextil disminuye la aparición de grietas y ahuellamientos por asentamientos y esfuerzos en el pavimento, además impide la contaminación granular entre las capas de la estructura del pavimento por efecto del arrastre del agua y las cargas dinámicas.

- Es una alternativa más económica y rápida en comparación con los métodos tradicionales para el mejoramiento de suelos debido a su fácil instalación no requiere mano de obra calificada y reduce el costo de movimiento de tierra, además de proteger el medio ambiente.

V II. RECOMENDACIONES

Se aconseja realizar más pruebas de CBR mezclando las capas de refuerzo con diferentes materiales geosintéticos, pudiendo aumentar aún más las capacidades de carga.

- Se sugiere conseguir una mejor distribución de las tensiones en la capa de geotextil, primero hay que compactar bien el suelo en capas utilizando una mezcla homogénea, prestando especial atención al contenido de humedad óptimo y a la densidad seca máxima del suelo que se quiere mejorar.
- Se sugiere la utilización de geosintéticos ya que son una forma rápida y rentable de incrementar la capacidad de carga de los suelos, sobre todo en las zonas donde es complicado conseguir material granular en alrededores del lugar dado.
- También se recomienda repetir estas mismas pruebas en otros tipos de materiales para obtener mejoras en cuanto a su capacidad de carga.
- Se recomienda que las universidades públicas y privadas de la región puno, implementen dentro de su malla curricular cursos sobre el uso de geosintéticos.

REFERENCIAS

1. ALZA Viela, A. (2015). Importancia de las geomallas en la construcción de carreteras (pp. 33–37).
2. CHANCASANAMPA Pacheco, P. (2013). Diseño y Aplicación de Geotextiles y Geomembranas en Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales. Tesis Para Obtener el Título de Ingeniero Civil. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo-Perú.
3. GEOSISTEMAS PACVO. (2013). geotextiles tejidos y no tejidos, 12.
4. Tensar, G. T. (2014). geomalla triaxial tensar.
5. ARTURO Beltrán, B. (2013). Ventajas de la Utilización de Geosintéticos Para el Refuerzo de Pavimento en la Carretera 7 Estación Transmilenio Museo Nacional. Tesis Para Obtener el Título de Especialista en Ingeniería de Pavimentos. Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá-Colombia.
6. FIORINI García, A. (2007). Aplicación de Geosintéticos en la Construcción de Carreteras. Tesis Para Obtener el Título de Ingeniero Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala. La Asunción-Guatemala.
7. GEOSISTEMAS Pavco de Mexichem. (2009). Manual de Diseño con Geosintéticos. Bogotá D.C. - Colombia: Publicaciones Zeta Comunicadores S.A.
8. MINISTERIO de Transportes Y Comunicaciones (2014). Decreto Supremo N.º 010-2014-MTC: Manual de Carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos".
9. SILVA Arce, M. (2016). Mejoramiento de la Sub Rasante con Geomallas Multiaxiales Tipo TX140 y TX160, Aplicado a un Tramo de la Calle Alemania – La Molina – Cajamarca 2016. Tesis Para Obtener el Título de Ingeniero Civil. Universidad Privada del Norte. Cajamarca-Perú.
10. CARRASCO Díaz, S. (2007). Metodología de la Investigación Científica. Perú: Editorial San Marcos.

11. TAIPE Sarmiento, W. y Tovar Choccelahua, E. (2012). Comportamiento del Pavimento Flexible con el Uso de Geomalla en el Distrito de Lircay Km 00+010 Camino a Ocopa, Departamento de Huancavelica. Tesis Para Obtener el Título de Ingeniero Civil. Universidad Nacional de Huancavelica-Perú.
12. TINGAL Huatay, W. (2013). Comparación Entre el Diseño de Pavimento Tradicional (AASTHO) y el Diseño con Geomalla en la Pavimentación de la Av. Salomón Vílchez Murga de la ciudad de Cutervo. Tesis Para Obtener el Título de Ingeniero Civil. Universidad Privada del Norte. Cajamarca-Perú.
13. CABANILLAS Orrego, D. A. (2014). Análisis técnico-económico del uso de geomallas como refuerzo de bases granulares en pavimentos flexibles,0–72.
14. MORENO Caseres, D. P., & Ramírez Forero, R. J. (2012). Mejoramiento del ángulo de fricción interna en arenas arcillosas mediante la adición de geotextil tejido T-2400, 78.
15. NAVARRO, Rivera. (2020). Aplicación de geomembrana HDPE para mejoramiento la capacidad de soporte en la av. Defensores Del Morro, Chorrillos – lima 2020. (Tesis)
16. Guzmán, (2018). Influencia de los Geosinteticos en la Dimensionamiento de los espesores de las capas del Pavimento Flexible. Tesis
17. YI CUZCANO, (2018). Aplicación de geosinteticos para mejor la capacidad portante de la carretera Nina caca - Huachon, Departamento de pasco, 2018. (Tesis)
18. ROJAS, María. Suelo reforzado con geosinteticos: influencia del porcentaje de volumen de suelo confinado por el geosintético en la resistencia del conjunto. Tesis (Ingeniero Civil). Cuenca: Universidad de Cuenca, 2018.
19. SAGASTEGUI, Fidel. Diseño de una base granular reforzada con geomalla biaxial; para optimizar la calidad en la construcción de pavimentos flexibles, tramo Tayabamba – Congo. provincia de Pataz. La Libertad. Tesis (Maestro en transporte y conservación vial). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, 2019.

20. NUÑEZ CONDORI, Anselmo. Optimización de espesores de pavimentos con aplicación de Geo-Sintéticos. 2016.
21. KOERNER, R. M. (2012). Designing with geosynthetics. (6th Editio). United States of America: Xlibris Corporation.
22. SICHA, Gino. Diseño con geosinteticos para la función de separación, filtración y refuerzo en pavimentos flexibles. Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú. 2018.
23. JORDAN, Carlos y SUAREZ, Jefferson, Diseño de pavimentos flexibles con el uso de geosinteticos como refuerzo aplicado en las vías de acceso a la ciudadela La Milina del Cantón Salinas. Ecuador: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2017. 129p Disponible en <http://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/4098>
24. AASHTO. (2017). AASHTO R 50-09 - Recommended Practice for Geosynthetic. Recuperado el 21 de febrero de 2017, a partir de http://www.standardsdownload.com.au/aashto-c-3/aashto-r-5009_recommended_practice-for-geosynthetic-reinforce-p-362.html
25. CARRILLO, es.slideshare.net (En línea) 3 de junio de 2011. (Citado el: 28 de octubre de 2016.). Disponible en <https://es.slideshare.net/nelsycarrillo/tcnica-de-observacion>.

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

| | | | | | | | | |
|--------------------------------|--|--|---|---|--|---|--|--------------------------|
| Autor | César Belizario Barreda | | | | | | | |
| Tema | "Mejoramiento de capacidad portante del suelo con la utilización de geosintéticos en Juliaca, San Román" | | | | | | | |
| DISEÑO SE INVESTIGACIÓN | PROBLEMA | HIPÓTESIS | OBJETIVOS | VARIABLES | DIMENSIONES | INDICADORES | METODOLOGÍA | POBLACIÓN |
| Diseño de infraestructura vial | ¿Cómo mejora la capacidad portante del suelo con la utilización de los geosintéticos en obras viales de Juliaca, san Román 2022? | El uso geosintéticos mejora la capacidad portante del suelo en obras viales de Juliaca, san Román 2022 | Determinar la mejora de la capacidad portante utilizando geosintéticos en obras viales de Juliaca, San Román 2022 | VARIABLE DEPENDIENTE: capacidad portante | Propiedades físicas de geosintéticos | Índice plástico | TIPO DE INVESTIGACIÓN: Aplicativo: diseño de investigación Técnicas. | Av. Circunvalación oeste |
| | Problema específico - ¿Mejora la capacidad portante del suelo con la utilización de geosintéticos en obras viales de Juliaca, san Román 2021? - ¿la utilización de geosintéticos en obras viales para la mejora de capacidad portante del suelo en Juliaca? - ¿Las propiedades mecánicas y físicas influyen en la mejora de capacidad portante del suelo en obras viales de Juliaca san Roman2022? | Hipótesis específico - Uso de geomalla mejora la capacidad portante del suelo, en obras viales de Juliaca, san Román 2022. - Uso de geotextiles mejora la capacidad portante del suelo, en obras viales de Juliaca, San Román 2022. - Las propiedades mecánicas y físicas influyen en capacidad portante del suelo, en las obras viales e Juliaca, san Román 2022. | Objetivos específicos - ¿Determinar la mejora capacidad portante utilizando geosintéticos en obras viales de Juliaca, San Román 2021? - Determinar Mejorar capacidad portante del suelo, con geomallas en obras viales de Juliaca, san Román 2022. - Determinar y establecer la utilización de geosintéticos 'para la capacidad portante del suelo, en obras viales de Juliaca. San Román 2022. | VARIABLE INDEPENDIENTE: geosintéticos | Dimensiones Propiedades físicas. Propiedades mecánicas | - Humedad natural - Tamaño - Clasificación de suelo - Máxima densidad seca - Optimo contenido de humedad - CBR | Instrumentos: Metodología y análisis de datos. | Muestra. 100m |

Certificados del ensayo de laboratorio



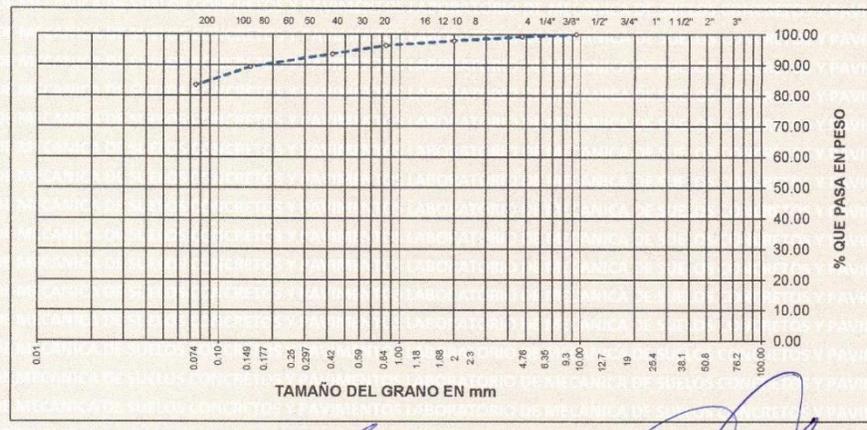
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO EN OBRAS VIALES CON LA UTILIZACION DE GEOSINTETICOS EN JULIACA, SAN ROMAN, 2022"
SOLICITA : BACH. BELIZARIO BARREDA CESAR
MUESTRA : CALICATA N° 01 - ESTRATO 02 (0.30 - 1.50 M) DE PROFUNDIDAD
UBICACION : AV. CIRCUNVALACION OESTE
FECHA : sábado, 26 de Febrero de 2022

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

| TAMICES ASTM | ABERTURA MM | PESO RETENIDO | % RETENIDO PARCIAL | % RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | ESPECIFICACIONES | DESCRIPCION DE LA MUESTRA |
|--------------|-------------|---------------|--------------------|----------------------|------------|------------------|--------------------------------|
| 3" | 75.000 | | | | | | Peso l. : 754.00 Grs |
| 2 1/2" | 63.000 | | | | | | Peso L. : Grs |
| 2" | 50.000 | | | | | | |
| 1 1/2" | 37.000 | | | | | | grava : 0.80 % |
| 1" | 25.000 | | | | | | Arena : 15.80 % |
| 3/4" | 19.000 | | | | | | Fino : 83.40 % |
| 1/2" | 12.500 | | | | | | W natural : 13.18 % |
| 3/8" | 9.500 | | | | 100.00 | | |
| No.04 | 4.750 | 6.00 | 0.80 | 0.80 | 99.20 | | LIMITES DE CONSISTENCIA |
| No.10 | 2.000 | 9.00 | 1.20 | 2.00 | 98.00 | | L.L. : 36.30 % |
| No.20 | 0.840 | 12.00 | 1.60 | 3.60 | 96.40 | | L.P. : 23.79 % |
| No.40 | 0.425 | 21.00 | 2.80 | 6.40 | 93.60 | | I.P. : 12.51 % |
| No.100 | 0.150 | 32.00 | 4.20 | 10.60 | 89.40 | | CLASIFICACION |
| No.200 | 0.075 | 45.00 | 6.00 | 16.60 | 83.40 | | SUCS : CL |
| <No.200 | | 629.00 | 83.40 | 100.00 | | | AASHTO : A-6 (9) |

REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
Edilberto Canuapaza Velarde
 ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN GEOTECNIA
 RUC 04573



Edgar Gerardo Cruz Tito
 TECNICO LABORATORISTA



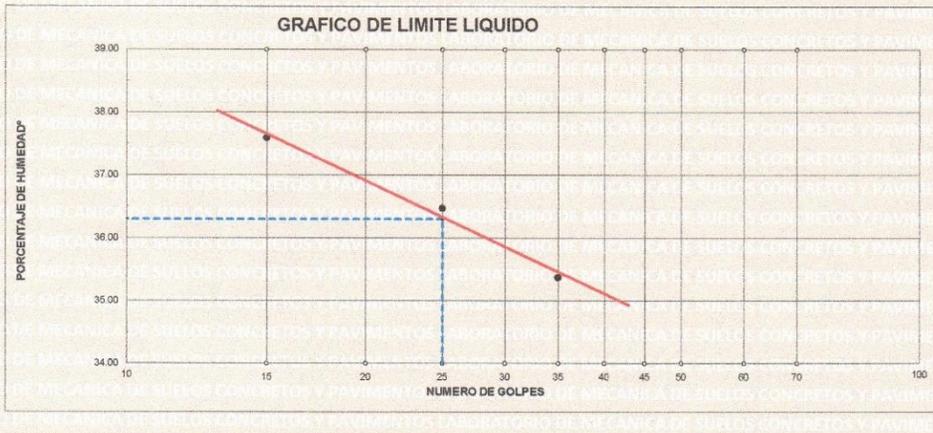
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA**

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO EN OBRAS VIALES CON LA UTILIZACION DE GEOSINTETICOS EN JULIACA, SAN ROMAN, 2022"
SOLICITA : BACH. BELIZARIO BARREDA CESAR
MUESTRA : CALICATA N° 01 - ESTRATO 02 (0.30 - 1.50 M) DE PROFUNDIDAD
UBICACION : AV. CIRCUNVALACION OESTE
FECHA : sábado, 26 de Febrero de 2022

**LIMITES DE CONSISTENCIA
(ASTM D-424)**

| DESCRIPCION | LIMITE LIQUIDO | | | LIMITE PLASTICO | |
|----------------------------|----------------|-------|-------|-----------------|-------|
| | 35 | 25 | 15 | 13T | 14T |
| 01. No. DE GOLPES | 35 | 25 | 15 | | |
| 02. TARRO No. | 13T | 14T | 15T | | |
| 03. SUELO HUMEDO * TARRO g | 30.50 | 31.75 | 31.70 | 8.50 | 8.60 |
| 04. SUELO SECO * TARRO g | 25.41 | 26.21 | 26.05 | 7.65 | 7.74 |
| 05. PESO DEL AGUA g | 5.09 | 5.54 | 5.65 | 0.85 | 0.86 |
| 06. PESO DEL TARRO g | 11.02 | 11.02 | 11.02 | 4.10 | 4.10 |
| 07. PESO DEL SUELO SECO g | 14.39 | 15.19 | 15.03 | 3.55 | 3.64 |
| 08. HUMEDAD % | 35.37 | 36.47 | 37.59 | 23.94 | 23.63 |

| | | | | | |
|-------|---------|-------|---------|-------|-------|
| L.L.= | 36.30 % | L.P.= | 23.79 % | I.P.= | 12.51 |
|-------|---------|-------|---------|-------|-------|




Edilberto Cahuanaza Velarde
 ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 REG 84573


Edgar Gerardo Cruz Tito
 TECNICO LABORATORISTA



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA**

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO EN OBRAS VIALES CON
LA UTILIZACION DE GEOSINTETICOS EN JULIACA, SAN ROMAN, 2022"
SOLICITA : BACH. BELIZARIO BARRERA CESAR
MUESTRA : CALICATA N° 01 - ESTRATO 02 (0.30 - 1.50 M) DE PROFUNDIDAD
UBICACION : AV. CIRCUNVALACION OESTE
FECHA : sábado, 26 de Febrero de 2022

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL
NORMA (ASTM D-2216)**

| METODO SECADO AL HORNO | | | | |
|--------------------------------|-----|--------------|---|---|
| RECIPIENTE N° | | 1 | 2 | 3 |
| PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE | gr. | 541.00 | | |
| PESO SUELO SECO + RECIPIENTE | gr. | 478.00 | | |
| PESO RECIPIENTE | gr. | 0.00 | | |
| PESO DE AGUA | gr. | 63.00 | | |
| PESO DE SUELO SECO | gr. | 478.00 | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | | 13.18 | | |
| HUMEDAD PROMEDIO (%) | | 13.18 | | |

OBSERVACIONES:



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS Y PAVIMENTOS
Edilberto Cahuana Velarde
ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN GEOTECNIA
REG. 84573

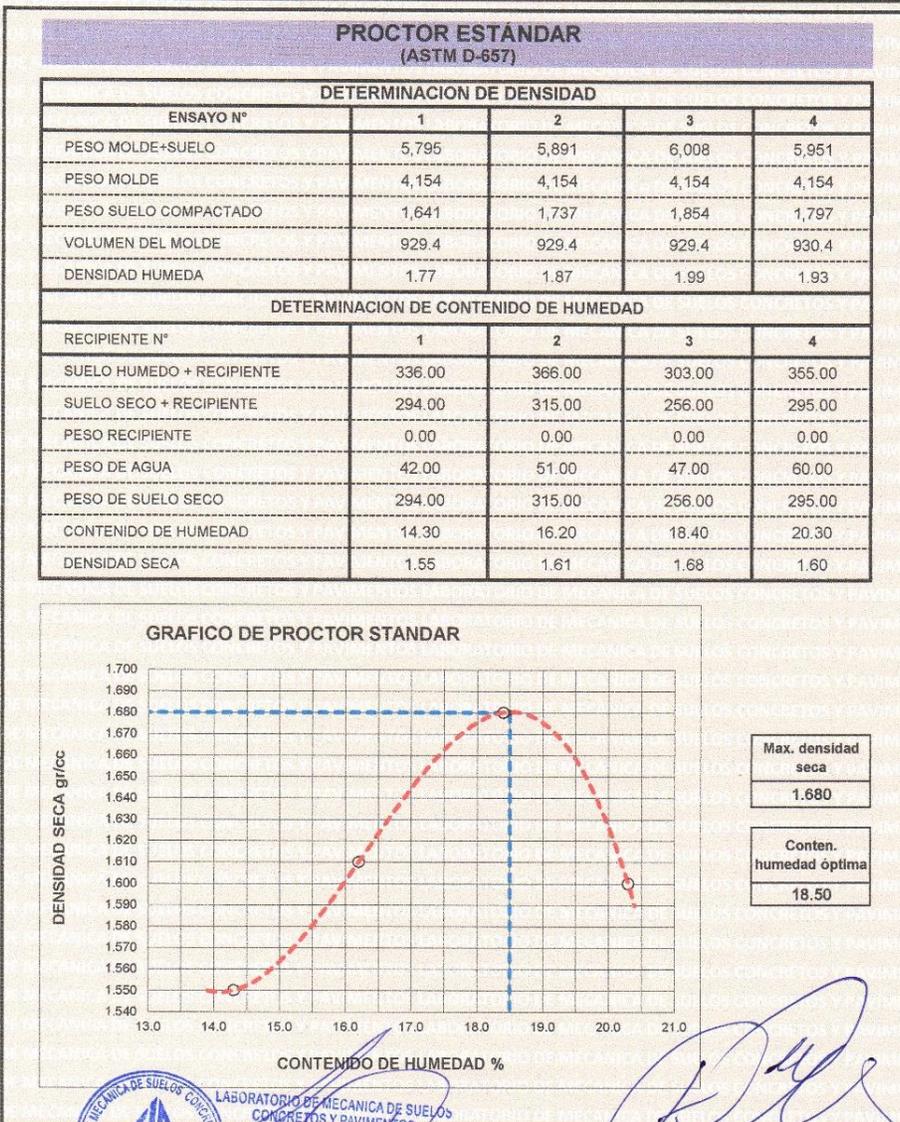


Edgar Gerardo Cruz Tito
TECNICO LABORATORISTA



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA**

| | |
|------------------|--|
| PROYECTO | : "MEJORAMIENTO DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO EN OBRAS VIALES CON LA UTILIZACION DE GEOSINTETICOS EN JULIACA, SAN ROMAN, 2022" |
| SOLICITA | : BACH. BELIZARIO BARREDA CESAR |
| MUESTRA | : CALICATA N° 01 - ESTRATO 02 (0.30 - 1.50 M) DE PROFUNDIDAD |
| UBICACION | : AV. CIRCUNVALACION OESTE |
| FECHA | : sábado, 26 de Febrero de 2022 |



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS Y PAVIMENTOS
Edilberto Cahuanaza Velarde
ING. CIVIL ESPECIAL EN GEOTECNIA
RUC 20173

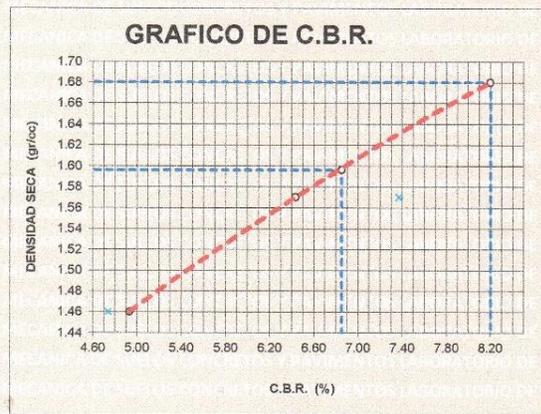


Edgar Gerardo Cruz Tito
TECNICO LABORATORISTA



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA**

| | |
|-----------|--|
| PROYECTO | : "MEJORAMIENTO DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO EN OBRAS VIALES CON LA UTILIZACION DE GEOSINTETICOS EN JULIACA, SAN ROMAN, 2022" |
| SOLICITA | : BACH. BELIZARIO BARREDA CESAR |
| MUESTRA | : CALICATA N° 01 - ESTRATO 02 (0.30 - 1.50 M) DE PROFUNDIDAD |
| UBICACION | : AV. CIRCUNVALACION OESTE |
| FECHA | : sábado, 26 de Febrero de 2022 |

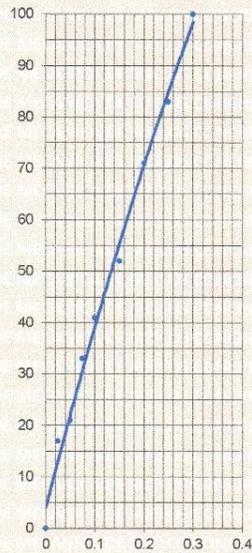


PARAMETROS DE C.B.R.
C.B.R.01" AL 100% = 8.20%
C.B.R. 01" AL 95% M.D.S. = 6.85%

LEYENDA
CURVA A 0.1"

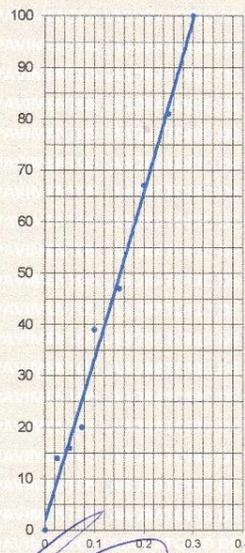
C.B.R. 0.1" = 8.20%

CURVA DE 56 GOLPES



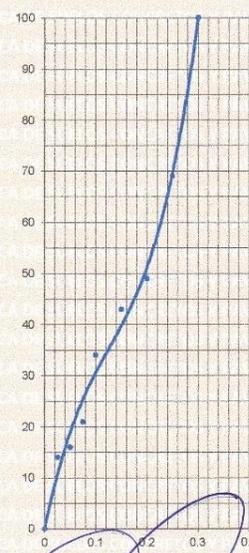
C.B.R. 0.1" = 6.44%

CURVA DE 25 GOLPES



C.B.R. 0.1" = 4.93%

CURVA DE 12 GOLPES



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Edilberto Chuapaza Velarde
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
REG 84573



Edgar Gerardo Cruz Tito
TECNICO LABORATORISTA



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA**

| | |
|-----------|--|
| PROYECTO | : "MEJORAMIENTO DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO EN OBRAS VIALES CON LA UTILIZACION DE GEOSINTETICOS EN JULIACA, SAN ROMAN, 2022" |
| SOLICITA | : BACH. BELIZARIO BARREDA CESAR |
| MUESTRA | : CALICATA N° 01 - ESTRATO 02 (0.30 - 1.50 M) DE PROFUNDIDAD |
| UBICACION | : AV. CIRCUNVALACION OESTE |
| FECHA | : sábado, 26 de Febrero de 2022 |

**VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)
(ASTM D-1883)**

| Molde N° | 1 | 2 | 3 |
|---------------------------|--------------|---------|--------------|
| Capa N° | 5 | 5 | 5 |
| Golpes por capa N° | 56 | 25 | 12 |
| Condición de la muestra | SIN SUMERGIR | SUMERG. | SIN SUMERGIR |
| Peso molde + suelo húmedo | gr. 11304 | 11105 | 10865 |
| Peso del molde | gr. 7143 | 7237 | 7268 |
| Peso del suelo húmedo | gr. 4161 | 3868 | 3597 |
| Volumen del molde | cc. 2077.3 | 2077.3 | 2077.3 |
| Densidad Humeda | gr./cc 2 | 1.86 | 1.73 |
| Humedad | % 18.70 | 18.50 | 18.70 |
| Densidad seca | gr./cc 1.680 | 1.57 | 1.46 |
| HUMEDADES | | | |
| Tarro N° | 1 | 2 | 3 |
| Tarro suelo húmedo | gr. 267 | 384 | 311 |
| Tarro suelo seco | gr. 225 | 324 | 262 |
| Agua | gr. 42 | 60 | 49 |
| Peso del Tarro | gr. 0 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco | gr. 225 | 324 | 262 |
| Humedad | % 18.7 | 18.5 | 18.7 |
| Promedio de la humedad | % | | |

ENSAYO EXPANSION

| FECHA | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | |
|---------|----------|--------|------|-----------|-------|------|-----------|-------|------|-----------|-------|
| | | | | m.m. | % | | m.m. | % | | m.m. | % |
| 26-2-22 | 12:00:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 27-2-22 | 12:00:00 | 24 | 12 | 0.12 | 0.095 | 16 | 0.16 | 0.126 | 22 | 0.22 | 0.174 |
| 28-2-22 | 12:00:00 | 48 | 15 | 0.15 | 0.119 | 21 | 0.21 | 0.166 | 26 | 0.26 | 0.205 |
| 1-3-22 | 12:00:00 | 72 | 18 | 0.18 | 0.047 | 26 | 0.26 | 0.079 | 32 | 0.32 | 0.079 |
| 2-3-22 | 12:00:00 | 96 | 22 | 0.22 | 0.055 | 31 | 0.31 | 0.079 | 38 | 0.38 | 0.085 |

PENETRACION

| Tiempo | PENETRACION | | LECTURA DIAL | LECTURA Lb | PENSIONES Lb/plg2 | LECTURA DIAL | LECTURA Lb | PENSIONES Lb/plg2 | LECTURA DIAL | LECTURA Lb | PENSIONES Lb/plg2 |
|--------|-------------|-------|--------------|------------|-------------------|--------------|------------|-------------------|--------------|------------|-------------------|
| | mm | plg | | | | | | | | | |
| 0.30 | 0.600 | 0.25 | 4 | 98 | 33 | 1 | 69 | 23 | 0.5 | 64 | 21 |
| 1.00 | 1.300 | 0.50 | 7 | 127 | 42 | 2 | 79 | 26 | 1 | 69 | 23 |
| 1.30 | 1.900 | 0.075 | 14 | 195 | 65 | 4 | 98 | 33 | 3 | 89 | 30 |
| 2.00 | 2.500 | 0.100 | 19 | 243 | 81 | 14 | 195 | 65 | 9 | 147 | 49 |
| 3.00 | 3.800 | 0.150 | 26 | 311 | 104 | 18 | 233 | 78 | 13 | 185 | 62 |
| 4.00 | 5.000 | 0.200 | 38 | 427 | 142 | 28 | 330 | 110 | 16 | 214 | 71 |
| 5.00 | 6.000 | 0.250 | 45 | 494 | 165 | 35 | 398 | 133 | 25 | 301 | 100 |
| 6.00 | 7.500 | 0.300 | 56 | 601 | 200 | 45 | 494 | 165 | 38 | 436 | 145 |
| 8.00 | 10.000 | 0.400 | | | | | | | | | |
| 10.00 | 12.500 | 0.500 | | | | | | | | | |



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS Y PAVIMENTOS
Edilberto Cahuaqaza Velarde
ING. CIVIL ESPECIAL EN GEOTECNIA
REG 84573



Edgar Coronado Cruz Tito
LABORATORISTA



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA**

| | |
|-----------|--|
| PROYECTO | : "MEJORAMIENTO DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO EN OBRAS VIALES CON LA UTILIZACION DE GEOSINTETICOS EN JULIACA, SAN ROMAN, 2022" |
| SOLICITA | : BACH. BELIZARIO BARREDA CESAR |
| MUESTRA | : CALICATA N° 01 - ESTRATO 02 CON UNA CAPA DE GEOSINTETICOS |
| UBICACION | : AV. CIRCUNVALACION OESTE |
| FECHA | : miércoles, 2 de Marzo de 2022 |

**VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)
(ASTM D-1883)**

| Molde N° | 7 | | 8 | | 9 | |
|---------------------------|--------------|---------|--------------|---------|--------------|---------|
| Capa N° | 5 | | 5 | | 5 | |
| Golpes por capa N° | 56 | | 25 | | 12 | |
| Condición de la muestra | SIN SUMERGIR | SUMERG. | SIN SUMERGIR | SUMERG. | SIN SUMERGIR | SUMERG. |
| Peso molde + suelo húmedo | gr. 11284 | | 11125 | | 10885 | |
| Peso del molde | gr. 7143 | | 7237 | | 7268 | |
| Peso del suelo húmedo | gr. 4141 | | 3888 | | 3617 | |
| Volumen del molde | cc. 2077.3 | | 2077.3 | | 2077.3 | |
| Densidad Húmeda | gr./cc 1.99 | | 1.87 | | 1.74 | |
| Humedad | % 18.50 | | 18.40 | | 18.70 | |
| Densidad seca | gr./cc 1.680 | | 1.58 | | 1.47 | |
| HUMEDADES | | | | | | |
| Tarro N° | 1 | | 2 | | 3 | |
| Tarro suelo húmedo | gr. 314 | | 380 | | 337 | |
| Tarro suelo seco | gr. 265 | | 321 | | 284 | |
| Agua | gr. 49 | | 59 | | 53 | |
| Peso del Tarro | gr. 0 | | 0 | | 0 | |
| Peso del suelo seco | gr. 265 | | 321 | | 284 | |
| Humedad | % 18.5 | | 18.4 | | 18.7 | |
| Promedio de la humedad | % | | | | | |

ENSAYO EXPANSION

| FECHA | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | |
|--------|----------|--------|------|-----------|-------|------|-----------|-------|------|-----------|-------|
| | | | | m.m. | % | | m.m. | % | | m.m. | % |
| 2-3-22 | 10:00:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3-3-22 | 10:00:00 | 24 | 9 | 0.09 | 0.071 | 13 | 0.13 | 0.103 | 18 | 0.18 | 0.142 |
| 4-3-22 | 10:00:00 | 48 | 12 | 0.12 | 0.095 | 18 | 0.18 | 0.142 | 21 | 0.21 | 0.166 |
| 5-3-22 | 10:00:00 | 72 | 15 | 0.15 | 0.047 | 21 | 0.21 | 0.063 | 26 | 0.26 | 0.063 |
| 6-3-22 | 10:00:00 | 96 | 19 | 0.19 | 0.055 | 26 | 0.26 | 0.063 | 32 | 0.32 | 0.087 |

PENETRACION

| Tiempo | PENETRACION | | LECTURA DIAL | LECTURA Lb | PENSIONES Lb/plg2 | LECTURA DIAL | LECTURA Lb | PENSIONES Lb/plg2 | LECTURA DIAL | LECTURA Lb | PENSIONES Lb/plg2 |
|--------|-------------|-------|--------------|------------|-------------------|--------------|------------|-------------------|--------------|------------|-------------------|
| | mm | plg | | | | | | | | | |
| 0.30 | 0.600 | 0.25 | 6 | 118 | 39 | 3 | 89 | 30 | 2 | 79 | 26 |
| 1.00 | 1.300 | 0.50 | 9 | 147 | 49 | 4 | 98 | 33 | 3 | 89 | 30 |
| 1.30 | 1.900 | 0.075 | 17 | 224 | 75 | 9 | 147 | 49 | 6 | 118 | 39 |
| 2.00 | 2.500 | 0.100 | 24 | 291 | 97 | 17 | 224 | 75 | 11 | 168 | 55 |
| 3.00 | 3.800 | 0.150 | 28 | 330 | 110 | 23 | 282 | 94 | 18 | 233 | 78 |
| 4.00 | 5.000 | 0.200 | 39 | 436 | 145 | 32 | 369 | 123 | 25 | 301 | 100 |
| 5.00 | 6.000 | 0.250 | 48 | 523 | 174 | 39 | 436 | 145 | 29 | 340 | 113 |
| 6.00 | 7.500 | 0.300 | 58 | 620 | 207 | 48 | 523 | 174 | 41 | 456 | 152 |
| 8.00 | 10.000 | 0.400 | | | | | | | | | |
| 10.00 | 12.500 | 0.500 | | | | | | | | | |



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS Y PAVIMENTOS
Alberto Cahuapaza Velarde
INGENIERO ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
REG 84573

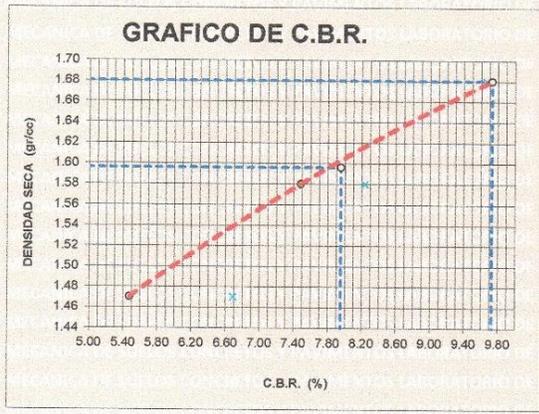


Gerardo Cruz Tito
TECNICO LABORATORISTA



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA**

| | |
|------------------|--|
| PROYECTO | : "MEJORAMIENTO DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO EN OBRAS VIALES CON LA UTILIZACION DE GEOSINTETICOS EN JULIACA, SAN ROMAN, 2022" |
| SOLICITA | : BACH. BELIZARIO BARREDA CESAR |
| MUESTRA | : CALICATA N° 01 - ESTRATO 02 CON UNA CAPA DE GEOSINTETICOS |
| UBICACION | : AV. CIRCUNVALACION OESTE |
| FECHA | : miércoles, 2 de Marzo de 2022 |

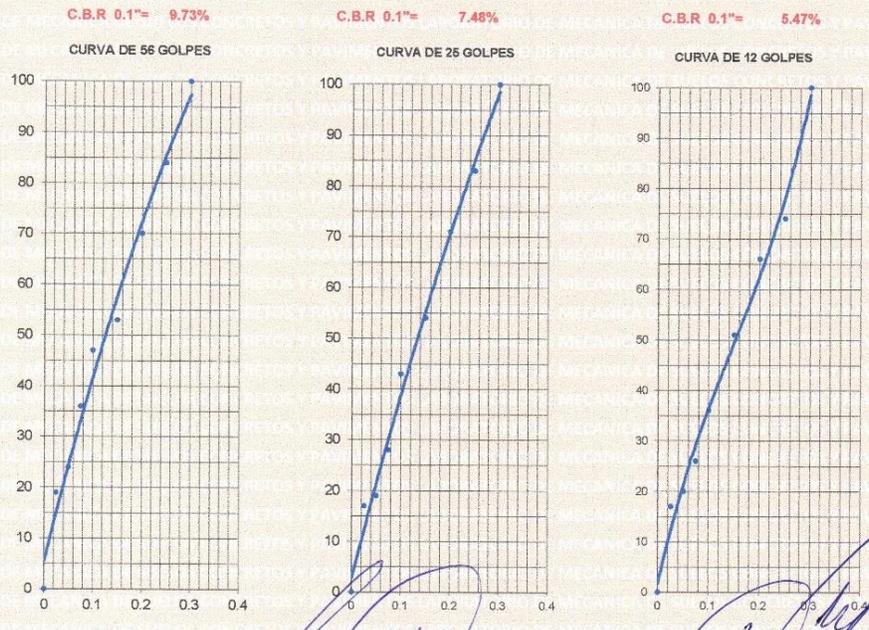


PARAMETROS DE C.B.R.

C.B.R.01" AL 100% = **9.73%**
 C.B.R.01" AL 95% M.D.S. = **7.95%**

LEYENDA

— CURVA A 0.1"



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Edilberto Cahuangza Velarde
 ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN GEOTECNIA
 REG 84573

Edgar Gerardo Cruz Tito
 TECNICO LABORATORISTA



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA**

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO EN OBRAS VIALES CON LA UTILIZACION DE GEOSINTETICOS EN JULIACA, SAN ROMAN, 2022"
SOLICITA : BACH. BELIZARIO BARREDA CESAR
MUESTRA : CALICATA N° 02 - ESTRATO 02 (0.36 - 1.50 M) DE PROFUNDIDAD
UBICACION : AV. CIRCUNVALACION OESTE
FECHA : sábado, 26 de Febrero de 2022

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(ASTM D-422)**

| TAMICES ASTM | ABERTURA MM | PESO RETENIDO | % RETENIDO PARCIAL | % RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | ESPECIFICACIONES | DESCRIPCION DE LA MUESTRA |
|--------------|-------------|---------------|--------------------|----------------------|------------|------------------|--------------------------------|
| 3" | 75.000 | | | | | | Peso I. : 784.00 Grs |
| 2 1/2" | 63.000 | | | | | | Peso L. : Grs |
| 2" | 50.000 | | | | | | |
| 1 1/2" | 37.000 | | | | | | grava : 0.50 % |
| 1" | 25.000 | | | | | | Arena : 18.20 % |
| 3/4" | 19.000 | | | | | | Fino : 81.30 % |
| 1/2" | 12.500 | | | | | | W natural : 12.76 % |
| 3/8" | 9.500 | | | | 100.00 | | |
| No.04 | 4.750 | 4.00 | 0.50 | 0.50 | 99.50 | | LIMITES DE CONSISTENCIA |
| No.10 | 2.000 | 12.00 | 1.50 | 2.00 | 98.00 | | L.L. : 35.65 % |
| No.20 | 0.840 | 19.00 | 2.40 | 4.40 | 95.60 | | L.P. : 22.54 % |
| No.40 | 0.425 | 25.00 | 3.20 | 7.60 | 92.40 | | I.P. : 13.11 % |
| No.100 | 0.150 | 36.00 | 4.60 | 12.20 | 87.80 | | CLASIFICACION |
| No.200 | 0.075 | 51.00 | 6.50 | 18.70 | 81.30 | | SUCS : CL |
| <No.200 | | 637.00 | 81.30 | 100.00 | | | AASHTO : A-6 (9) |

**REPRESENTACION GRAFICA
TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD**



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS Y PAVIMENTOS
Edgardo Cruz Tito
ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN GEOTECNIA
REG 94573

Edgardo Cruz Tito
TECNICO LABORATORISTA



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA**

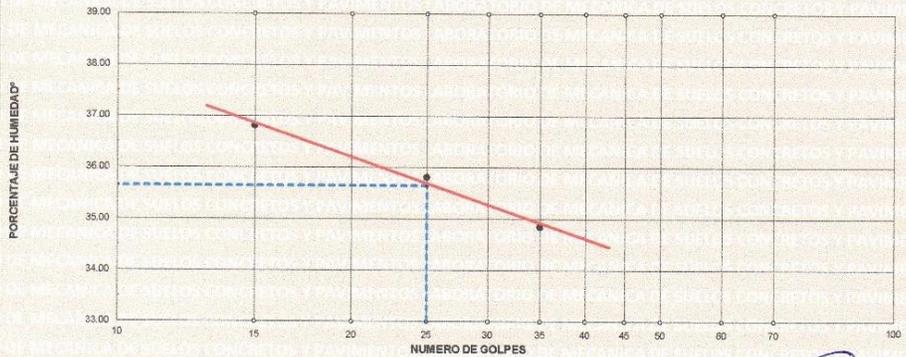
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO EN OBRAS VIALES CON LA UTILIZACION DE GEOSINTETICOS EN JULIACA, SAN ROMAN, 2022"
SOLICITA : BACH. BELIZARIO BARRERA CESAR
MUESTRA : CALICATA N° 02 - ESTRATO 02 (0.35 - 1.50 M) DE PROFUNDIDAD
UBICACION : AV. CIRCUNVALACION OESTE
FECHA : sábado, 26 de Febrero de 2022

**LIMITES DE CONSISTENCIA
(ASTM D-424)**

| DESCRIPCION | LIMITE LIQUIDO | | | LIMITE PLASTICO | |
|----------------------------|----------------|-------|-------|-----------------|-------|
| | 35 | 25 | 15 | 13T | 14T |
| 01. No. DE GOLPES | 35 | 25 | 15 | | |
| 02. TARRO No. | 13T | 14T | 15T | 13T | 14T |
| 03. SUELO HUMEDO * TARRO g | 29.40 | 30.89 | 31.35 | 8.68 | 8.87 |
| 04. SUELO SECO * TARRO g | 24.65 | 25.65 | 25.88 | 7.84 | 7.99 |
| 05. PESO DEL AGUA g | 4.75 | 5.24 | 5.47 | 0.84 | 0.88 |
| 06. PESO DEL TARRO g | 11.02 | 11.02 | 11.02 | 4.10 | 4.10 |
| 07. PESO DEL SUELO SECO g | 13.63 | 14.63 | 14.86 | 3.74 | 3.89 |
| 08. HUMEDAD % | 34.85 | 35.82 | 36.81 | 22.46 | 22.62 |

| | | | | | |
|-------|---------|-------|---------|-------|-------|
| L.L.= | 35.65 % | L.P.= | 22.54 % | I.P.= | 13.11 |
|-------|---------|-------|---------|-------|-------|

GRAFICO DE LIMITE LIQUIDO



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS Y PAVIMENTOS
Edilberto Cubacaza Velarde
ING. CIVIL ESPECIAL EN GEOTECNIA
N° 0 84573

Edgar Gerardo Cruz Tito
TECNICO LABORATORISTA



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
 V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
 AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
 CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA**

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO EN OBRAS VIALES CON LA UTILIZACION DE GEOSINTETICOS EN JULIACA, SAN ROMAN, 2022"
SOLICITA : BACH. BELIZARIO BARREDA CESAR
MUESTRA : CALICATA N° 02 - ESTRATO 02 (0.35 - 1.50 M) DE PROFUNDIDAD
UBICACION : AV. CIRCUNVALACION OESTE
FECHA : sábado, 26 de Febrero de 2022

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL
 NORMA (ASTM D-2216)**

| METODO SECADO AL HORNO | | | | |
|--------------------------------|-----|--------------|---|---|
| RECIPIENTE N° | | 1 | 2 | 3 |
| PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE | gr. | 495.00 | | |
| PESO SUELO SECO + RECIPIENTE | gr. | 439.00 | | |
| PESO RECIPIENTE | gr. | 0.00 | | |
| PESO DE AGUA | gr. | 56.00 | | |
| PESO DE SUELO SECO | gr. | 439.00 | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | | 12.76 | | |
| HUMEDAD PROMEDIO (%) | | 12.76 | | |

OBSERVACIONES: _____



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
Edilberto Cahuanaza Velarde
 ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECHNIA
 REG. 84573

Engar Gerardo Cruz Tito
 TECNICO LABORATORISTA



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA**

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO EN OBRAS VIALES CON LA UTILIZACION DE GEOSINTETICOS EN JULIACA, SAN ROMAN, 2022"
SOLICITA : BACH. BELIZARIO BARREDA CESAR
MUESTRA : CALICATA N° 02 - ESTRATO 02 (0.35 - 1.50 M) DE PROFUNDIDAD
UBICACION : AV. CIRCUNVALACION OESTE
FECHA : sábado, 26 de Febrero de 2022

**PROCTOR ESTÁNDAR
(ASTM D-657)**

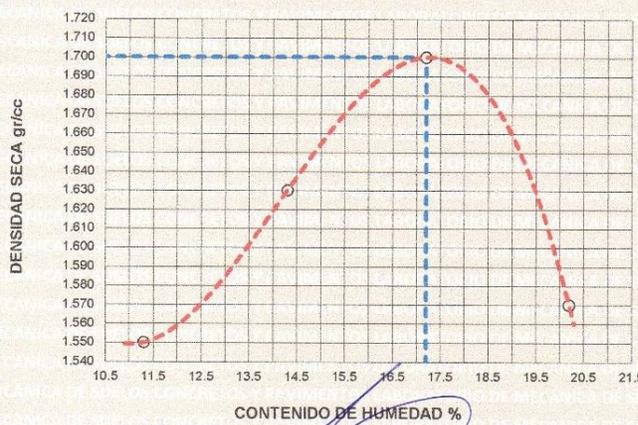
DETERMINACION DE DENSIDAD

| ENSAYO N° | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|
| PESO MOLDE+SUELO | 5,754 | 5,885 | 6,002 | 5,915 |
| PESO MOLDE | 4,154 | 4,154 | 4,154 | 4,154 |
| PESO SUELO COMPACTADO | 1,600 | 1,731 | 1,848 | 1,761 |
| VOLUMEN DEL MOLDE | 929.4 | 929.4 | 929.4 | 930.4 |
| DENSIDAD HUMEDA | 1.72 | 1.86 | 1.99 | 1.89 |

DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD

| RECIPIENTE N° | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---------------------------|--------|--------|--------|--------|
| SUELO HUMEDO + RECIPIENTE | 295.00 | 343.00 | 361.00 | 375.00 |
| SUELO SECO + RECIPIENTE | 265.00 | 300.00 | 308.00 | 312.00 |
| PESO RECIPIENTE | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| PESO DE AGUA | 30.00 | 43.00 | 53.00 | 63.00 |
| PESO DE SUELO SECO | 265.00 | 300.00 | 308.00 | 312.00 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | 11.30 | 14.30 | 17.20 | 20.20 |
| DENSIDAD SECA | 1.55 | 1.63 | 1.70 | 1.57 |

GRAFICO DE PROCTOR STANDAR



Max. densidad
seca
1.700

Conten.
humedad óptima
17.20



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Edilberto Cahuanza Velardo
ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN GEOTECNIA
REG. 14673

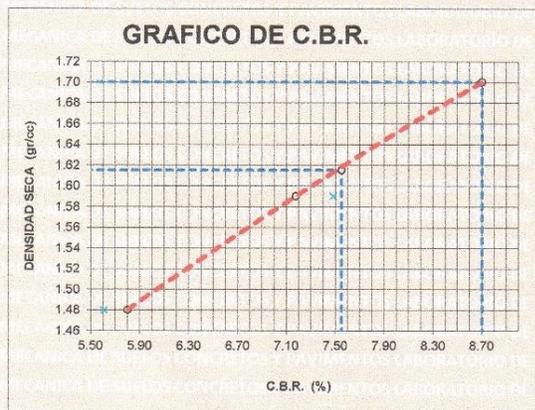


Edgar Gerardo Cruz Tito
TECNICO LABORATORISTA



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA**

| | |
|-----------|--|
| PROYECTO | : "MEJORAMIENTO DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO EN OBRAS VIALES CON LA UTILIZACION DE GEOSINTETICOS EN JULIACA, SAN ROMAN, 2022" |
| SOLICITA | : BACH. BELIZARIO BARREDA CESAR |
| MUESTRA | : CALICATA N° 02 - ESTRATO 02 (0.35 - 1.50 M) DE PROFUNDIDAD |
| UBICACION | : AV. CIRCUNVALACION OESTE |
| FECHA | : sábado, 26 de Febrero de 2022 |

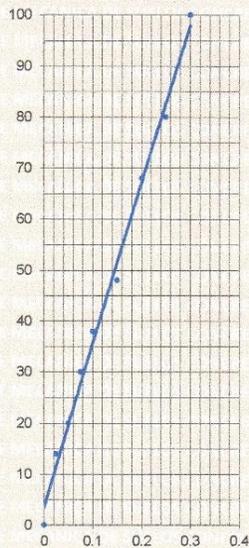


PARAMETROS DE C.B.R.
 C.B.R.01" AL 100% = **8.70%**
 C.B.R. 01" AL 95% M.D.S. = **7.55%**

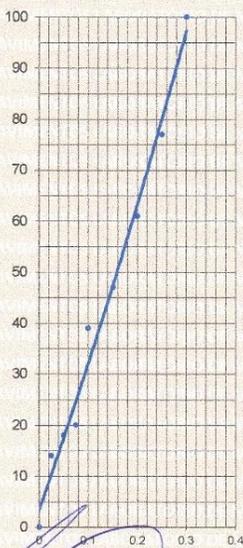
LEYENDA

— CURVA A 0.1"

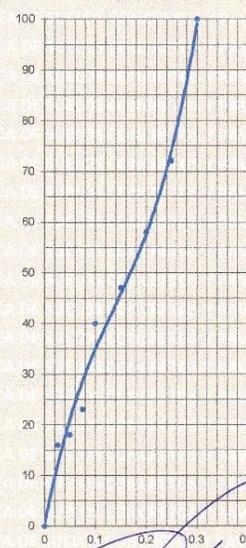
C.B.R 0.1" = 8.70%
CURVA DE 56 GOLPES



C.B.R 0.1" = 7.18%
CURVA DE 25 GOLPES



C.B.R 0.1" = 5.80%
CURVA DE 12 GOLPES



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS Y PAVIMENTOS
 Edilberto Cahuapaza Velarde
 ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN GEOTECNIA
 REG. 84572

Edgar Gerardo Cruz Tito
 TECNICO LABORATORISTA



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA**

| | |
|-----------|--|
| PROYECTO | : "MEJORAMIENTO DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO EN OBRAS VIALES CON LA UTILIZACION DE GEOSINTETICOS EN JULIACA, SAN ROMAN, 2022" |
| SOLICITA | : BACH. BELIZARIO BARRERA CESAR |
| MUESTRA | : CALICATA N° 02 - ESTRATO 02 (0.35 - 1.50 M) DE PROFUNDIDAD |
| UBICACION | : AV. CIRCUNVALACION OESTE |
| FECHA | : sábado, 26 de Febrero de 2022 |

**VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)
(ASTM D-1883)**

| | 4 | | 5 | | 6 | |
|---------------------------|--------------|---------|--------------|---------|--------------|---------|
| | SIN SUMERGIR | SUMERG. | SIN SUMERGIR | SUMERG. | SIN SUMERGIR | SUMERG. |
| Molde N° | 4 | | 5 | | 6 | |
| Capa N° | 5 | | 5 | | 5 | |
| Golpes por capa N° | 56 | | 25 | | 12 | |
| Condición de la muestra | SIN SUMERGIR | | SUMERG. | | SIN SUMERGIR | |
| Peso molde + suelo húmedo | gr. | 11285 | | 11121 | | 10878 |
| Peso del molde | gr. | 7143 | | 7237 | | 7268 |
| Peso del suelo húmedo | gr. | 4142 | | 3884 | | 3610 |
| Volúmen del molde | cc. | 2077.3 | | 2077.3 | | 2077.3 |
| Densidad Humeda | gr./cc | 1.99 | | 1.87 | | 1.74 |
| Humedad | % | 17.20 | | 17.30 | | 17.20 |
| Densidad seca | gr./cc | 1.700 | | 1.59 | | 1.48 |
| HUMEDADES | | | | | | |
| Tarro N° | 1 | | 2 | | 3 | |
| Tarro suelo húmedo | gr. | 389 | | 346 | | 321 |
| Tarro suelo seco | gr. | 332 | | 295 | | 274 |
| Agua | gr. | 57 | | 51 | | 47 |
| Peso del Tarro | gr. | 0 | | 0 | | 0 |
| Peso del suelo seco | gr. | 332 | | 295 | | 274 |
| Humedad | % | 17.2 | | 17.3 | | 17.2 |
| Promedio de la humedad | % | | | | | |

ENSAYO EXPANSION

| FECHA | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | |
|---------|----------|--------|------|-----------|-------|------|-----------|-------|------|-----------|-------|
| | | | | m.m. | % | | m.m. | % | | m.m. | % |
| 26-2-22 | 12:00:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 27-2-22 | 12:00:00 | 24 | 11 | 0.11 | 0.087 | 15 | 0.15 | 0.119 | 21 | 0.21 | 0.166 |
| 28-2-22 | 12:00:00 | 48 | 16 | 0.16 | 0.126 | 19 | 0.19 | 0.150 | 24 | 0.24 | 0.190 |
| 1-3-22 | 12:00:00 | 72 | 19 | 0.19 | 0.063 | 24 | 0.24 | 0.071 | 29 | 0.29 | 0.063 |
| 2-3-22 | 12:00:00 | 96 | 24 | 0.24 | 0.063 | 29 | 0.29 | 0.079 | 34 | 0.34 | 0.079 |

PENETRACION

| Tiempo | PENETRACION | | LECTURA DIAL | LECTURA Lb | PENSIONES Lb/plg2 | LECTURA DIAL | LECTURA Lb | PENSIONES Lb/plg2 | LECTURA DIAL | LECTURA Lb | PENSIONES Lb/plg2 |
|--------|-------------|-------|--------------|------------|-------------------|--------------|------------|-------------------|--------------|------------|-------------------|
| | mm | plg | | | | | | | | | |
| 0.30 | 0.600 | 0.25 | 4 | 98 | 33 | 2 | 79 | 26 | 1 | 69 | 23 |
| 1.00 | 1.300 | 0.50 | 8 | 137 | 46 | 4 | 98 | 33 | 2 | 79 | 26 |
| 1.30 | 1.900 | 0.075 | 15 | 204 | 68 | 5 | 108 | 36 | 4 | 98 | 33 |
| 2.00 | 2.500 | 0.100 | 21 | 262 | 87 | 16 | 214 | 71 | 12 | 175 | 58 |
| 3.00 | 3.800 | 0.150 | 28 | 330 | 110 | 21 | 262 | 87 | 15 | 204 | 68 |
| 4.00 | 5.000 | 0.200 | 42 | 465 | 155 | 29 | 340 | 113 | 20 | 253 | 84 |
| 5.00 | 6.000 | 0.250 | 51 | 552 | 184 | 38 | 427 | 142 | 26 | 311 | 104 |
| 6.00 | 7.500 | 0.300 | 65 | 688 | 229 | 51 | 552 | 184 | 39 | 436 | 145 |
| 8.00 | 10.000 | 0.400 | | | | | | | | | |
| 10.00 | 12.500 | 0.500 | | | | | | | | | |



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS Y PAVIMENTOS
Edilberto Caluagazu Velarde
ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN GEOTECNIA
REG. 84573



Edgar Gerardo Cruz Tito
TECNICO LABORATORISTA



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA**

| | |
|------------------|--|
| PROYECTO | : "MEJORAMIENTO DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO EN OBRAS VIALES CON LA UTILIZACION DE GEOSINTETICOS EN JULIACA, SAN ROMAN, 2022" |
| SOLICITA | : BACH. BELIZARIO BARREDA CESAR |
| MUESTRA | : CALICATA N° 02 - ESTRATO 02 CON UNA CAPA DE GEOSINTETICOS |
| UBICACION | : AV. CIRCUNVALACION OESTE |
| FECHA | : miércoles, 2 de Marzo de 2022 |

**VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)
(ASTM D-1883)**

| | 10 | | 11 | | 12 | |
|---------------------------|--------------|---------|--------------|---------|--------------|---------|
| | SIN SUMERGIR | SUMERG. | SIN SUMERGIR | SUMERG. | SIN SUMERGIR | SUMERG. |
| Molde N° | 10 | | 11 | | 12 | |
| Capa N° | 5 | | 5 | | 5 | |
| Golpes por capa N° | 56 | | 25 | | 12 | |
| Condición de la muestra | SIN SUMERGIR | | SUMERG. | | SIN SUMERGIR | |
| Peso molde + suelo húmedo | gr. | 11281 | | 11125 | | 10898 |
| Peso del molde | gr. | 7143 | | 7237 | | 7268 |
| Peso del suelo húmedo | gr. | 4138 | | 3888 | | 3630 |
| Volumen del molde | cc. | 2077.3 | | 2077.3 | | 2077.3 |
| Densidad Humeda | gr./cc | 1.99 | | 1.87 | | 1.75 |
| Humedad | % | 17.30 | | 17.10 | | 17.30 |
| Densidad seca | gr./cc | 1.700 | | 1.60 | | 1.49 |
| HUMEDADES | | | | | | |
| Tarro N° | 1 | | 2 | | 3 | |
| Tarro suelo húmedo | gr. | 394 | | 350 | | 333 |
| Tarro suelo seco | gr. | 336 | | 299 | | 284 |
| Agua | gr. | 58 | | 51 | | 49 |
| Peso del Tarro | gr. | 0 | | 0 | | 0 |
| Peso del suelo seco | gr. | 336 | | 299 | | 284 |
| Humedad | % | 17.3 | | 17.1 | | 17.3 |
| Promedio de la humedad | % | | | | | |

ENSAYO EXPANSION

| FECHA | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | |
|--------|----------|--------|------|-----------|-------|------|-----------|-------|------|-----------|-------|
| | | | | m.m. | % | | m.m. | % | | m.m. | % |
| 2-3-22 | 12:00:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3-3-22 | 12:00:00 | 24 | 8 | 0.08 | 0.063 | 12 | 0.12 | 0.095 | 17 | 0.17 | 0.134 |
| 4-3-22 | 12:00:00 | 48 | 11 | 0.11 | 0.087 | 17 | 0.17 | 0.134 | 21 | 0.21 | 0.166 |
| 5-3-22 | 12:00:00 | 72 | 14 | 0.14 | 0.047 | 20 | 0.2 | 0.063 | 25 | 0.25 | 0.063 |
| 6-3-22 | 12:00:00 | 96 | 18 | 0.18 | 0.055 | 25 | 0.25 | 0.063 | 31 | 0.31 | 0.079 |

PENETRACION

| PENETRACION | | | LECTURA DIAL | LECTURA Lb | PENSIONES Lb/plg2 | LECTURA DIAL | LECTURA Lb | PENSIONES Lb/plg2 | LECTURA DIAL | LECTURA Lb | PENSIONES Lb/plg2 |
|-------------|--------|-------|--------------|------------|-------------------|--------------|------------|-------------------|--------------|------------|-------------------|
| Tiempo | mm | plg | | | | | | | | | |
| 0.30 | 0.600 | 0.25 | 5 | 108 | 36 | 3 | 89 | 30 | 2 | 79 | 26 |
| 1.00 | 1.300 | 0.50 | 9 | 147 | 49 | 6 | 118 | 39 | 4 | 98 | 33 |
| 1.30 | 1.900 | 0.075 | 14 | 195 | 65 | 8 | 137 | 46 | 6 | 118 | 39 |
| 2.00 | 2.500 | 0.100 | 24 | 291 | 97 | 19 | 243 | 81 | 14 | 195 | 65 |
| 3.00 | 3.800 | 0.150 | 32 | 369 | 123 | 26 | 311 | 104 | 19 | 243 | 81 |
| 4.00 | 5.000 | 0.200 | 44 | 485 | 162 | 32 | 369 | 123 | 25 | 301 | 100 |
| 5.00 | 6.000 | 0.250 | 52 | 562 | 187 | 45 | 494 | 165 | 32 | 369 | 123 |
| 6.00 | 7.500 | 0.300 | 67 | 707 | 236 | 52 | 562 | 187 | 42 | 465 | 155 |
| 8.00 | 10.000 | 0.400 | | | | | | | | | |
| 10.00 | 12.500 | 0.500 | | | | | | | | | |



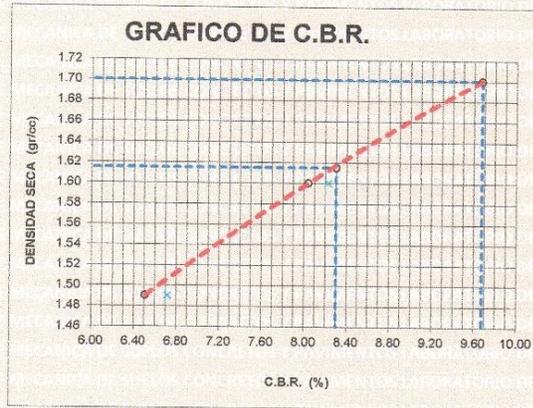
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS Y PAVIMENTOS
Edilberto Cahuañaza Velarde
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
REG 04573

Gerardo Cruz Tito
TECNICO LABORATORISTA



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA**

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO EN OBRAS VIALES CON LA UTILIZACION DE GEOSINTETICOS EN JULIACA, SAN ROMAN, 2022"
SOLICITA : BACH. BELIZARIO BARREDA CESAR
MUESTRA : CALICATA N° 02 - ESTRATO 02 CON UNA CAPA DE GEOSINTETICOS
UBICACION : AV. CIRCUNVALACION OESTE
FECHA : miércoles, 2 de Marzo de 2022

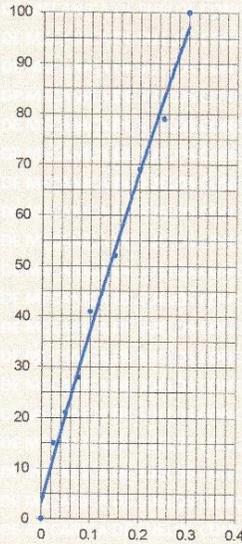


PARAMETROS DE C.B.R.
 C.B.R. 0.1" AL 100% = **9.68%**
 C.B.R. 0.1" AL 95% M.D.S. = **8.30%**

LEYENDA
 — CURVA A 0.1"

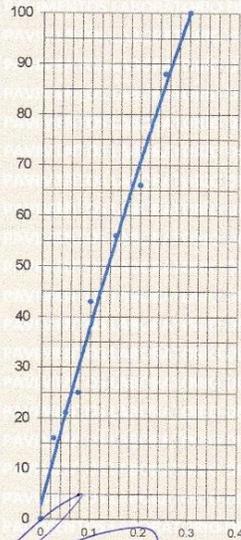
C.B.R. 0.1" = 9.68%

CURVA DE 56 GOLPES



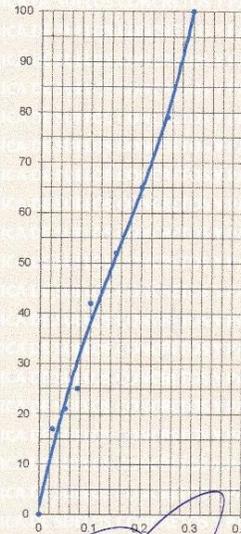
C.B.R. 0.1" = 8.04%

CURVA DE 25 GOLPES



C.B.R. 0.1" = 6.51%

CURVA DE 12 GOLPES



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Edilberto Cahuana Vela
ING. CIVIL ESPECIAL EN GEOTECNIA
REG 84573

Edgar Gerardo Cruz Tito
TECNICO LABORATORIO