



# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

**“ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA SUBRASANTE, INCORPORANDO GEOMALLAS BIAXIALES EN UN TRAMO DE LA AV. LIMA MZ. I - A.H. 31 DE DICIEMBRE - VENTANILLA - 2021”**

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniero Civil**

Autor:

Yuri Yolino Montalvo Soto

Asesor:

MBA. Ing. José Luis Neyra Torres

Lima - Perú

2021

## ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS

El asesor MBA. Ing. José Luis Neyra Torres , docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera profesional de INGENIERÍA CIVIL, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo de la tesis de los estudiantes:

- Montalvo Soto, Yuri Yolino

Por cuanto, **CONSIDERA** que la tesis titulada: “Estabilización de suelos arenosos para mejorar la capacidad portante de la subrasante, incorporando geomallas biaxiales en un tramo de la Av. Lima Mz. I - A.H. 31 de Diciembre - Ventanilla - 2021” para aspirar al título profesional de: **Ingeniero Civil** por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, AUTORIZA al o a los interesados para su presentación.

---

MBA. Ing. José Luis, Neyra Torres  
Asesor

## ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Los miembros del jurado evaluador asignados han procedido a realizar la evaluación de la tesis de los estudiantes: Yuri Yolino Montalvo Soto, para aspirar al título profesional con la tesis denominada: “Estabilización de suelos arenosos para mejorar la capacidad portante de la subrasante, incorporando geomallas biaxiales en un tramo de la Av. Lima Mz. I - A.H. 31 de Diciembre - Ventanilla – 2021”

Luego de la revisión del trabajo, en forma y contenido, los miembros del jurado concuerdan:

**Aprobación por unanimidad**

**Aprobación por mayoría**

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Desaprobado

Firman en señal de conformidad:

---

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y Apellidos  
Jurado  
Presidente

---

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y Apellidos  
Jurado

---

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y Apellidos  
Jurado

## DEDICATORIA

A mis padres, que confiaron en mí siempre estuvieron apoyándome, para lograr con mis objetivos. Fueron un pilar importante en mi vida y me dirigieron hacia un buen camino que para nosotros significa ser respetuosos, ser empáticos, ser honestos, ser transparentes tener una profesión y generar un desarrollo social de nuestro entorno, aportar con un grano de arena tal vez podría ser el primer cambio para logra llevar al país a ser un país potencia económica, en investigación y tecnología en nuestro continente y el mundo.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Privada del Norte, a mis docentes, a mis hermanos y a mis compañeros de estudio con los que me acompañaron en toda la etapa universitaria. En el cual hubo un ambiente dinámico, divertido y favorable para mi desarrollo profesional y personal.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS .....</b>	<b>2</b>
<b>ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS .....</b>	<b>3</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>4</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>8</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>9</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>10</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>12</b>
1.1. Realidad problemática .....	12
1.1.1. Contexto .....	12
1.1.2. Antecedentes.....	14
1.1.3. Definiciones conceptuales.....	17
1.2. Formulación del problema.....	22
1.2.1. Problema general .....	23
1.2.2. Problema específico .....	23
1.3. Justificación.....	23
1.3.1. Justificación técnica.....	23
1.3.2. Justificación social .....	24
1.3.3. Justificación por viabilidad.....	24
1.3.4. Justificación por relevancia .....	24
1.4. Objetivos .....	24
1.4.1. Objetivo general.....	25
1.4.2. Objetivos específicos.....	25
1.5. Hipótesis .....	25
1.5.1. Hipótesis general.....	26
1.5.2. Hipótesis específicas.....	26
<b>CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA.....</b>	<b>27</b>
2.1. Operacionalización de variables .....	27
2.1.1. Variable independiente.....	27
2.1.2. Variable dependiente.....	27
2.2. Enfoque, Tipo y Diseño de investigación.....	28
2.2.1. El enfoque del estudio: .....	28
2.2.2. Según el conocimiento perseguido: .....	28
2.2.3. Según la planificación en las mediciones o recolección de datos: .....	29
2.2.4. Según el número de mediciones en un determinado tiempo:.....	29
2.2.5. Según la intervención del investigador:.....	29
2.2.6. El diseño de investigación: .....	29

2.3.	Población y Muestra (Materiales, instrumentos y métodos) .....	29
2.3.1.	<i>Unidad de estudio</i> .....	30
2.3.2.	<i>Población</i> .....	30
2.3.3.	<i>Muestra</i> .....	30
2.4.	Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos .....	31
2.4.1.	<i>Técnica</i> .....	31
2.4.2.	<i>Instrumento</i> .....	32
2.4.3.	<i>Procedimiento de recolección de datos</i> .....	33
2.5.	Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos .....	39
2.5.1.	<i>Método</i> .....	39
2.5.2.	<i>Instrumento</i> .....	39
2.5.3.	<i>Procedimiento de análisis de datos</i> .....	39
2.6.	Aspectos éticos .....	40
<b>CAPÍTULO 3. RESULTADOS .....</b>		<b>41</b>
3.1.	Resultados de las características físico – mecánicas del suelo– muestra patrón.....	41
3.1.1.	<i>Ensayos de laboratorio</i> .....	41
3.1.2.	<i>Contenido de humedad</i> .....	42
3.1.3.	<i>Análisis granulométrico</i> .....	42
3.1.4.	<i>Límites de líquido, l. plástico, e índice de plasticidad</i> .....	44
3.1.5.	<i>Clasificación de suelos SUCS</i> .....	45
3.1.6.	<i>Compactación proctor modificado</i> .....	45
3.1.7.	<i>California Bearing Ratio (CBR)-patron</i> .....	47
3.2.	Resultados de las características físico – mecánicas del suelo – incorporando 1 capa de geomalla.....	49
3.2.1.	<i>California Bearing Ratio (CBR)</i> .....	49
3.3.	Resultados de las características físico – mecánicas del suelo – incorporando 2 capas de geomalla.....	50
3.3.1.	<i>California Bearing Ratio (CBR)</i> .....	50
3.4.	Resultados de las características físico – mecánicas del suelo – incorporando 3 capas de geomalla.....	52
3.4.1.	<i>California Bearing Ratio (CBR)</i> .....	52
<b>CAPÍTULO 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....</b>		<b>57</b>
4.1.	Discusión.....	57
4.2.	Conclusiones.....	59
4.3.	Recomendación .....	60
<b>REFERENCIA .....</b>		<b>61</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>63</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 .....	22
Tabla 2 .....	27
Tabla 3 .....	32
Tabla 4 .....	33
Tabla 5 .....	41
Tabla 6 .....	42
Tabla 7 .....	43
Tabla 8 .....	44
Tabla 9 .....	45
Tabla 10 .....	46
Tabla 11 .....	47
Tabla 12 .....	49
Tabla 13 .....	51
Tabla 14 .....	53
Tabla 15 .....	54
Tabla 16 .....	58

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.....	14
Figura 2.....	18
Figura 3.....	19
Figura 4.....	20
Figura 5.....	21
Figura 6.....	21
Figura 7.....	31
Figura 8.....	34
Figura 9.....	44
Figura 10.....	47
Figura 11.....	48
Figura 12.....	48
Figura 13.....	49
Figura 14.....	50
Figura 15.....	51
Figura 16.....	51
Figura 17.....	53
Figura 18.....	53
Figura 19.....	55
Figura 20.....	58
Figura 21.....	78
Figura 22.....	78
Figura 23.....	79
Figura 24.....	79
Figura 25.....	80
Figura 26.....	80
Figura 27.....	81
Figura 28.....	81
Figura 29.....	82
Figura 30.....	82
Figura 31.....	83
Figura 32.....	83
Figura 33.....	84
Figura 34.....	84
Figura 35.....	85
Figura 36.....	85
Figura 37.....	86
Figura 38.....	86
Figura 39.....	86

## RESUMEN

El presente trabajo tiene por objetivo principal determinar la influencia del uso de geomallas biaxiales en la estabilización de suelos arenosos con respecto a la capacidad portante de la subrasante de un tramo de la Av. Lima Mz. I - A.H. 31 de diciembre - Ventanilla – 2021. Esto debido a que muchas de las subrasante que se construyen están sobre suelos con parámetros de resistencia bajos. En consecuencia, se tienen valores de capacidades portantes muy bajas y problemas de asentamientos. La tesis consistió en el desarrollo de un método alternativo para la estabilización de suelos arenosos usando geomallas biaxiales para su utilización a nivel de subrasante en suelos de baja capacidad portante. Además, se concluye que la hipótesis planteada, si se cumple, ya que la incorporación de geomallas a nivel de subrasante aumento el 1.5% del CBR con una capa de geomalla, 7.6 % del CBR con dos capas de geo-mallas y 1.7% del CBR con tres capas de geomallas, este último debido a la baja compactación producida entre muestra del suelo y las capas de geo-malla a mayor número de capas.

**Palabras clave:** Geomalla biaxial, suelo arenoso, subrasante, refuerzo, valor de CBR, capacidad portante.

## ABSTRACT

The main objective of this work is to determine the influence of the use of biaxial geogrids in the stabilization of sandy soils with respect to the bearing capacity of the subgrade of a section of Av. Lima Mz. I - A.H. December 31 - Ventanilla - 2021. This is because many of the subgrade that are built are on soils with low resistance parameters. Consequently, there are very low bearing capacity values and settlement problems. The thesis consisted in the development of an alternative method for the stabilization of sandy soils using biaxial geogrids for use at the subgrade level in soils with low bearing capacity. In addition, it is concluded that the hypothesis raised, if it is fulfilled, since the incorporation of geogrids at the subgrade level increased 1.5% of the CBR with one layer of geogrid, 7.6% of the CBR with two layers of geo-meshes and 1.7% of the CBR with three layers of geogrids, the latter due to the low compaction produced between the soil sample and the geo-mesh layers at a higher number of layers.

**Keywords:** Biaxial geogrid, sandy soil, subgrade, reinforcement, CBR value, bearing capacity.

## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

#### 1.1.1. Contexto

En el mundo, en países desarrollados las empresas constructoras tienen dificultades en las construcciones de pavimentos que se realizan en suelos blandos ya que no evalúan el crecimiento poblacional y el aumento vehicular en las vías públicas lo que genera problemas en las estructuras de los pavimentos, agrietado en bloques. Estos ocasionados por la baja capacidad de las sub-rasantes en la construcción vial de las avenidas, calles y rutas de la ciudad. **(Novoa, 2017)**.

En países de Latino América como Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador y México las empresas del rubro de la construcción de obras viales se encuentran con diferentes tipos de suelos, de ellas los suelos blandos representan un peligro para las estructuras de las vías, ferrocarriles, establecimientos ya que hay una tendencia a torcerse. En Honduras el uso de la geomallas mejoro la capacidad portante de los pavimentos, esto implico la reducción de espesores de las capas de material selecto necesarias para poder soportar la carga del tráfico, en especial para suelos de baja resistencia. Esta reducción de los espesores disminuyo los costos de acarreo y compactación de material selecto en el tramo a construir. Además tiene ventajas en el tiempo de construcción ya que tiene un fácil procedimiento constructivo. **(Almendarez & Reyes, 2017)**

En el Perú, en los últimos años se ha venido incrementando la construcción de carreteras ya que es un factor importante que permite el desarrollo del país. Sin embargo, se presentan algunos problemas debido a que no todos los suelos de fundación poseen adecuadas propiedades mecánicas como el caso de suelos arenosos.

También las obras civiles como carreteras, terraplenes, represas, muros de contención, etc., presentan grandes dificultades en su construcción cuando se trata de un suelo arenoso optando casi siempre por el reemplazo por material de préstamo. En la actualidad se vienen realizando investigaciones para mejorar la capacidad portante de los suelos arenosos (**Haro, 2021**).

En la actualidad las “geomallas biaxiales” cumplen un rol importante por su durabilidad y ser una alternativa para estabilizar los suelos, de la mano con las normativas ambientales. El desarrollo de nuevos métodos de construcción ha permitido el uso de las geomallas biaxiales en la Ingeniería Civil, y ha aumentado el uso de este material no tradicional, en el desarrollo de los proyectos de Ingeniería en el mundo. (**Chorres, 2017**).

En el Distrito de Ventanilla, en el A.H. 31 de diciembre, en la Av. Lima, las subrasantes arenosas presentan problemas de inestabilidad y baja capacidad portante. Las causas de la baja capacidad portante de la subrasante es debido a que son: suelos inestables, suelos sueltos altamente compresibles, suelos sin cohesión, suelos sin resistencia a tracción, suelos con parámetros bajos de resistencia. Del mismo modo, en el asentamiento se encuentran suelos colapsables, suelos arenosos, arcillosos, agresividad de sulfatos, cantidades de sales y solubles. (**Chorres, 2017**).

Las consecuencias, de esta problemática debido a su elevada inestabilidad y su baja resistencia en la que se encuentran actualmente estas avenidas y calles no pavimentadas, son muy peligrosas para los vehículos que transitan, ya que estas pueden generar accidentes fatales de tránsito vehicular, además impiden el flujo de tránsito vehicular, generando atrasos en el desarrollo de la población y el país en general.

El aporte de esta investigación es incorporar las geomallas biaxiales en capas simples, dobles y triples para estabilizar el suelo arenoso a nivel de subrasante y luego determinar el número óptimo de capas con el mayor resultado de la capacidad portante (CBR). Y así dar solución al problema y los futuros problemas que ocasionaría a los pavimentos. Con esto se podrá construir un pavimento estable y duradero.

### **Figura 1**

*Av. Lima Mz. I - A.H. 31 de diciembre – Ventanilla*



*Nota.* Fuente: Elaboración Propia

## **1.1.2. Antecedentes**

### **1.1.2.1. Internacionales**

Una investigación realizada en la india por **Sivapriya & Ganesh-Kumar, (2019)** estudio la funcionalidad y costo-beneficio del uso de geosintéticos como refuerzo de subrasante en el diseño de pavimento flexible. En este estudio se usaron geomalla, geotextil y geomembrana, como elemento de refuerzo de subrasante dentro del molde CBR para entender la mejora en la subrasante para capas simples, dos y tres geosintéticas en el molde CBR. Los resultados muestran que entre los tres materiales usados, la geomalla presenta características mejoradas del CBR. Finalmente, En el

diseño de pavimento flexible, el análisis de costo beneficio se llevó a cabo para un número óptimo de capas de geomallas, donde hubo una reducción del 6.38% en el costo de construcción como refuerzo de subrasante.

Otra investigación realizada en la India por **Solanki et al. (2019)** analizó la construcción de pavimentos en suelos pobres incorporando geomallas, este método se realiza colocando geomadrículas y geotextil en diferentes espesores como  $T/2$ ,  $T/3$ ,  $T/4$  cada capa individualmente y también en multicapas, se observó que en los resultados hay un aumento del valor CBR para la combinación de doble capa es mayor que la capa triple y además las capas que se encuentran cerca de la superficie superior cargan más que las capas colocadas a mayor profundidad.

Otra investigación en Arabia, estudiada por **S. Abu & Belal (2018)** evalúa una zapata con tiras de geomallas, cuyo objetivo de esta investigación es evaluar la influencia de la relación de empotramiento de refuerzo y la relación de longitud de la capacidad de carga movilizada. Este método mide mediante el modelo de zapata de placa a escala penetrando mediante una gata hidráulica. Resultados el aumento de las capas de refuerzo de la geomalla indica un aumento valioso en BCR, con un valor óptimo para el parámetro estudiado.

Una investigación realizada en Luisiana-Estados Unidos, estudiada por **M. Abu, Souci, Voyiadjis, & Chen (2012)** se basó en el beneficio de las geomallas en especímenes de base granular y estudió el efecto de diferentes factores. El estudio se llevó a cabo experimentalmente mediante la realización de pruebas triaxiales de carga repetidas (RLT) para calcular las deformaciones elásticas y permanentes de las muestras de suelos. Los resultados de esta investigación mostraron el beneficio potencial de colocar la geomalla dentro de las muestras de base granular.

### 1.1.2.2. Nacionales

Una investigación realizada en el Perú, evaluó la capacidad de soporte en arenas reforzados con geomallas con el modelo a pequeña escala, este método de reforzamiento se basó en distintos parámetros como las características físicas-mecánicas del suelo y de la geomalla. Los ensayos experimentales consistieron en monitorear la carga aplicada y asentamiento ocasionado en la zapata modelo (0.15x0.15 m) la cual yace sobre una masa de arena de un depósito rectangular de (1.50X1.50x2.0m) reforzada con varias capas de geomallas, también se monitorearon deformaciones por tensión ocasionadas en las geomallas usando strain gages o galgas de deformación insertos en las geomallas para determinar la deformación tensional provocado por la carga aplicada. En los resultados obtenidos indican la incorporación de geomallas aumenta la capacidad de soporte última del suelo y disminuye el asentamiento en comparación a suelos sin reforzar (**Muños, 2009**).

Otra investigación realizada en nuestro país, determinó las ventajas del uso de geomallas multiaxiales, como refuerzo para estabilizar suelos de baja capacidad, donde el objetivo principal es determinar si la geomalla multiaxial como refuerzo en suelos es una alternativa técnicamente y económicamente viable sin reducir la capacidad estructural de la vía proyectada en el proyecto de análisis. Usando la metodología de la AASHTO-93. Su resultado final indica que se logró una reducción del 14% del costo inicial del proyecto, y mejoro la estabilización de los suelos blandos en la avenida Trapiche Chillón, Carabayllo (**Fernández, 2017**).

Una investigación similar tuvo por objetivo determinar si las geomallas mejoran la capacidad de soporte de los suelos de las cimentaciones superficiales. La metodología usada es el LFRD consiste básicamente en evaluar la estabilidad externa

como interna en todos los estados límites de resistencia, mientras que la estabilidad global y el movimiento vertical o lateral de la fachada se evalúan en los estados límite de servicio. Como resultado obtuvo un mejoramiento de la capacidad de soporte CBR en un 4% en suelos arenosos (**Chorres, 2017**).

Otra investigación realizada en el Perú, analizó el uso de geo-sintéticos en suelos granulares para pavimentos, donde busca determinar si son una alternativa económicamente viable sin la reducir la capacidad estructural del proyecto analizado, donde uso el método de diseño AASHT y GMA WHITE PAPER II. El resultado que obtuvo del espesor final para cada caso de diseño. Se puede ver que hay una reducción en los espesores de las secciones reforzadas respecto a la sección no reforzada en cada caso (**Orrego, 2014**).

### **1.1.3. Definiciones conceptuales**

#### **1.1.3.1. Geomalla Biaxial:**

Son materiales de construcción en base de polipropileno, químicamente inertes con estructura bidimensionales (PAVCO, 2015). Utilizadas principalmente en todo tipo de suelos para reforzar las bases (CIDELSA, 2015). Se identifica por sus aberturas cuadradas o rectangulares, que incrementa la resistencia en dos direcciones como se observa en la (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Estas geomallas son utilizadas para reforzar elementos los cuales estarán sometidos a tracción biaxial. Su diseño le permite someterse a esfuerzos en dos direcciones (transversales y longitudinales), a pesar de sus aberturas interiores rectangulares (Vara, 2019). También resalta por su módulo de tensión máxima es decir resistencia alta a la tensión y elongación biaxial mínima tanto simétrica como asimétrica (CIDELSA, 2017).

**Figura 2**

*Geomalla biaxial*



*Fuente: PAVCO*

#### **1.1.3.1.1 Contención Lateral**

Las capas de los pavimentos flexibles, suelen presentar fallas antes de culminar su vida útil, debido al desplazamiento lateral y vertical progresivo y al debilitamiento de la capa base de agregado. Este confinamiento permite preservar la capacidad estructural, y se ha comprobado que mejora el desempeño del sistema de pavimento. (TENSAR, 2009)

Las geomallas, tienen un alto grado de rigidez planar mediante la contención lateral, donde las geomallas tienen una capacidad de retener o contener las diversas partículas del suelo. (TENSAR, 2009)

**Figura 3**

*Confinamiento Lateral*



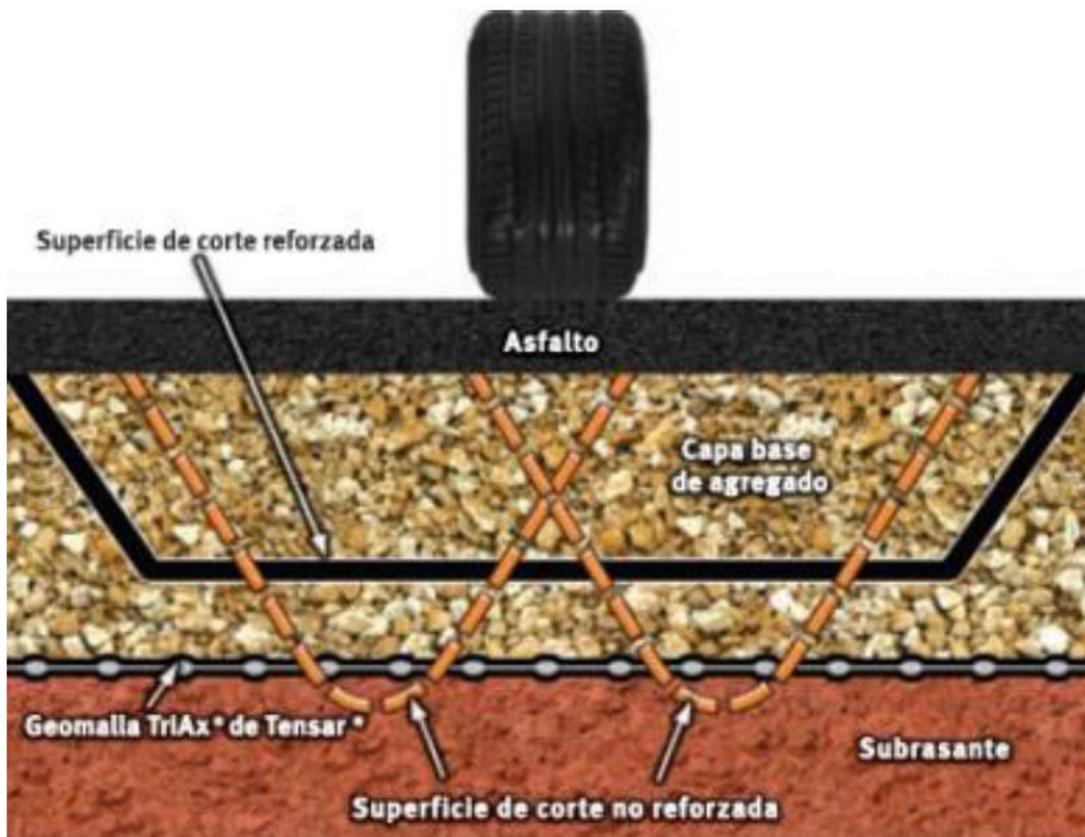
Fuente: (TENSAR, 2009)

**1.1.3.1.2 Capacidad Portante**

El mejoramiento de la capacidad portante de la sub rasante con la incorporación de las geomallas, se logra por las la disipación de la presión en la interfaz de la subrasante con la geomalla, este sistema se usa en las superficies sin pavimentar en las que se requiere una estabilización con el fin de obtener una superficie de trabajo estable. Su uso es común en suelos blando al reflejar grandes espesores de ranuras, es decir, ahuellamiento. (TENSAR, 2009)

**Figura 4**

*Mejoramiento de la capacidad portante a partir de incorporación de la geomalla en la interfaz de subrasante y la capa base de agregado.*



Fuente: (TENSAR, 2009)

### 1.1.3.1.3 Distribución de la Carga

Las geomallas biaxiales cuentan con un sistema de rigidez, lo que produce un mayor refuerzo por la geometría, lo que se conoce como un adecuado nivel de rigidez planar, donde estos actúan en todas las capas de los agregados en forma radial, garantizando que la geomalla actúe como un refuerzo en una capa estabilizada mecánicamente. (Tensar, 2012)

**Figura 5**

*Distribución radial de las geomallas Biaxiales*



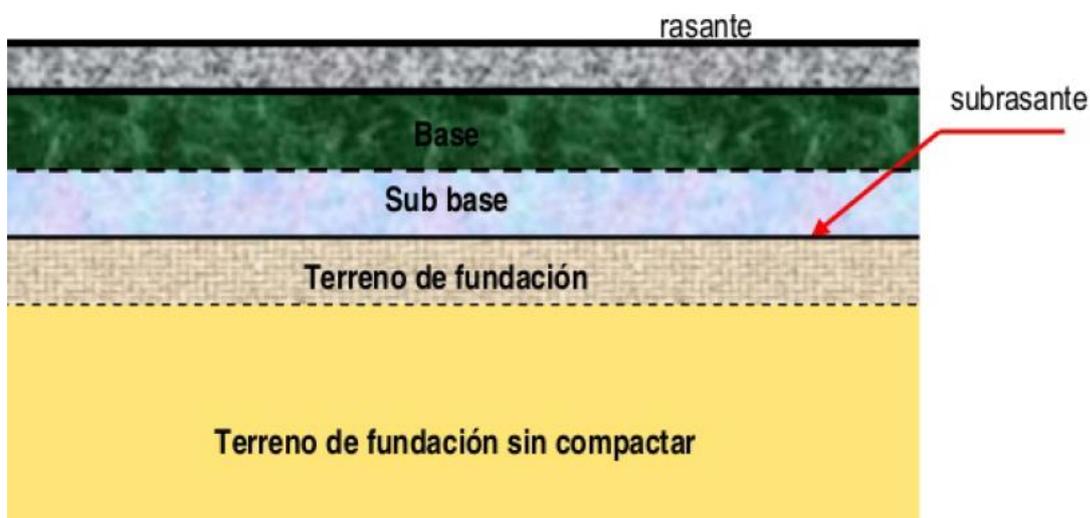
Fuente: (Tensar, 2012)

### 1.1.3.2. Subrasante

La Subrasante es la superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte y relleno), sobre la cual se coloca la estructura del pavimento o afirmado. (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2013)

**Figura 6**

*Estructura típica de pavimentos asfálticos.*



*Fuente: (Minaya & Ordoñez, 2006).*

En la siguiente tabla se detalla las categorías de la sub rasante según los valores del ensayo CBR, donde se establece los valores de soporte o resistencia del suelo, que estará referido al 95% de la MDS (Máxima Densidad Seca) a una penetración de carga de 2.54mm. (MTC, 2014)

**Tabla 1**

*Categorías de subrasante.*

Categorías de Sub rasante	CBR
S <sub>0</sub> : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S <sub>1</sub> : Sub rasante insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S <sub>2</sub> : Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S <sub>3</sub> : Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S <sub>4</sub> : Sub rasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S <sub>5</sub> : Sub rasante Excelente	CBR ≥ 30%

*Fuente: Ministerio de transportes y comunicaciones (MTC, 2014)*

### 1.1.3.3. Suelos arenosos

Un suelo arenoso es aquel que se encuentra conformado predominantemente por arena, se caracteriza principalmente por su plasticidad nula. Según la clasificación SUCS se considera a un suelo como arena cuando más de la mitad del suelo se retiene en el tamiz número 200 y a la vez mas de la mitad de la muestra pasa el tamiz número 4. Existen cuatro sub clasificaciones de suelos arenosos según la SUCS: SW, SP, SM, SC (López, 2017).

## 1.2. Formulación del problema

### 1.2.1. Problema general

- ¿De qué manera el uso de geomallas biaxiales influye en la estabilización de suelos arenosos con respecto a la capacidad portante de la subrasante de un tramo de la Av. Lima Mz. I - A.H. 31 de diciembre - Ventanilla – 2021?

### 1.2.2. Problema específico

- ¿Cuál es el valor del CBR sin la utilización de geomallas biaxiales en la estabilización de suelos arenosos con respecto a la capacidad portante de la subrasante de un tramo de la Av. Lima Mz. I - A.H. 31 de diciembre - Ventanilla – 2021?
- ¿Cuál es el valor del CBR con una capa de geomalla biaxial en la estabilización de suelos arenosos con respecto a la capacidad portante de la subrasante de un tramo de la Av. Lima Mz. I - A.H. 31 de diciembre - Ventanilla – 2021?
- ¿Cuál es el valor del CBR con dos capas de geomallas biaxiales en la estabilización de suelos arenosos con respecto a la capacidad portante de la subrasante de un tramo de la Av. Lima Mz. I - A.H. 31 de diciembre - Ventanilla – 2021?
- ¿Cuál es el valor del CBR con tres capas de geomallas biaxiales en la estabilización de suelos arenosos con respecto a la capacidad portante de la subrasante de un tramo de la Av. Lima Mz. I - A.H. 31 de diciembre - Ventanilla – 2021?

## 1.3. Justificación

### 1.3.1. Justificación técnica

En los últimos años el material utilizado para el mejoramiento de la subrasante del pavimento flexible es elaborado con cal, cemento, asfalto para mejorar sus propiedades. Al mismo tiempo de la exigencia de calidad y durabilidad de la demanda social también exige necesidades ecológicas para reducir el impacto ambiental de las

obras, por ello usar geomalla biaxial es una solución viable y económica (Romero & Sañac, 2016).

### **1.3.2. Justificación social**

El desarrollo de la presente investigación tiene importancia social, ya que el área de estudio el distrito de Ventanilla se observa las características de los suelos no cumplen con las condiciones exigidas por las normativas vigentes para garantizar calidad en las obras a realizarse, entonces para mejorar las características de los suelos se refuerza con capas geomallas biaxiales, por lo que su aplicación es reduce costos económicos en comparación de comprar material preparado con las características requeridas de las canteras, por lo que usar la geomalla-biaxial mejora la calidad del suelo y garantiza mayor durabilidad (Romero & Sañac, 2016).

### **1.3.3. Justificación por viabilidad**

La accesibilidad al terreno y las características geológicas o geomorfológicas de la Av. Lima en la Mz I del Asentamiento Humano 31 de diciembre del distrito de Ventanilla, se tomaron las muestras de análisis para el desarrollo de la presente tesis, los ensayos realizados con instrumentos de laboratorio particular de mecánica de suelos en lo que demuestra resultados viables en la utilización de geomallas biaxiales.

### **1.3.4. Justificación por relevancia**

El desarrollo de la presente investigación consiste incorporación de geomallas biaxiales para el mejoramiento del suelo para la subrasante de un tramo de la avenida Lima del AAHH 31 de diciembre-Ventanilla-Callao y aportar mejores propiedades al suelo de la subrasante, y reduciría costos económicos.

## **1.4. Objetivos**

#### **1.4.1. Objetivo general**

- Determinar la influencia del uso de geomallas biaxiales en la estabilización de suelos arenosos con respecto a la capacidad portante de la subrasante de un tramo de la Av. Lima Mz. I - A.H. 31 de diciembre - Ventanilla – 2021.

#### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Determinar el valor del CBR sin la utilización de geomallas biaxiales en la estabilización de suelos arenosos con respecto a la capacidad portante de la subrasante de un tramo de la Av. Lima Mz. I - A.H. 31 de diciembre - Ventanilla – 2021.
  - Determinar el valor del CBR con una capa de geomalla biaxial en la estabilización de suelos arenosos con respecto a la capacidad portante de la subrasante de un tramo de la Av. Lima Mz. I - A.H. 31 de diciembre - Ventanilla – 2021.
  - Determinar el valor del CBR con dos capas de geomallas biaxiales en la estabilización de suelos arenosos con respecto a la capacidad portante de la subrasante de un tramo de la Av. Lima Mz. I - A.H. 31 de diciembre - Ventanilla – 2021.
- Determinar el valor del CBR con tres capas de geomallas biaxiales en la estabilización de suelos arenosos con respecto a la capacidad portante de la subrasante de un tramo de la Av. Lima Mz. I - A.H. 31 de diciembre - Ventanilla – 2021.

#### **1.5. Hipótesis**

### 1.5.1. Hipótesis general

- El uso de geomallas biaxiales mejorará la estabilización de suelos arenosos con respecto a la capacidad portante de la subrasante de un tramo de la Av. Lima Mz. I - A.H. 31 de diciembre - Ventanilla – 2021.

### 1.5.2. Hipótesis específicas

- El valor del CBR mejorará en un rango de 0.1 a 2 % con una capa de geomallas biaxiales en la estabilización de suelos arenosos con respecto a la capacidad portante de la subrasante de un tramo de la Av. Lima Mz. I - A.H. 31 de diciembre - Ventanilla – 2021.
- El valor del CBR mejorará en un rango de 3 a 10 % con dos capas de geomallas biaxiales en la estabilización de suelos arenosos con respecto a la capacidad portante de la subrasante de un tramo de la Av. Lima Mz. I - A.H. 31 de diciembre - Ventanilla – 2021.

El valor del CBR mejorará en un rango de 1 a 2 % con tres capas de geomallas biaxiales en la estabilización de suelos arenosos con respecto a la capacidad portante de la subrasante de un tramo de la Av. Lima Mz. I - A.H. 31 de diciembre - Ventanilla – 2021.

## CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA

### 2.1. Operacionalización de variables

#### 2.1.1. Variable independiente

Es la variable que el investigador mide, manipula o selecciona para determinar su relación con el fenómeno o fenómenos observados. Esta variable es conocida también como la variable estímulo (Ortiz, 2003). Para nuestro estudio estamos considerando la siguiente variable independiente:

- Geomallas biaxiales

#### 2.1.2. Variable dependiente

Es el factor que el investigador observa o mide para determinar el efecto de la variable independiente o variable causa. La variable dependiente es la variable respuesta o variable salida (Ortiz, 2003). Para nuestra investigación de considero como variable dependiente:

- Capacidad portante de la subrasante

**Tabla 2**

*Operacionalización de variables*

Variable	Conceptualización	Definición	Indicadores	Unidad	Técnicas e instrumentos
Independiente	Geomallas biaxiales	Son materiales de construcción elaborados en base de polipropileno, usado como refuerzo en la estabilización de suelos. (PAVCO, 2015)	Resistencia a la tracción: longitudinal y transversal	kN/m	Especificación de técnicas de las geomallas biaxiales
Dependiente			Valor de CBR	%	

Capacidad portante de la subrasante	Es la capacidad de soportar cargas aplicadas sobre el terreno.(Romero, 2016)	Manual de ensayos de suelos en Ingeniera Civil
-------------------------------------	--	--

---

Fuente: elaboración propia, 2021.

## 2.2. Enfoque, Tipo y Diseño de investigación

### 2.2.1. El enfoque del estudio:

Esta investigación tiene un **enfoque cuantitativo** puesto que el medio de prueba de hipótesis se basa en mediciones numéricas y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías. Según Sánchez, Reyes y Mejía (2018):

Son estudios que se basan en la medición numérica. Las investigaciones que se realizan con este enfoque utilizan la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecidas previamente, y confían en la medición numérica, en el conteo y, frecuentemente, en el uso de la estadística, para establecer con exactitud patrones de comportamiento de una población. (p. 59).

### 2.2.2. Según el conocimiento perseguido:

Es una **investigación aplicada** puesto que los problemas de investigación se realizan con un fin aplicativo y tiene como objetivo conocer una realidad o fenómeno para mejorar el bienestar del hombre. Según Sánchez, Reyes y Mejía (2018) “Tipo de investigación pragmática o utilitaria que aprovecha los conocimientos logrados por la investigación básica o teórica para el conocimiento y solución de problemas inmediatos” (p.79).

### 2.2.3. Según la planificación en las mediciones o recolección de datos:

En esta investigación es un **estudio prospectivo**. Según Sánchez, Reyes y Mejía (2018) “Son estudios que estiman resultados futuros, en los cuales el acontecimiento a registrar aún no se presenta, pero se tiene previstas las condiciones metodológicas hasta el momento que se presenta” (p.67).

### 2.2.4. Según el número de mediciones en un determinado tiempo:

Es una **Investigación transversal**. Según Borja (2016) “Describe el fenómeno de estudio en un momento determinado del tiempo. No le interesa la evolución del fenómeno” (p.14)

### 2.2.5. Según la intervención del investigador:

Este estudio es de **Método experimental**. Según Sánchez, Reyes y Mejía (2018) “Es el procedimiento que adopta el investigador cuando quiere tener un control riguroso de las variables de estudio. Es causal o explicativo y puede darse en diseños experimentales, pre experimentales, cuasi o experimentales” (p.90)

### 2.2.6. El diseño de investigación:

El tipo de diseño de investigación de este estudio es **experimentos “puros”**. Según Sánchez, Reyes y Mejía (2018):

Son aquellos que reúnen los dos requisitos para lograr el control y la validez interna:

1. Grupos de comparación (manipulación de la variable independiente).
2. Equivalencia de los grupos. Estos diseños llegan a incluir una o más variables independientes y una o más dependientes. Asimismo, pueden utilizar prepruebas y pospruebas para analizar la evolución de los grupos antes y después del tratamiento experimental. (p.141)

## 2.3. Población y Muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

### 2.3.1. Unidad de estudio

En esta investigación se tiene como unidad de estudio a las probetas de CBR.

### 2.3.2. Población

Esta investigación tiene como población la subrasante de la Av. Lima Mz. I del asentamiento humano 31 de diciembre, distrito de Ventanilla, provincia de Callao y departamento de Callao. Según Borja (2016), “se denomina población o Universo al conjunto de elementos o sujetos que serán motivo de estudio” (p.30).

En esta investigación la muestra tiene como unidad de estudio a las probetas de CBR.

### 2.3.3. Muestra

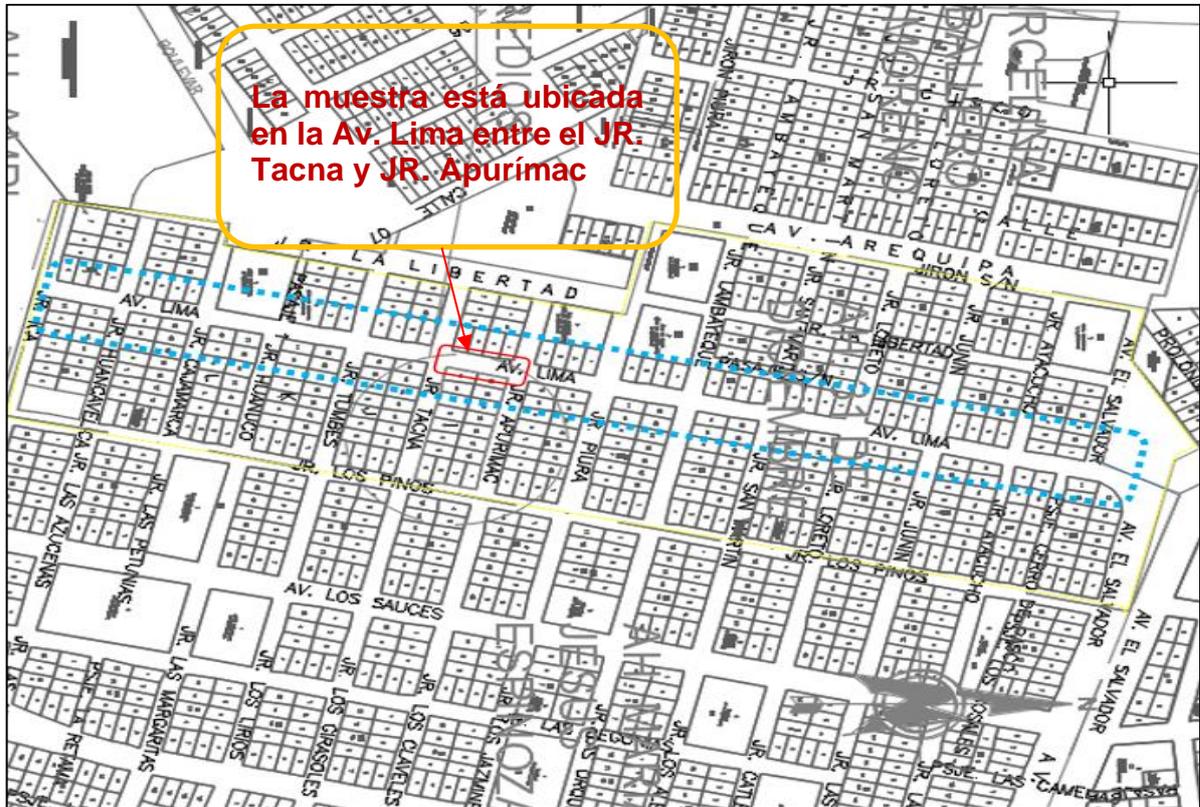
Esta investigación tiene como muestra un tramo de 30m de la Av. Lima Mz. I - A.H. 31 de diciembre - Ventanilla – 2021, donde se realizara 3 calicatas, para determinar las características físicas - mecánicas del suelo dentro de la profundidad activa y a partir de ello, los parámetros necesarios para el diseño y construcción del Proyecto. Según Borja (2016), “muestra de estudio es un subgrupo representativo de la población, sobre la cual se habrán de recolectar datos” (p.31). Hay facilidad de obtención de información porque es un proyecto en la cual realice prácticas pre-profesionales, es una **muestra probabilística**.

La muestra estuvo conformada por el número de probetas de CBR a estabilizar con geomallas biaxiales con los siguientes números de capas.

- Sin geomallas biaxiales - 3 probetas de CBR
- Con una capa de geomalla biaxial - 3 probetas de CBR
- Con dos capas de geomallas biaxiales - 3 probetas de CBR
- Con tres capas de geomallas biaxiales - 3 probetas de CBR

**Figura 7**

*Ubicación de la muestra.*



Fuente: Municipalidad distrital de Ventanilla, 2021

## 2.4. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos

### 2.4.1. Técnica

En cuanto a las técnicas de investigación se aplicará la observación directa de los hechos. Esta estará constituida por:

- a. Técnica de investigación documental y bibliográfica.
- b. Técnica de campo.
- c. Técnica de Laboratorio.

### 2.4.2. Instrumento

Según la naturaleza de la investigación el instrumento lo conformará una Ficha de Recolección de Datos, donde estará adaptado del formato de Sencico de acuerdo al laboratorio donde se generó la prueba, el cual ha sido avalado por el supervisor de laboratorio.

**Tabla 3**

*Instrumentos para la medición*

<b>Instrumento</b>	<b>Función</b>
Juego de tamices	Para tamizar la muestra
Malla n° 40	Para tamizar la muestra
Copa de casa grande	Instrumento utilizado para la determinación del límite líquido mediante la cantidad de golpes.
Ranurador	Sirve para hacer una ranura y dividir la muestra en dos porciones.
Placa de vidrio	Para la determinación del límite plástico.
Recipiente de 6 kg de capacidad	Para la preparación de la muestra a utilizar.
Equipo para ensayo proctor modificado	Para la determinación del óptimo contenido de humedad y la densidad máxima seca.
Recipientes o Taras	Para el almacenamiento de cada una de las muestras.
Espátula	Para mezclar y retirar las muestras.
Estufa de temperatura 100±10°C	Para la función del secado de las muestras.
Pisón proctor modificado	Para la compactación de las capas del suelo, en los diferentes ensayos.

Probeta 1000 ml	Para la medición de la cantidad de agua a utilizar en los diferentes ensayos.
Balanza con aproximación 0.01 gr.	Para la medición del peso de cada una de las muestras, según se requiera.
Equipos para ensayo carga – penetración	Para registrar las lecturas de carga y penetración de cada muestra.
Equipos para ensayo de CBR	Para la determinación de la densidad humedad y densidad máxima seca.

*Nota. Fuente: Elaboración Propia*

#### **Tabla 4**

*Instrumentos de cálculo.*

<b>Instrumento</b>	<b>Función</b>
Calculadora científica	Utilizada para los cálculos en el laboratorio de suelos de la Universidad Privada del Norte de los protocolos de los diferentes ensayos.
Programa Microsoft Office Excel	Programa computacional utilizado para el cálculo de los resultados del estudio, así como las gráficas y otros.

### **2.4.3. Procedimiento de recolección de datos**

#### **2.4.3.1. Ubicación del área de estudio**

El área en estudio se encuentra ubicada en la Av. Lima Mz. I - A.H. 31 de diciembre - Ventanilla - Provincia y Departamento del Callao.

El Proyecto políticamente se encuentra ubicado en:

Ubicación : AA.HH 31 de diciembre

Distrito : Ventanilla

Provincia : Callao

Departamento : Callao

### Figura 8

#### Ubicación del Proyecto



Fuente: Google Maps

#### 2.4.3.2. Condiciones Climáticas

El clima del distrito de Ventanilla, los veranos son caliente, húmedo, áridos y nublados y los inviernos son largos, frescos, secos, ventosos y mayormente despejados. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 15 °C a 27 °C y rara vez baja a menos de 14 °C o sube a más de 29 °C.

#### 2.4.3.3. Geología Local

De acuerdo al Nuevo Mapa de Zonificación Sísmica del Perú, según la nueva Norma Sismo Resistente (NTE E-030) modificada y publicada el 22 de octubre del 2018 (resolución ministerial 355-2018-vivienda).

Se concluye que el área en estudio se encuentra dentro de la zona de Sismicidad (Zona 4), existiendo la posibilidad de que ocurran sismos de alta intensidad. De VIII en la escala Mercalli Modificada.

#### **2.4.3.4. Obtención de la muestra**

Todos los trabajos de campo fueron realizados de tal manera que toda el área e investigación fuera cubierta. Así, se excavaron Tres (03) Calicatas a cielo abierto, la cual se profundizó hasta un máximo de 1.80 m.

También se extrajeron muestras representativas para los ensayos especiales, ensayos Químicos de Laboratorios. Las características físicas y mecánicas del material extraído se pueden ver en los registros correspondientes de los perfiles estratigráficos. No se encontró presencia de la Napa Freática en la excavación del abierto

#### **2.4.3.5. Ensayos de laboratorio**

Las muestras seleccionadas como representativas fueron enviadas al Laboratorio de Mecánica de Suelos, para la realización de los ensayos estándar.

Se ensayaron muestras alteradas del suelo del área de estudio adecuadamente identificadas se destinaron al laboratorio para identificar y clasificar los suelos

#### **2.4.3.6. Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de la muestra patrón**

##### **2.4.3.6.1 Contenido de humedad**

El ensayo se realizó utilizando una muestra de 592.3.9 gr extraída del suelo del área de estudio, se pesó tanto la muestra natural húmeda, como la muestra secada al horno por 24 horas, finalmente se determinó en gabinete el contenido de humedad de la muestra. Se utilizó la norma NTP 339.127 y ASTM D-2216 como referencia para la realización del presente ensayo.

a) Material

- Muestra extraída del estrato en estudio: 592.9 gr

b) Equipo

- Balanza con aproximación de 0.01 gr.
- Estufa con control de temperaturas o Horno de Temperatura:  $110\pm 5^{\circ}\text{C}$
- Recipientes o Taras.

c) Procedimiento

- Pesar el recipiente o Tara ( $Wt$ ).
- Pesar la muestra húmeda en el recipiente o Tara ( $Wh+t$ )
- Secar la muestra en la estufa durante 24 horas a  $105^{\circ}\text{C}$ .
- Una vez pasada las 24 horas, se retira la muestra del horno y se pesa la muestra seca en el recipiente o Tara ( $Ws+t$ ).
- Determinar el peso de la muestra húmeda  $(Wh+t) - Wt$ .
- Determinar el peso de la muestra seca  $(Ws+t) - Wt$ .
- Determinar el peso del agua:
  - $Ww=(Wh+t)-(Ws+t) \dots\dots\dots$  Ec. (1)  
*Ecuación 1:*
    - Determinar el contenido de humedad de cada muestra
  - $W\%=(Ww/WS)*100\dots\dots\dots$  Ec. (2)

2.4.3.6.2 Análisis granulométrico por tamizado

Para el ensayo de análisis granulométrico por tamizado, primero se tomó una muestra de suelo seco de aproximadamente 3 kg, previamente cuarteada y se las tamizo por las mallas, una vez realizado ello, se tomó una muestra representativa de 592.3 gr de todo el material pasante de la malla N° 4. Se procedió a lavar la muestra por la malla

Nº 200, el material retenido en la malla se colocó en un recipiente y se dejó secar en el horno durante 24 horas, después se pasó la muestra seca por el juego de tamices y se pesó el material retenido en cada una de ellas. Se determinó en gabinete los porcentajes acumulados en cada tamiz y se dibujó la curva granulométrica. Como referencia uso la norma NTP 339.128 y el ASTM C 136.

#### 2.4.3.6.3 Límite líquido, líquido plástico e índice de plasticidad

En la presente investigación del ensayo de límite líquido, líquido plástico, índice de plasticidad resulto NP, NP, NP. El ensayo mencionado de realizó tres veces por muestra, además cabe indicar que la muestra no presenta limite plástico. Para este ensayo se utilizó como referencia la norma NTP 339.129 y ASTM D 4318.

#### 2.4.3.6.4 Clasificación de suelos SUCS

La clasificación de suelos se determinó teniendo en cuenta los resultados de los ensayos de análisis granulométrico y límites de plasticidad, y se realizó de acuerdo a la norma NTP 339.134, donde más del 50 % del material el pasante por la malla n°4, en donde solo cumple con uno de los coeficientes presentadas en la tabla de clasificación SUCS, debido a que la muestra es NP, es decir no presenta plasticidad, se tiene una doble clasificación, y el suelo se clasifica como un suelo arena limosa

#### 2.4.3.6.5 Compactación proctor modificado

Este ensayo se realizó según los procedimientos de las normas NTP 339.141 y la ASTM D 1557, al finalizar la compactación se retira el collar de extensión, se enrasa y se determina su densidad húmeda, y se determinó el contenido de humedad de cada muestra compactada, utilizando muestras representativas de las partes superiores e inferiores. Luego en gabinete se procedió a graficar la curva de compactación.

Finalmente se llegó a obtener el óptimo contenido de humedad y la densidad máxima seca.

#### 2.4.3.6.6 California Bearing Ratio (CBR)

Para este ensayo se usó la norma NTP 339.145 y ASTM D4429, en primer lugar, se realizó, el ensayo de compactación CBR, con los datos del óptimo contenido óptimo de humedad obtenido anteriormente con el ensayo de compactación proctor modificado. La compactación se realizó con 5 capas por cada molde CBR, donde se realizó 3 moldes el primero de 12 golpes, el segundo con 25 golpes y el tercero con 56 golpes, ya en gabinete se procesó los datos para obtener la densidad húmeda, los contenidos de humedad y la densidad seca de las muestras para cada tipo de molde.

En segundo lugar, se realizó las medidas de la expansión de cada uno de los moldes con el manómetro dial de expansión.

En tercer lugar, se procedió a realizar el ensayo de carga-penetración después de haber sumergido durante los 4 días las muestras, luego se les dejó drenar durante 15 minutos. Luego se llevó a la prensa hidráulica donde se aplicó un pisón a una velocidad de 0.05 pulg/min., donde se registró las lecturas de carga de cada muestra. Para obtener nuevas densidades de humedad y contenido de humedad de cada una de las muestras.

Ya en gabinete se realizó el dibujo de las 03 curvas esfuerzo – deformación correspondiente a las muestras de cada molde, y se determinaron los esfuerzos correspondientes a 0.1“y 0.2“de penetración de cada una de las curvas esfuerzo – deformación, además de determinar los índices CBR para 0.1“y 0.2” de penetración.

Luego se dibujó la curva densidad seca versus CBR correspondientes a 0.1” y 0.2” de penetración. Y por último llegamos a obtener el índice CBR de diseño en porcentaje de su respectivo valor estándar.

#### **2.4.3.7. Análisis de las propiedades físicas y mecánicas con la incorporación de 1, 2 y 3 capas de geomallas.**

Las muestras extraídas del área de estudio serán llevadas al laboratorio para el análisis de las propiedades físicas y mecánicas del suelo con la incorporación de 1,2 y 3 capas de geomallas.

#### **2.4.3.8. Comparación de resultados**

Finalmente se comparó los resultados de cada una de las muestras ensayadas para la comprobación de la hipótesis.

### **2.5. Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos**

#### **2.5.1. Método**

En la representación de los datos serán a través de ecuaciones, tablas y figuras, desarrolladas mediante el programa Excel.

#### **2.5.2. Instrumento**

Sistematización y análisis estadístico de las variables de estudio.

#### **2.5.3. Procedimiento de análisis de datos**

- Con los datos de los resultados obtenidos en los ensayos del laboratorio de mecánica de suelos de la empresa GEOLAB M&M – TECNOLOGIA Y CALIDAD E.I.R.L., se procedió a realizar el procesamiento de datos en gabinete, la cual consiste en la resolución de ecuaciones y elaboración de tablas y gráficos.

- Después se procedió a la comparación de los gráficos y tablas obtenidas de cada uno de los ensayos, tanto en su muestra patrón, como en las muestras incorporadas con 1, 2 y 3 de capas de geomallas biaxiales.
- Luego se elaboraron gráficos de resumen de los resultados de límite líquido, densidad máxima seca, óptimo contenido de humedad, proctor modificado y CBR de diseño, para su análisis.
- Finalmente se comparó los resultados de los gráficos resumen con los antecedentes descritos anteriormente.

## **2.6. Aspectos éticos**

La investigación se realizó bajo la responsabilidad del investigador cumpliendo con los principios éticos y la veracidad de los resultados, realizándose así los ensayos de laboratorio y el procesamiento de los datos en el software Excel. Además la investigación está basado en información de otros estudios los cuales están siendo citados debidamente.

## CAPÍTULO 3. RESULTADOS

### 3.1. Resultados de las características físico – mecánicas del suelo– muestra patrón.

#### 3.1.1. Ensayos de laboratorio

Se ensayaron muestras alteradas del suelo del área de estudio, donde se identificaron y clasificaron los suelos, según las normas NTP 339.134.

**Tabla 5**

*Calicatas realizadas en el área de estudio.*

CALICATA	MUESTRA	PROFUND m	HUMEDAD %	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICO	CLASIFICACIÓN SUCS	DESCRIPCIÓN
Calicata 1	M-1	0-1.80	3.2	NP	NP	NP	SP-SM	ARENA MAL GRADUADA CON LIMO
Calicata 2	M-2	0-1.80	3.2	NP	NP	NP	SP-SM	ARENA MAL GRADUADA CON LIMO
Calicata 3	M-3	0-1.80	3.2	NP	NP	NP	SP-SM	ARENA MAL GRADUADA CON LIMO

*Nota. Fuente: Elaboración Propia*

### 3.1.2. Contenido de humedad

Para esta muestra extraída del área de estudio se ha obtenido un contenido de humedad de 3.20%.

**Tabla 6**

*Contenido de Humedad Natural (NORMA MTC E-108)*

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (NORMA MTC E-108)</b>	
Nº RECIPIENTE	--
PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	592.3
PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	574.1
PESO DEL AGUA	18.2
PESO DEL RECIPIENTE	--
PESO DEL SUELO SECO	574.1
<b>% DE HUMEDAD</b>	<b>3.2</b>

*Nota. Fuente: Formato de laboratorio con datos de Elaboración Propia*

### 3.1.3. Análisis granulométrico

A continuación, se muestra los porcentajes retenidos, porcentajes acumulados y porcentajes pasantes por cada tamiz obtenidos mediante el análisis granulométrico (ver tabla n° 7), ver ANEXO 3.

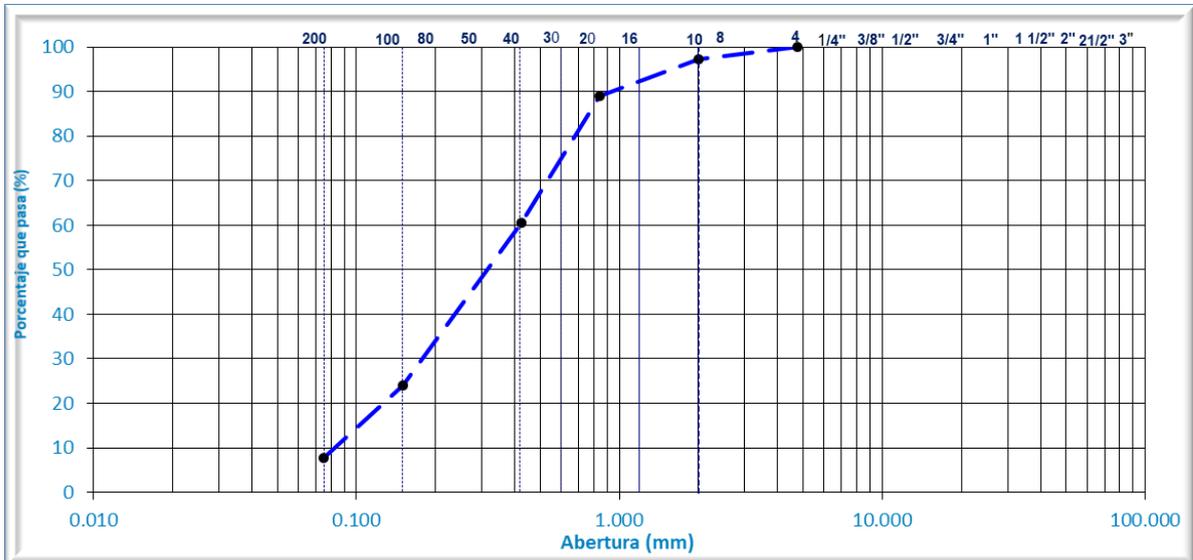
**Tabla 7**
*Resultados del análisis granulométrico por tamizado (NORMA AASHTO T-27, ASTM D422)*

TAMIZ	AASHTO T-27	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE
Nº	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500				
1/4"	6.350				
Nº 4	4.750				100.0
Nº 8	2.360				
Nº 10	2.000	<b>22.8</b>	2.8	2.8	97.2
Nº 16	1.190				
Nº 20	0.840	<b>68.3</b>	8.3	11.0	89.0
Nº 30	0.600				
Nº 40	0.425	<b>234.8</b>	28.5	39.5	60.5
Nº 50	0.300				
Nº 80	0.177				
Nº 100	0.150	<b>301.2</b>	36.5	76.0	24.0
Nº 200	0.075	<b>135.0</b>	16.4	92.3	7.7
< Nº 200	FONDO	<b>63.2</b>	7.7	100.0	

*Nota. Fuente: Formato de laboratorio con datos de Elaboración Propia*

**Figura 9**

*Curva Granulométrica*



*Nota. Fuente: Formato de laboratorio con datos de Elaboración Propia*

### 3.1.4. Límites de líquido, l. plástico, e índice de plasticidad.

A continuación, se muestra los resultados del ensayo de límite líquido, el cual da un NP, además cabe resaltar que la muestra no presenta límite plástico NP, índice de plasticidad NP ver tabla 8.

**Tabla 8**

*Resultados de Límite de consistencia. (ASTM D 4318)*

LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40 (NORMA AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)

Límite Líquido (LL)	: NP
Límite Plástico (LP)	: NP
Índice Plástico (IP)	: NP

*Nota. Fuente: Formato de laboratorio con datos de Elaboración Propia*

### 3.1.5. Clasificación de suelos SUCS

Ya realizado los ensayos de límites líquido y análisis granulométrico se procedió a clasificar mediante el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS), utilizando la tabla respectiva obteniéndose un suelo arena mal graduada con limo (SP-SM), ver ANEXO 3.

**Tabla 9**

*Clasificación de suelos*

CLASIFICACIÓN DE SUELOS		DESCRIPCIÓN DEL SUELO
SUCS	ASTM D 2487-05 : SP – SM	Arena mal graduada con limo
AASHTO	ASTM D 3282 : A-3 (0)	Bueno

*Nota. Fuente: Formato de laboratorio con datos de Elaboración Propia*

### 3.1.6. Compactación proctor modificado

En el siguiente paso, se muestra los resultados del ensayo de compactación proctor modificado, obteniendo un óptimo contenido de humedad (Wop) de 14.7 % y una densidad seca máxima (Ds máx.) de 1.661 gr/cm<sup>3</sup>, ver ANEXO 7.

**Tabla 10**
*Resultados del ensayo proctor modificado. (ASTM D 1557)*

<b>METODO DE COMPACTACION :</b>	<b>A</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Peso suelo + molde	gr	5688.0	5771.0	5828.0	5823.0	
Peso molde	gr	4045.0	4045.0	4045.0	4045.0	
Peso suelo húmedo compactado	gr	1643.0	1726.0	1783.0	1778.0	
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	937.0	937.0	937.0	937.0	
Peso volumétrico húmedo	gr	1.753	1.842	1.903	1.898	
Recipiente N°						
Peso del suelo húmedo + tara	gr	560.00	427.00	715.00	412.00	
Peso del suelo seco + tara	gr	506.00	379.00	624.00	353.00	
Tara	gr					
Peso de agua	gr	54.00	48.00	91.00	59.00	
Peso del suelo seco	gr	506.00	379.00	624.00	353.00	
Contenido de agua	%	<b>10.67</b>	<b>12.66</b>	<b>14.58</b>	<b>16.71</b>	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	<b>1.584</b>	<b>1.635</b>	<b>1.661</b>	<b>1.626</b>	

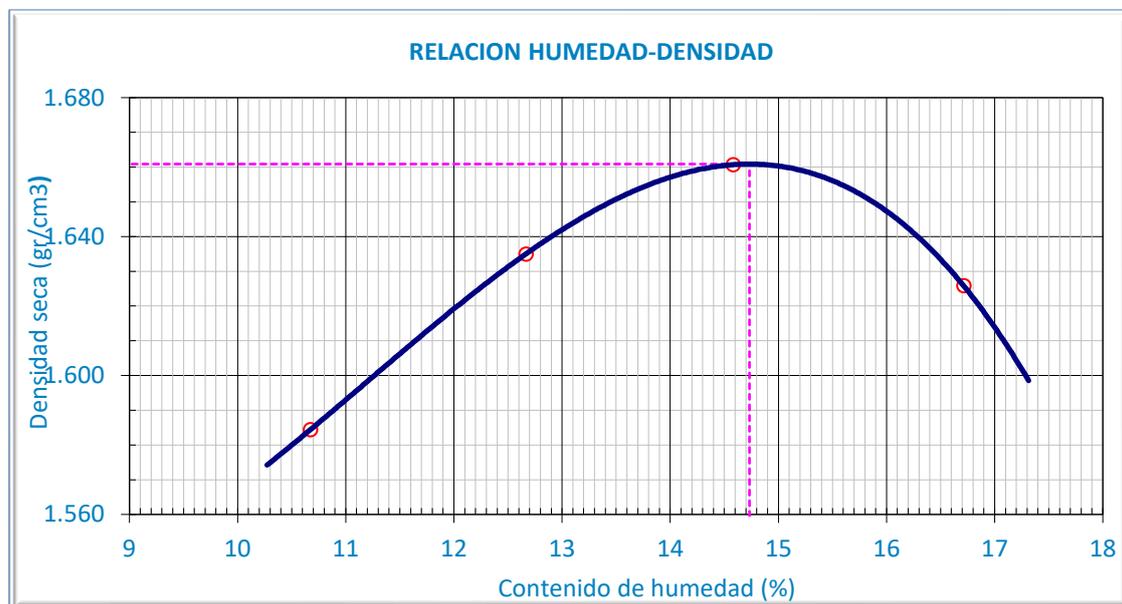
**Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>) 1.661**

**Humedad óptima (%) 14.7**

*Nota. Fuente: Formato de laboratorio con datos de Elaboración Propia*

**Figura 10**

*Curva de compactación*



*Nota. Fuente: Formato de laboratorio con datos de Elaboración Propia*

### 3.1.7. California Bearing Ratio (CBR)-patron

Se realizó esta operación varias veces hasta obtener un decrecimiento en la densidad húmeda del suelo. El ensayo se realizó desde la condición más húmeda hasta la condición más seca.

**Tabla 11**

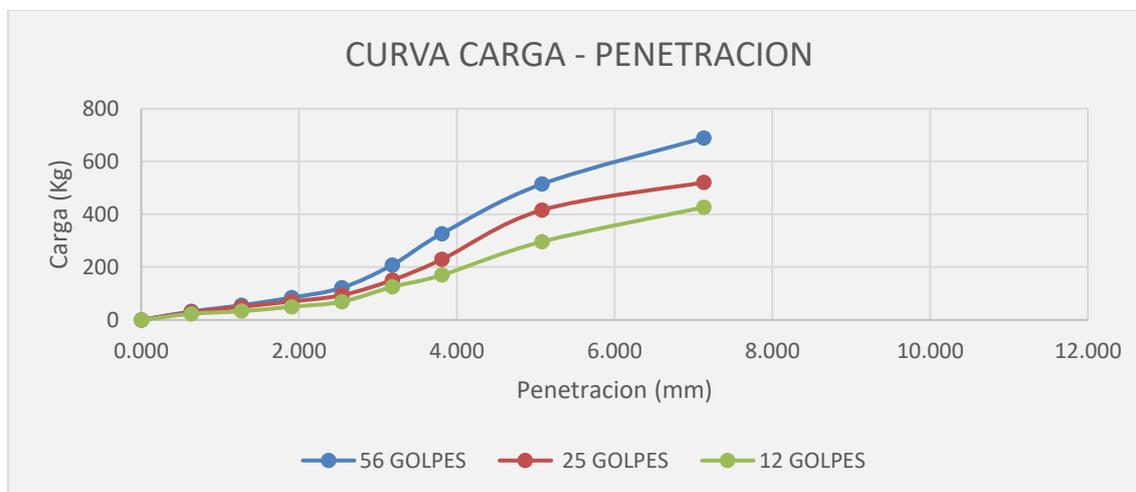
*Ensayo de Carga-Penetración*

PENETRACION													
PENEIRACION mm	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDEN <sup>o</sup> 1				MOLDEN <sup>o</sup> 2				MOLDEN <sup>o</sup> 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		24	32.0			22	29.8			16	23.1		
1.270		45	55.5			40	49.9			25	33.1		
1.905		71	84.7			58	70.1			40	49.9		
2.540	70.45	104	121.6	246.1	18.1	79	93.6	159.0	11.7	57	69.0	103.8	7.6
3.180		181	207.9			130	150.7			107	125.0		
3.810		287	326.6			200	229.1			147	169.8		
5.080	105.68	455	514.8	591.9	29.0	367	416.2	430.6	21.1	260	296.3	307.5	15.1
7.130		610	688.4			460	520.4			376	426.3		
10.160													

*Nota. Fuente: Formato de laboratorio con datos de Elaboración Propia*

**Figura 11**

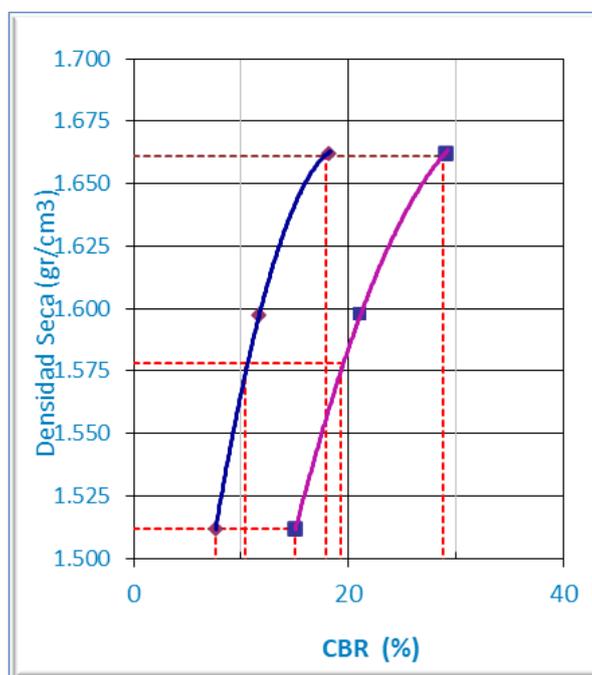
*Curva esfuerzo - deformación*



*Nota. Fuente: Formato de laboratorio con datos de Elaboración Propia*

**Figura 12**

*Curva densidad seca – CBR.*



*Nota. Fuente: Formato de laboratorio con datos de Elaboración Propia*

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	<b>0.1"</b>	17.9	<b>0.2"</b> :	28,8
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	<b>0.1"</b>	10.3	<b>0.2"</b> :	19.3

Resultado CBR a 0.1":

Valor de CBR al 95% de la M.D.S. = 10.3 (%)

### 3.2. Resultados de las características físico – mecánicas del suelo – incorporando 1 capa de geomalla.

#### 3.2.1. California Bearing Ratio (CBR)

Este ensayo se realizó con 1 capa de geomalla con el mismo método alterando las características indicadas.

**Tabla 12**

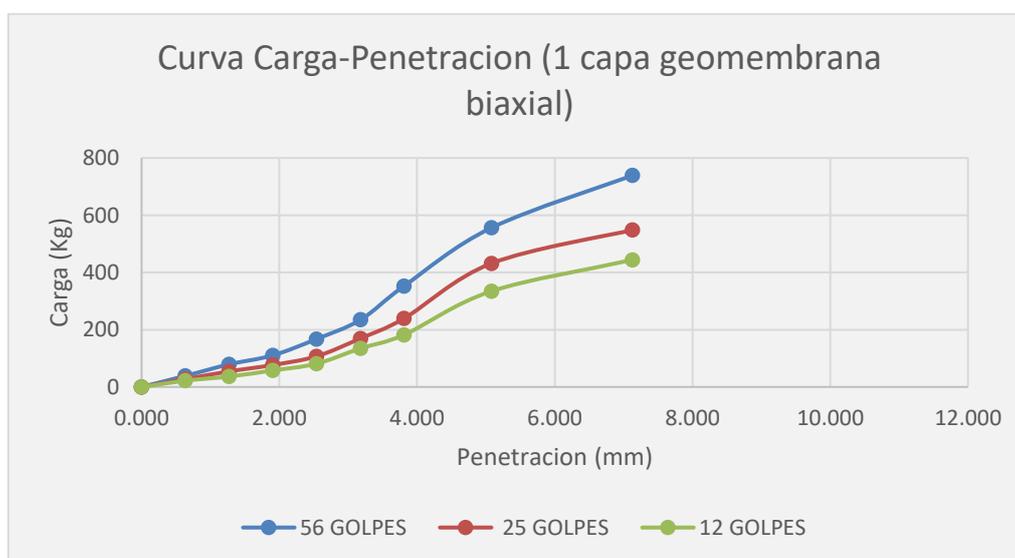
*Ensayo de Carga-Penetración*

PENETRACION													
PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDEN° 3				MOLDEN° 2				MOLDEN° 1			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		30	38.7			20	27.5			15	21.9		
1.270		66	79.1			44	54.4			28	36.5		
1.905		94	110.4			64	76.8			47	57.8		
2.540	70.45	145	167.5	250.6	18.4	91	107.1	167.5	12.3	68	81.3	121.4	8.9
3.180		205	234.7			147	169.8			116	135.1		
3.810		310	352.3			209	239.2			158	182.1		
5.080	105.68	492	556.2	605.0	29.6	381	431.9	446.3	21.9	294	334.4	343.5	16.8
7.130		655	738.8			485	548.4			392	444.2		
10.160													

*Nota. Fuente: Formato de laboratorio con datos de Elaboración Propia*

**Figura 13**

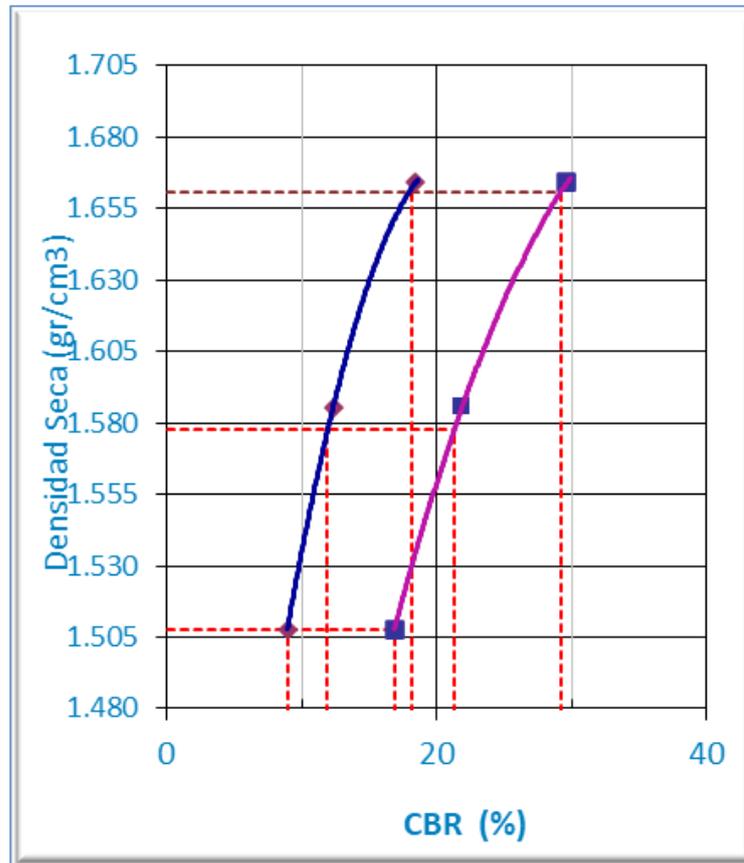
*Curva esfuerzo - deformación, incorporando 1 capa de geomalla a los 12, 25 y 56 golpes*



*Nota. Fuente: Formato de laboratorio con datos de Elaboración Propia*

**Figura 14**

*Curva densidad seca - CBR, incorporando 1 capa de geomalla.*



*Nota. De las gráficas se observa que se obtiene como resultado para 1 capa de geo-malla un CBR de 11.8% al 95% de M.D.S (%) a 0.1" de penetración. Fuente: Elaboración Propia*

### **3.3. Resultados de las características físico – mecánicas del suelo – incorporando 2 capas de geomalla.**

#### **3.3.1. California Bearing Ratio (CBR)**

Se realizó el ensayo con 2 capas de geomalla con el mismo método ensayado variando las indicaciones dadas.

**Tabla 13**

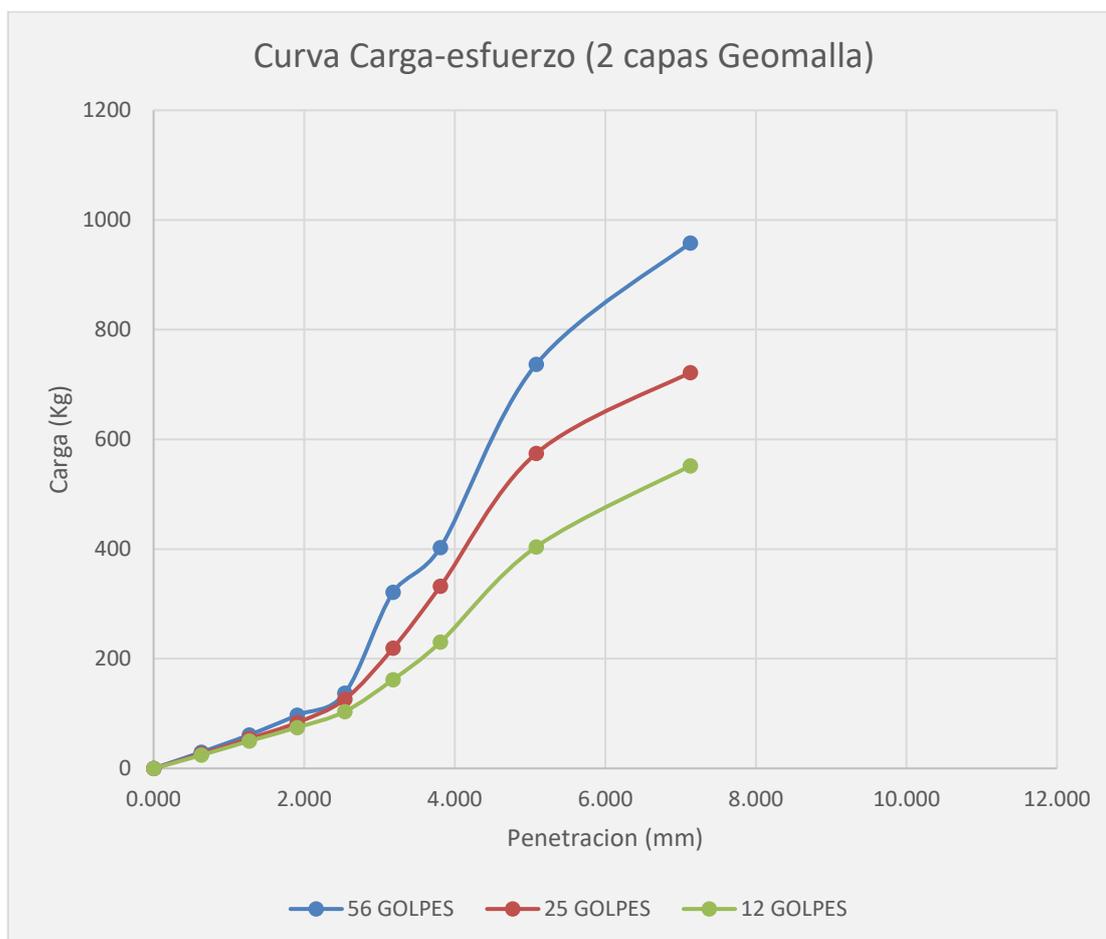
*Ensayo de Carga-Penetración*

PENETRACION													
PENEIRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDEN° 10				MOLDEN° 4				MOLDEN° 5			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		22	29.8			19	26.4			17	24.2		
1.270		50	61.1			44	54.4			40	49.9		
1.905		82	97.0			70	83.5			62	74.6		
2.540	70.45	118	137.3	372.2	27.3	108	126.1	256.3	18.8	88	103.7	147.1	10.8
3.180		282	321.0			191	219.1			140	161.9		
3.810		355	402.7			292	332.2			201	230.3		
5.080	105.68	653	736.5	863.3	42.3	508	574.1	636.5	31.2	356	403.9	414.8	20.3
7.130		851	958.3			640	722.0			488	551.7		
10.160													

*Nota. Fuente: Formato de laboratorio con datos de Elaboración Propia*

**Figura 15**

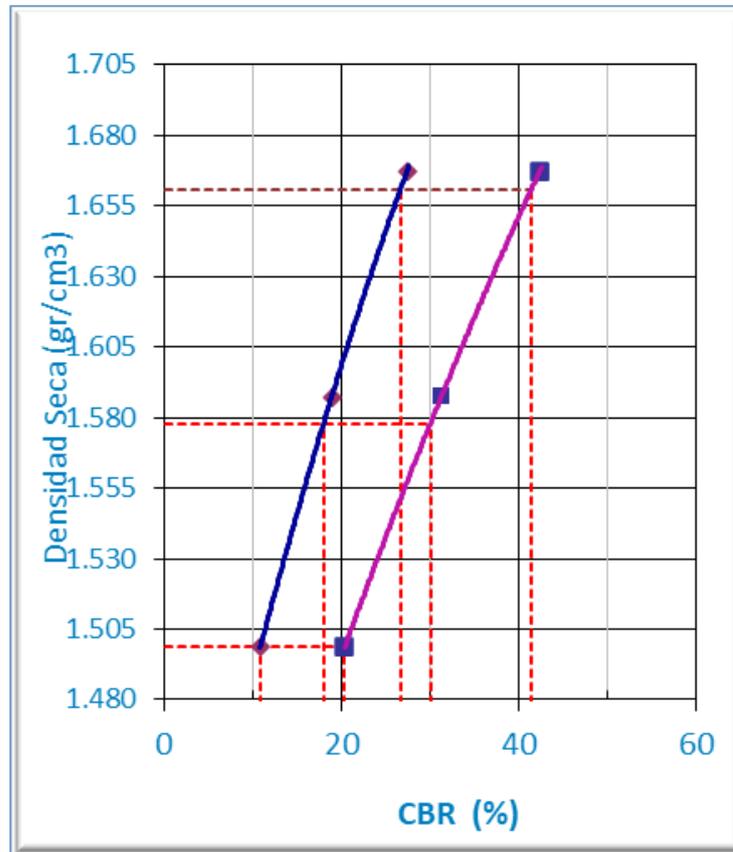
*Curva esfuerzo - deformación, incorporando 2 capas de geomallas a los 12, 25 y 56 golpes*



*Nota. Fuente: Elaboración Propia*

**Figura 16**

*Curva densidad seca - CBR, incorporando 2 capas de geomallas*



*Nota. Fuente: Formato de laboratorio con datos de Elaboración Propia, de las gráficas se observa que se obtiene como resultado para 2 capas de geomallas un CBR de 17.9% al 95% de M.D.S (%) a 0.1" de penetración.*

### **3.4. Resultados de las características físico – mecánicas del suelo – incorporando 3 capas de geomalla.**

#### **3.4.1. California Bearing Ratio (CBR)**

El ensayo se realizó con 3 capas de geomalla con el mismo método variando las indicaciones dadas.

**Tabla 14**

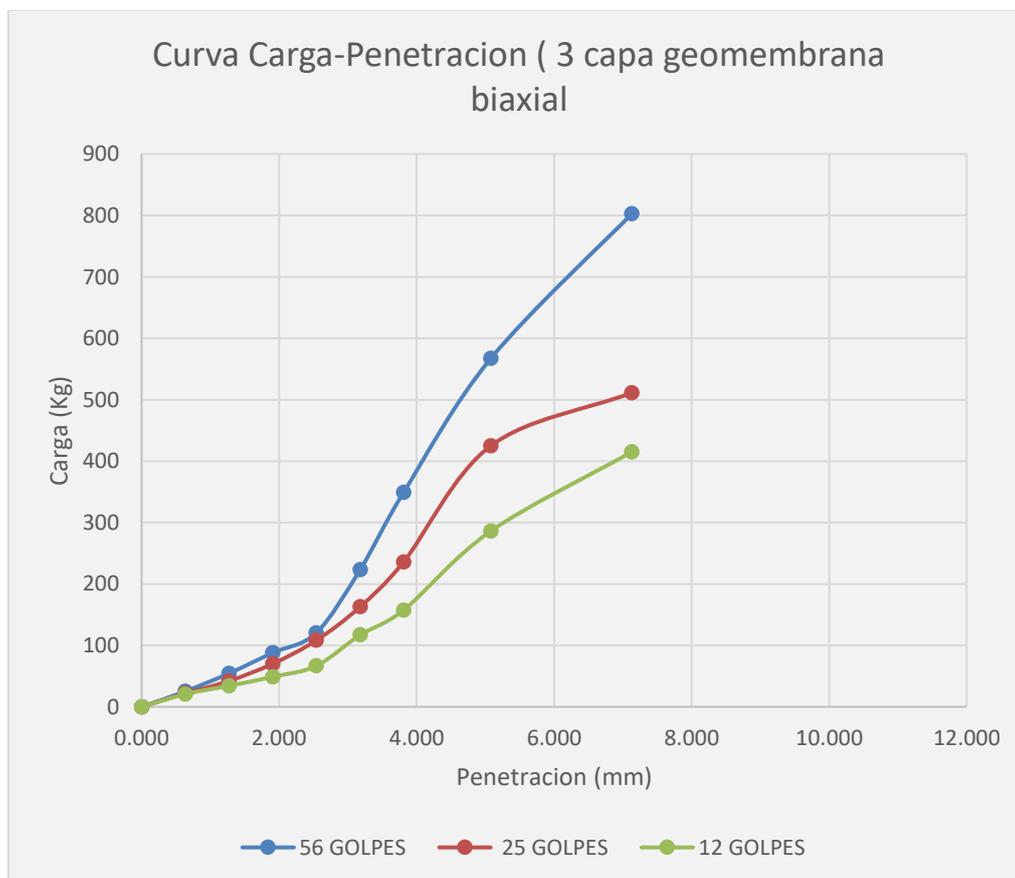
*Ensayo de Carga-Penetración*

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	PENETRACION											
		MOLDEN° 88				MOLDEN° 6				MOLDEN° 7			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		18	25.3			15	21.9			14	20.8		
1.270		44	54.4			33	42.1			26	34.3		
1.905		74	88.0			58	70.1			39	48.8		
2.540	70.45	103	120.5	273.1	20.1	92	108.2	181.1	13.3	55	66.7	96.7	7.1
3.180		195	223.5			141	163.1			100	117.1		
3.810		307	349.0			206	235.9			136	157.5		
5.080	105.68	502	567.4	675.2	33.1	375	425.1	451.0	22.1	251	286.3	292.0	14.3
7.130		712	802.6			452	511.4			366	415.1		
10.160													

*Nota. Fuente: Formato de laboratorio con datos de Elaboración Propia*

**Figura 17**

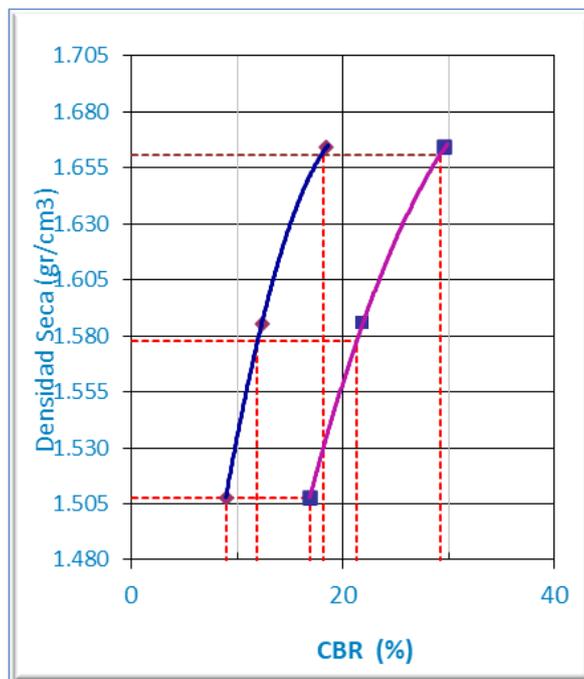
*Curva esfuerzo - deformación, incorporando 3 capas de geomallas a los 12, 25 y 56 golpes*



*Nota. Fuente: Formato de laboratorio con datos de Elaboración Propia*

**Figura 18**

*Curva densidad seca - CBR, incorporando 3 capas de geomallas.*



*Nota. De las gráficas se observa que se obtiene como resultado para 3 capas de geomallas un CBR de 12.0% al 95% de M.D.S (%) a 0.1" de penetración. Fuente: Elaboración Propia.*

**Tabla 15**

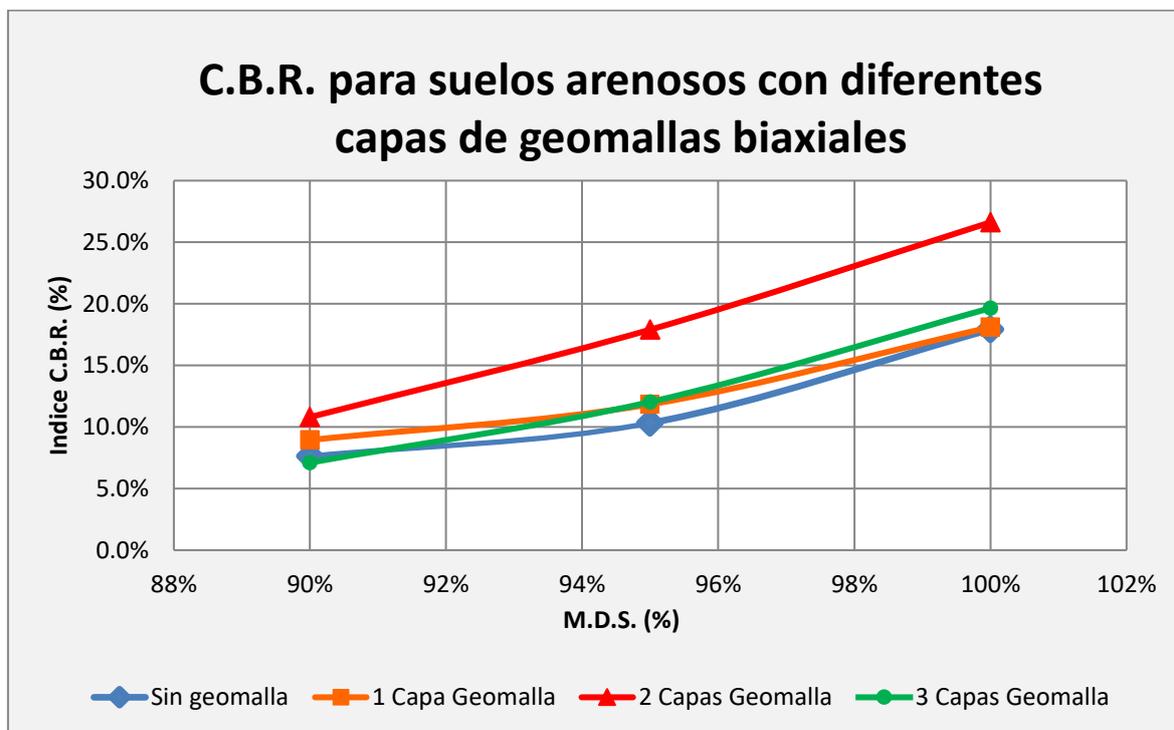
*Resumen de resultados del ensayo CBR sin y con diferentes capas de geomallas biaxiales*

RESULTADOS DE LABORATORIO	Penetración (pulgadas)	sin Geomallas	1 Capa Geomallas	2 Capas Geomallas	3 Capas Geomallas
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.	0.1"	17.9%	18.1%	26.6%	19.7%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	0.1"	10.3%	11.8%	17.9%	12.0%
Valor de C.B.R. al 90% de la M.D.S.	0.1"	7.6%	8.9%	10.8%	7.1%

*Nota. Fuente: Formato de laboratorio con datos de Elaboración Propia*

**Figura 19**

*Curva índice de C.B.R. – diferentes porcentajes de su M.D.S., incorporando con 1, 2 y 3 capas de geomallas biaxiales.*



*Nota. Fuente: Formato de laboratorio con datos de Elaboración Propia*

Analizando el resultado total, se llegó a cumplir con el objetivo general donde se mejoró el 7.6 % de la capacidad portante (CBR) al 95% de la M.D.S. con la incorporación de geomallas biaxiales respecto a la muestra sin geomalla. Con esto podemos observar que se determinó la influencia del uso de geomallas biaxiales en la estabilización de suelos arenosos con respecto a la capacidad de portante (CBR) de la subrasante de la Av. Lima, en el distrito de Ventanilla.

Además se llegó a cumplir con los objetivos específicos, donde se determinaron los valores de CBR con 1, 2 y 3 capas de geomallas biaxiales en la estabilización de suelos arenosos con respecto a la capacidad de portante (CBR) de la subrasante de la Av. Lima en

el distrito de Ventanilla, donde se determinó que en el ensayo realizado de capacidad portante (CBR) con 2 capas de geomallas biaxiales es el que mejor resultado arrojó. Con estos resultados ya obtenidos se puede proceder a dar respuesta o solución al problema de investigación.

Además, todos los datos recolectados en campo y los resultados obtenidos en laboratorio, se ajustan a la verdad, y no han sido manipulados bajo ninguna modalidad.

## CAPÍTULO 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. Discusión

- La máxima capacidad portante (CBR) promedio obtenido es de 17.9% con la incorporación de 2 capas de geomallas (ver anexo 12 y 13).
- Al realizar la comparación de los resultados de la capacidad portante (CBR) de la muestra sin y con geomallas, se obtuvo un aumento 1.5%, 7.6% y 1.7% con 1, 2 y 3 capas de geomallas biaxiales respectivamente, donde se obtuvo como un aumento máximo de 7.6% de CBR con 2 capas de geomallas (ver anexo11, 13 y 15).
- Los resultados obtenidos nos indican que las muestras de suelo incorporadas con 1 y 2 capas de geo-mallas biaxiales; presenta una mayor capacidad portante comparados con las muestras de suelo sin la incorporación de geomallas.
- Según los antecedentes se tiene que la incorporación del número óptimo de capas de geomallas varia en las diferentes investigaciones: **Chorres (2017)**, indica en su investigación que la capacidad de soporte CBR se incrementa en 4% con la incorporación de geomallas y el numero óptimo de capas de geo-malla es 1, mientras que, **Muñoz et al (2009)** en su estudio muestra que la capacidad de soporte del suelo incrementa y disminuye el asentamiento comparado con la muestra de suelos sin geomallas. También otra investigación realizada en la India por **Solanki et al. (2019)** determino que 2 el número óptimo de capas de geomallas ubicadas en las siguientes alturas  $T / 2$ ,  $T / 4$  del molde (CBR). A continuación se detallan los resultados de los antecedentes. Ver tablas 16 y figura 20.

**Tabla 16**

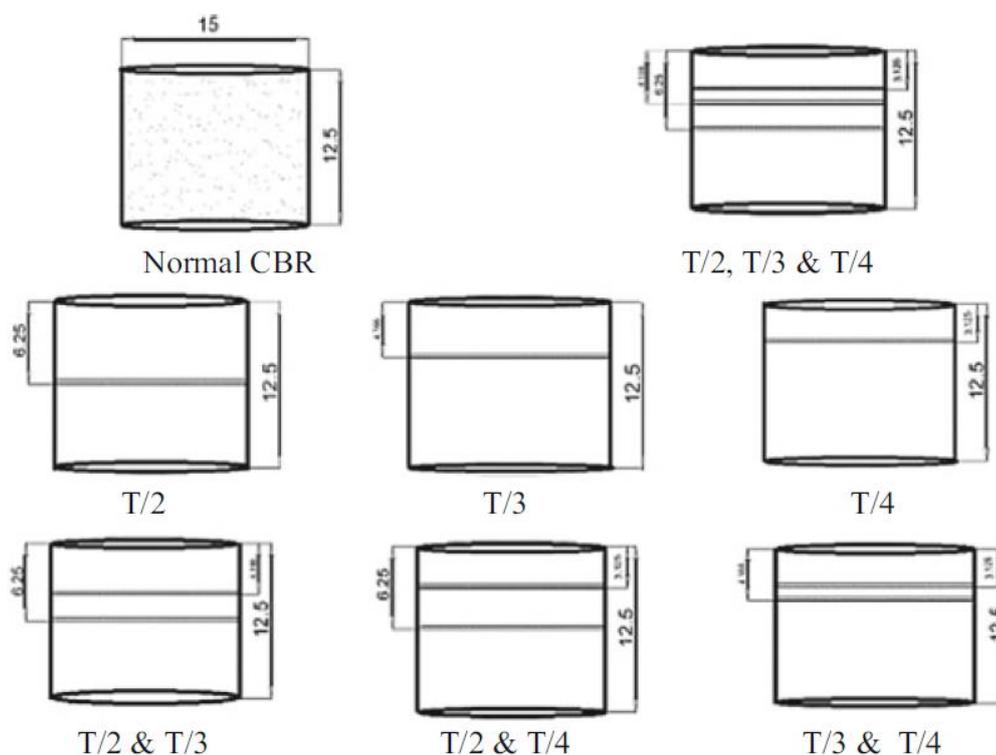
*Resultados de los valores de CBR con refuerzo*

Colocación de material geosintético.		Valor CBR (%)	
		Geotextil	Geomalla
Una sola capa	T / 2	4.53	5.26
	T / 3	5.33	5.48
	T / 4	5.47	5.55
Doble capa	T / 2, T / 3	5.25	6.21
	T / 2, T / 4	5,40	6.42
	T / 3, T / 4	4.82	5.47
Triple capa	T / 2, T / 3, T / 4	4.01	5,10

*Fuente: elaborado por Solanki et al. (2019)*

**Figura 20**

*Colocación de geomalla y geotextil en el molde CBR*



*Fuente: elaborado por Solanki et al. (2019)*

- Siendo en la presente investigación el máximo incremento de la capacidad de soporte del 7.6 % y 2 el número óptimo capas de geo-mallas, la cual difieren en 3.6% con los antecedentes antes descritos, esto se debe a que el tipo de suelo que usaron en los antecedentes es un suelos arena mal graduada (SP), y en esta investigación se utilizó un suelo arena pobremente graduada con limo (SP-SM).

#### 4.2. Conclusiones

- De los resultados se concluye que la hipótesis planteada, si se cumple, ya que la incorporación de geo-mallas biaxiales aumento el 1.5% de la capacidad de soporte con la incorporación de 1 capa de geo-mallas, 7.6% de la capacidad soporte con la incorporación de 2 capas de geomallas y 1.7% de la capacidad de soporte con la incorporación de 3 capas de geomallas, es decir el CBR de diseño aumenta con respecto a la muestra patrón en las incorporaciones de 1, 2 y 3 capas de geomallas.
- Al realizar la comparación de los resultados de la capacidad de soporte CBR de cada una de las muestras con 1, 2 y 3 capas de incorporación de geomalla y la muestra patrón, se llega a la conclusión que, a mayor número de capas incorporadas de geomalla, el porcentaje de CBR va disminuyendo para un suelo de arena pobremente graduada con limoso, debido a la baja compactación producida entre la muestra del suelo y las capas de geo-malla, siendo más notoria la disminución del CBR al incorporar 3 capas de geo-malla (ver anexo 15).
- Al incorporar 1, 2 y 3 capas de geomalla al suelo del área estudiada del distrito de Ventanilla, la capacidad de soporte aumenta con respecto a la muestra patrón, alcanzando un mayor incremento en la capacidad de soporte al incorporar 2 capas de geo-malla, ver anexo 12, se puede concluir que 2 es el numero óptimo de capas de geo-malla para que la capacidad soporte de un suelo de arena pobremente graduado con limo aumente en 7.6 %.

#### 4.3. Recomendación

- Para las futuras investigaciones, se recomienda ser utilizado esta investigación en este mismo tema, con el mismo número de capas, pero ubicadas en diferentes alturas del molde CBR, para continuar con la investigación del número óptimo de capas y la ubicación óptima de las capas de geomallas en el molde CBR, ya que la ubicación de la capa en diferentes alturas del molde CBR arrojó diferentes resultados a pesar de ser el mismo número de capas.
- Se recomienda a las empresas constructoras de vías o carreteras que implementen el uso de las geomallas bixiales en subrasantes areno-limosas para el mejoramiento de la capacidad portante de la subrasante, debido a que la geomalla es una alternativa económica y sustentable.
- Se sugiere la evaluación de otros tipos de geomallas, en la estabilización y mejora de las propiedades de los suelos, como por ejemplo la geomalla triaxial.
- Se recomienda realizar otros tipos de ensayos para evaluar el mejoramiento de la capacidad portante de la subrasante, como por ejemplo el ensayo de placa.
- Se sugiere mantener el mismo número de capas de geomallas realizadas en esta investigación, ya que a mayor número de capas el valor de CBR va disminuyendo debido a la baja compactación entre la muestra y el número de capas de geomallas.
- Se recomienda que las capas de geomallas biaxiales sean más próximas a la superficie, ya que en esta investigación los resultados de las capas de geomallas ubicadas más próximas a la superficie del molde CBR dieron mayor resultado.

## REFERENCIA

- Abu, M. S. (2012). Evaluation of Factors Affecting the Performance of Geogrid-Reinforced Granular Base Material Using Repeated Load Triaxial Tests. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 24(1), 72–83. doi:https://doi.org/10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0000349
- Abu, S. &. (2018). Bearing capacity of rigid shallow footing on geogrid-reinforced fine sand—experimental modeling. *Arabian Journal of Geosciences*, 11(11). doi:https://doi.org/10.1007/s12517-018-3597-0
- Almendarez, L., & Reyes, J. (2017). Diseño de Pavimentos Flexibles con Refuerzo de Geomalla Triaxial Utilizando la Metodología Giroud-Han: Caso de Aplicación en Honduras. (U. T. Centroamericana, Ed.) *15th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology*.
- Alza, A. (2018). *DISEÑO CON GEOSINTÉTICOS PARA LA FUNCIÓN DE SEPARACIÓN, FILTRACIÓN Y REFUERZO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES*. PERU: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ.
- Chorres, M. (2017). *Uso de geotextiles para la mejora del suelo de las cimentaciones superficiales en suelos arenosos Asentamiento Humano Pachacútec Distrito de Ventanilla – 2017*. Lima.
- CIDELSA. (2015). GEOMALLAS. pág. 4. Obtenido de [https://www.cidelsa.com/media/prod\\_brochure\\_2/Diptic\\_geomalla\\_2015.pdf](https://www.cidelsa.com/media/prod_brochure_2/Diptic_geomalla_2015.pdf)
- CIDELSA. (2017). GEOSINTÉTICOS-Los grandes proyectos requieren grandes aliados. GEOMALLAS, pág. 32. Obtenido de [https://www.cidelsa.com/media/web\\_brochure/Brochure\\_geosinteticos\\_\\_2017.pdf](https://www.cidelsa.com/media/web_brochure/Brochure_geosinteticos__2017.pdf)
- Egoavil, H. &. (2012). *REFUERZO DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES CON GEOSINTÉTICOS*.
- Fernández, L. (2017). "Aplicación de la Geomalla Triaxial para mejorar la estabilización de suelos blandos en la avenida Trapiche Chillón, Carabayllo-2017". Lima-Perú.
- Haro, L. (2021). *Efecto de la adición de Vidrio Reciclado en la estabilización de suelo arenoso en el A.H. Villa Hermosa, Nuevo Chimbote*. LIMA: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO.
- López, M. (2017). *MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LOS SUELOS ARENOSOS DEL SECTOR DE POMASQUI PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES Y CONTRAPISOS, MEDIANTE EL USO DE CEMENTO TIPO MH*. Quito.
- Minaya, S., & Ordoñez, A. (2006). *DISEÑO MODERNO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS*. Universidad Nacional de Ingeniería, LIMA.
- Ministerio de transportes y comunicaciones. (2013). LIMA.
- Muños, H. (2009). *EVALUACIÓN EXPERIMENTAL DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE SUELOS REFORZADOS CON GEOMALLAS*. Retrieved from. Obtenido de [http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1130/1/lopez\\_gj.pdf](http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1130/1/lopez_gj.pdf)
- Novoa, L. (2017). *Aplicación de la Geomalla Triaxial para mejorar la estabilización de suelos blandos en la avenida Trapiche Chillón, Carabayllo – 2017*. Lima: Universidad Cesar Vallejo.
- Orrego, D. (2014). *Análisis técnico-económico del uso de geomallas como refuerzo de bases granulares en pavimentos flexibles*. Obtenido de [http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/5419/ORREGO\\_DANIEL\\_ANALISIS\\_GEOMALLAS\\_BASES\\_GRANULARES\\_PAVIMENTOS\\_FLEXIBLES.pdf;jsessionid=5E0A4A1DE57711F906C62DAE9A2D3B49?sequence=1](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/5419/ORREGO_DANIEL_ANALISIS_GEOMALLAS_BASES_GRANULARES_PAVIMENTOS_FLEXIBLES.pdf;jsessionid=5E0A4A1DE57711F906C62DAE9A2D3B49?sequence=1)
- Ortiz, F. (2003). *DICCIONARIO DE METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA*. MEXICO: LIMUSA.
- PAVCO. (2015). *Geomallas Biaxiales*. Obtenido de <https://pavcowavingeosinteticos.com/geomallas-biaxiales/>
- Romero, R., & Sañac, C. (2016). *EVALUACIÓN COMPARATIVA MEDIANTE LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA DE UN SUELO ADICIONADO CON POLÍMERO ADHESIVO NATURAL EN PORCENTAJES DE 0.5%, 1%, 2% Y 3% FRENTE A UN SUELO NATURAL PARA SUB RASANTE DE PAVIMENTO RÍGIDO DE LA URB. SAN JUDAS CHICO*. CUSCO, PERU: UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO.

- Singh, N. P. (2019). *Design of Flexible Pavement With Geosynthetic Reinforcement*. (Vol. 846). In *Advances in Intelligent Systems and Computing*. doi: [https://doi.org/10.1007/978-981-13-2182-5\\_29](https://doi.org/10.1007/978-981-13-2182-5_29)
- Sivapriya, S. V., & Ganesh-Kumar, S. (2019). *Funcionalidad y costo-beneficio del uso de geosintética como refuerzo de subrasante en el diseño de pavimento flexible*.
- Solanki, N., Pabbisetty, D., & Majety, R. (2019). *Design of Flexible Pavement With Geosynthetic Reinforcement*. Springer Nature Singapore Pte Ltd, 303-310. doi:[https://doi.org/10.1007/978-981-13-2182-5\\_29](https://doi.org/10.1007/978-981-13-2182-5_29)
- Vara, J. (2019). *Influencia de la geomalla biaxial como refuerzo en muros confinados de ladrillo*. LIMA, PERÚ: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/53389>

## ANEXOS

### ANEXO I. Validación de instrumentos de recolección de datos.

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

#### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA SUBRASANTE, INCORPORANDO GEOMALLAS BIAXIALES EN UN TRAMO DE LA AV. LIMA MZ. I - A.H. 31 DE DICIEMBRE - VENTANILLA - 2021"

#### I. REFERENCIAS (Llenar datos requeridos):

- 1.1. Nombre y apellidos: GIRO AMADO QUILLATUPA ORDÓÑEZ  
 1.2. Grado académico: ING. CIVIL  
 1.3. Especialidad: GEOTECNIA  
 1.4. Institución laboral: GEO LAB. M.S.M TECNOLOGÍA Y CALIDAD E.I.R.L  
 1.5. Cargo: SUPERVISOR  
 1.6. Tipo de instrumento: FICHA TECNICA  
 1.7. Lugar y fecha: AA.HH. HIROSHIMA ME ELT10-VENTANILLA  
03-06-2021

#### II. INDICACIONES:

2.1 La evaluación consiste en asignar (colocar en el cuadro adjunto), un valor a cada instrumento según la siguiente escala. (Escala de Likert.)

1: Excelente. 2: Muy bien. 3: Bien. 4: Regular. 5: Deficiente.

#### III. VALIDACIÓN:

N°	ASPECTOS A VALIDAR	INSTRUMENTOS / VALORACIÓN												
		Formato 1	Formato 2	Formato 3	Formato 4	Formato 5	Formato 6	Formato 7	Formato 8	Formato 9	Formato 10	Formato 11	Formato 12	Formato 13
1	Pertinencia de indicadores	3	1	2	1	3	2	4	3	2	1	1	2	3
2	Formulado con lenguaje apropiado	2	3	1	2	2	2	2	3	2	2	2	3	1
3	Adecuado para el objeto de estudio	1	2	4	3	1	2	3	2	2	2	3	1	3
4	Facilita la prueba de hipótesis	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	1
5	Suficiencia para medir variables	4	3	4	3	3	1	2	2	3	1	2	2	3
6	Facilita la interpretación del instrumento	2	3	2	3	2	3	2	1	1	2	2	3	2
7	Acorde al avance de la ciencia y tecnología	1	2	2	3	2	2	2	3	2	3	3	1	1
8	Expresado en hechos perceptibles	2	1	2	2	1	3	1	2	3	2	1	2	1
9	Tiene secuencia lógica	3	3	3	1	2	2	3	3	4	1	1	3	1
10	Basado en aspectos teóricos	2	2	1	2	3	3	2	2	2	1	3	1	3
	<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>24</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>18</b>	<b>15</b>	<b>21</b>	<b>19</b>

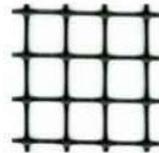
  
 Firma  
 QUILLATUPA ORDÓÑEZ  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 255597

## ANEXO 2. Especificaciones técnicas de las geomallas

### FICHA TECNICA GEOMALLA BIAXIAL EXTRUIDA EGB30

#### CARACTERISTICAS TECNICAS

- Fabricada con polipropileno.
- Indicada para refuerzo y estabilización de suelos.



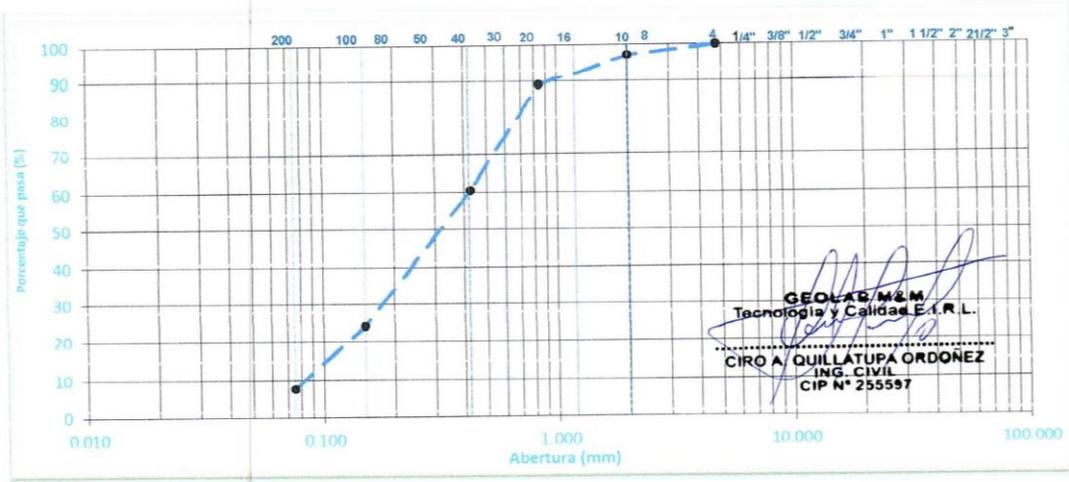
Propiedades Físicas	Unidades	Ensayo	EGB 30
Abertura nominal de la malla longitudinal (MD) <sup>(1)</sup>	mm		36
Abertura nominal de la malla transversal (TD) <sup>(1)</sup>	mm		38
Polímero			Polipropileno
Color			negro

Propiedades Mecánicas	Unidades	Ensayo	EGB 30
Resistencia longitudinal a la tracción (MD)	kN/m	ASTM D 6637	30.0
Resistencia transversal a la tracción (TD)	kN/m	ASTM D 6637	30.0
Resistencia longitudinal al 2% de deformación (MD)	kN/m	ASTM D 6637	10.5
Resistencia transversal al 2% de deformación (TD)	kN/m	ASTM D 6637	10.5
Resistencia longitudinal al 5% de deformación (MD)	kN/m	ASTM D 6637	21.0
Resistencia transversal al 5% de deformación (TD)	kN/m	ASTM D 6637	21.0
Eficiencia de las juntas	%	GRI GG2	93
Rigidez Flexural	mg-cm	ASTM D 1388	3,500,000
Espesor mínimo de la costilla Longitudinal (MD)	mm	ASTM D 1777	2.00
Espesor mínimo de la costilla Transversal (TD)	mm	ASTM D 1777	1.50
Estabilidad de las Aperturas	m-N/deg	COE Method	1.40

Presentación del Rollo	Unidades	Ensayo	EGB 30
Ancho del rollo	m		3.95
Largo del rollo	m		50

(1) La tolerancia de las dimensiones de la abertura es de  $\pm 2$ mm.

ANEXO 3. Ficha para la recolección de datos – Análisis Granulométrico por Tamizado

GEO LAB M & M		FORMATO DE ENSAYO				GEO LAB M&M - FEAG - 001		
		ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (NORMA AASHTO T-27, ASTM D422)				VERSION: 01 VIGENCIA: 17-07-2020		
<b>LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b>								
SOLICITANTE	: YURI YOLINO MONTALVO SOTO							
PROYECTO	: "ESTABILIZACION DE SUELOS ARENOSOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA SUB RASANTE, INCORPORANDO GEOMALLAS BIAXIALES EN UN TRAMO DE LA AV. LIMA MZ I. -A.H. 31 DE DICIEMBRE - VENTANILLA - 2021"							
UBICACIÓN	: AV. LIMA MZ I. - A.H. 31 DE DICIEMBRE - VENTANILLA							
MATERIAL	: ARENA POBREMENTE GRADUADA CON LIMO (MUSTRAS PATRÓN)					FECHA: Jun-21		
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>								
Pto. MUESTREO	: AV. LIMA MZ. I							
Calicata	: 01		Muestra: 01	Peso inicial seco		825.3 gr		
PROF. (m)	: 0.00 - 1.80							
TAMIZ		AASHTO T-27	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	RESUMEN DE LA MUESTRA	
Nº		(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA		
3"		76.200					Contenido de Humedad (%) : 3.2	
2 1/2"		63.500					Límite Líquido (LL) : NP	
2"		50.800					Límite Plástico (LP) : NP	
1 1/2"		38.100					Índice Plástico (IP) : NP	
1"		25.400					Clasificación (SUCS) : SP - SM	
3/4"		19.000					Clasificación (AASHTO) : A-3	
1/2"		12.500					Índice de Grupo : 0	
3/8"		9.500					Descripción (AASHTO) : BUENO	
1/4"		6.350					M.D.S. (gr/cm <sup>3</sup> ) : 1.661	
Nº 4		4.750				100.0	O.H. (%) : 14.7	
Nº 8		2.360					C.B.R. (0.1") 100% : 17.9	
Nº 10		2.000	22.8	2.8	2.8	97.2	C.B.R. (0.1") 95% : 10.3	
Nº 16		1.190					C.B.R. (0.1") 90% : 7.6	
Nº 20		0.840	68.3	8.3	11.0	89.0	<b>Observaciones</b>	
Nº 30		0.600						
Nº 40		0.425	234.8	28.5	39.5	60.5		
Nº 50		0.300						
Nº 80		0.177						
Nº 100		0.150	301.2	36.5	76.0	24.0		
Nº 200		0.075	135.0	16.4	92.3	7.7		
< Nº 200		FONDO	63.2	7.7	100.0			
<b>CURVA GRANULOMETRICA</b>								
 <p style="text-align: right;"> <b>GEO LAB M&amp;M</b>          Tecnología y Calidad E.I.R.L.          CIRO A. QUILLATUPA ORDÓÑEZ          ING. CIVIL          CIP Nº 255597       </p>								

AA. HH. Hiroshima Mz "E" Lote 10 - Ventanilla - Provincia Constitucional del Callao, TEL. 01-6928567 / 927566082

[geolabmym.tc@gmail.com](mailto:geolabmym.tc@gmail.com)

ANEXO 4. Contenido de humedad



FORMATO DE ENSAYO

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL  
(NORMA MTC E - 108)

GEO M&M - FECH - 002

VERSION: 01

VIGENCIA: 17-07-2020

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

SOLICITANTE : YURI YOLINO MONTALVO SOTO

PROYECTO : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARENOSOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA SUB RASANTE, INCORPORANDO GEOMALLAS BIAXIALES EN UN TRAMO DE LA AV. LIMA MZ I. - A.H. 31 DE DICIEMBRE - VENTANILLA - 2021"

UBICACIÓN : AV. LIMA MZ I - A.H. 31 DE DICIEMBRE - VENTANILLA

MATERIAL : ARENA POBREMENTE GRADUADA CON LIMO (MUESTRA PATRÓN) FECHA: Jun-21

**DATOS DE LA MUESTRA**

Pto. MUESTREO : AV. LIMA MZ. I

Calicata : 01 Muestra: 01

PROF. (m) : 0.00 - 1.80

DATOS	1	2	3	Promedio
Nº RECIPIENTE	--			
PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	592.3			
PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	574.1			
PESO DEL AGUA	18.2			
PESO DEL RECIPIENTE	--			
PESO DEL SUELO SECO	574.1			
% DE HUMEDAD	3.2			

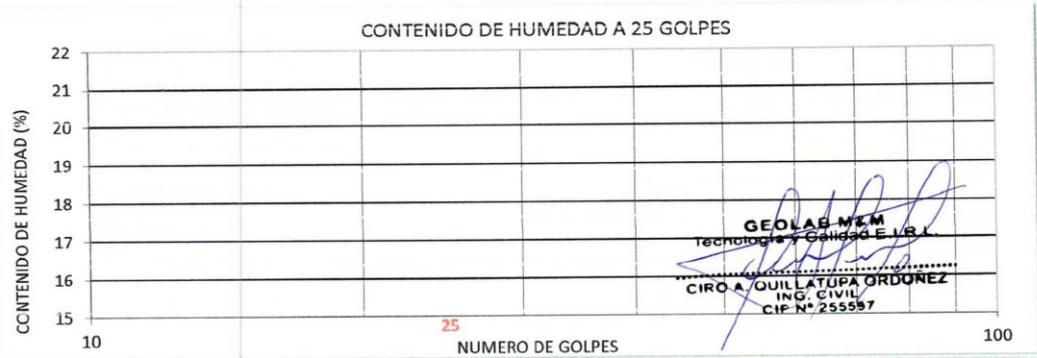
**Observaciones:**



**GEO LAB M&M**  
Tecnología y Calidad E.I.R.L.

.....  
**CIRO A. QUILLATUPA ORDÓNEZ**  
ING. CIVIL  
CIP Nº 255597

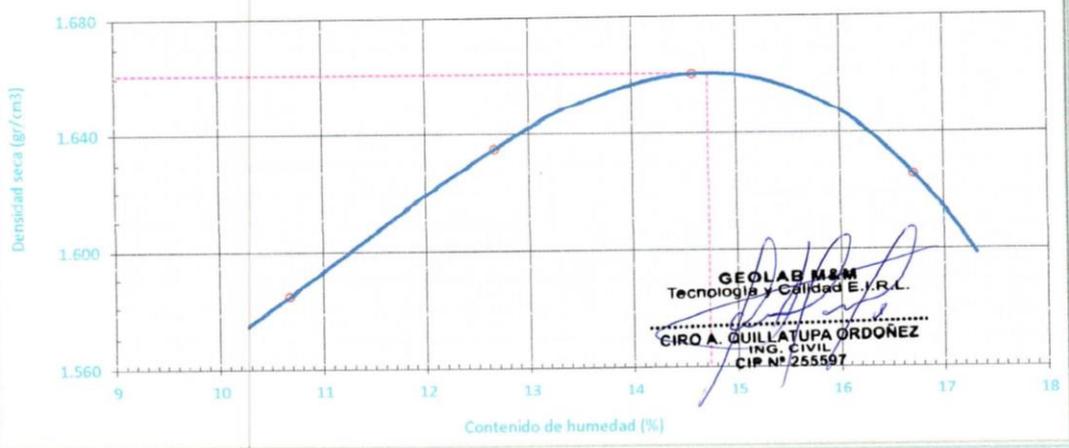
ANEXO 5. Límite líquido; límite plástico e índice de plasticidad.

GEO LAB M & M		FORMATO DE ENSAYO		GEO M&M - FELC - 003	
		LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40 (NORMA AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)		VERSION: 01	
				VIGENCIA: 17-07-2020	
<b>LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b>					
SOLICITANTE : YURI YOLINO MONTALVO SOTO					
PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA SUBRASANTE, INCORPORANDO GEOMALLAS BIAXIALES EN UN TRAMO DE LA AV. LIMA MZ. I. - A.H. 31 DE DICIEMBRE - VENTANILLA - 2021"					
UBICACIÓN : AV. LIMA MZ I - A.H. 31 DE DICIEMBRE - VENTANILLA					
MATERIAL : ARENA POBREMENTE GRADUADA C				FECHA : Jun-21	
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>					
Pto. MUESTREO : AV. LIMA MZ. I		TAMAÑO MAXIMO		: N° 40	
Calicata : 01		Muestra: 01			
PROF. (m) : 0.00 - 1.80					
<b>LIMITE LIQUIDO</b>					
N° TARRO					
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (gr)					
PESO TARRO + SUELO SECO (gr)					
PESO DE AGUA (gr)					
PESO DEL TARRO (gr)					
PESO DEL SUELO SECO (gr)					
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)					
NUMERO DE GOLPES					
<b>LIMITE PLASTICO</b>					
N° TARRO					
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (gr)					
PESO TARRO + SUELO SECO (gr)					
PESO DE AGUA (gr)					
PESO DEL TARRO (gr)					
PESO DEL SUELO SECO (gr)					
CONTENIDO DE DE HUMEDAD (%)					
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES</b>					
					
<b>GEOLAB M&amp;M</b> Tecnología y Calidad E.I.R.L. CIRO A. QUILLATUPA ORDÓNEZ ING. CIVIL CIP N° 255597					
<b>CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA</b>			<b>OBSERVACIONES</b>		
LIMITE LIQUIDO		0.0			
LIMITE PLASTICO		0.0			
INDICE DE PLASTICIDAD		0.0			

ANEXO 6. Contenido de sales solubles

	FORMATO DE ENSAYO		GEO M&M - FECSS - 006	
	CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN AGREGADOS (NORMA MITC E - 219)		VERSION: 01	
			VIGENCIA: 17-07-2020	
<b>LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b>				
<p>SOLICITANTE : YURI YOLINO MONTALVO SOTO</p> <p>PROYECTO : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARENOSOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA SUB RASANTE, INCORPORANDO GEOMALLAS BIAXIALES EN UN TRAMO DE LA AV. LIMA MZ I. - A.H. 31 DE DICIEMBRE - VENTANILLA - 2021"</p> <p>UBICACIÓN : AV. LIMA MZ I - A.H. 31 DE DICIEMBRE - VENTANILLA <span style="float: right;">FECHA Abr-19</span></p> <p>MATERIAL : ARENA POBREMENTE GRADUADA CON LIMO (MUESTRA PATRÓN)</p>				
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>				
<p>Pto. MUESTREO : AV. LIMA MZ. I</p> <p>Calicata : 01 <span style="float: right;">Muestra: 01</span></p> <p>PROF. (m) : 0.00 - 1.80</p>				
<b>AGREGADO FINO</b>				
DESCRIPCION	IDENTIFICACION			
	1	2	3	
(1) Peso Tarro ( Biker 100 ml. )	55.28	56.07		
(2) Peso Tarro + agua + sal	94.24	93.68		
(3) Peso Tarro Seco + sal	55.42	56.22		
(4) Peso de Sal ( 3 -1 )	0.14	0.15		
(5) Peso de Agua ( 2-3 )	38.82	37.46		
(6) Porcentaje de Sal	0.361	0.400		
(7) Promedio %	0.381			
<p><b>Observaciones:</b></p> <div style="text-align: right; margin-top: 100px;">   <b>GEOLAB M&amp;M</b>            Tecnología y Calidad E.I.R.L.            .....  <b>CIRIO A. QUILLATUPA ORDÓNEZ</b>            ING. CIVIL            CIP N° 255597         </div>				

ANEXO 7. Ficha para la recolección de datos – Proctor Modificado (Muestra Patrón)

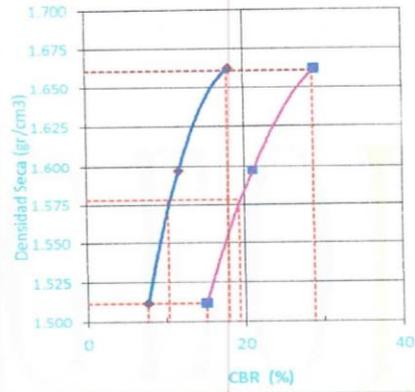
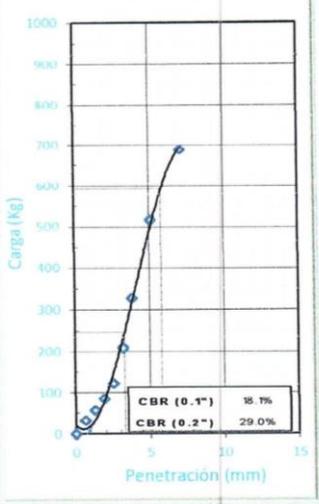
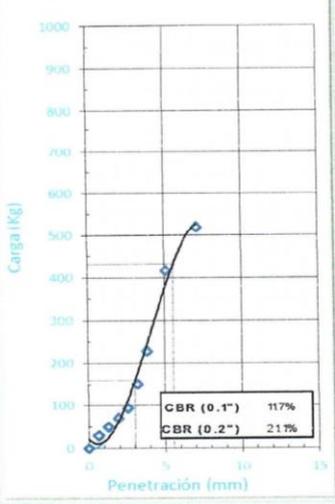
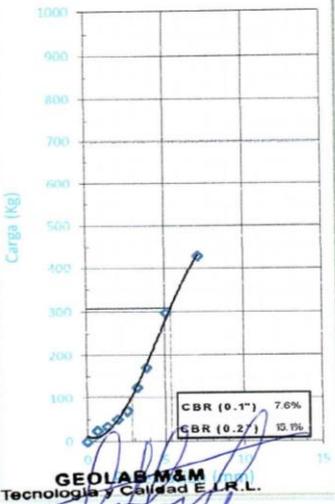
GEO LAB M & M		FORMATO DE ENSAYO				GEO M&M - FEEDM - 004	
		ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (NORMA AASHTO T-180, ASTM D 1557)				VERSION: 01	
						VIGENCIA: 17-07-2020	
<b>LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b>							
SOLICITANTE	YURI YOLINO MONTALVO SOTO						
PROYECTO	"ESTABILIZACION DE SUELOS ARENOSOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA SUBRASANTE, INCORPORANDO GEOMALLAS BIAXIALES EN UN TRAMO DE LA AV. LIMA MZ I. - A.H. 31 DE DICIEMBRE - VENTANILLA - 2021"						
UBICACIÓN	AV. LIMA MZ I - A.H. 31 DE DICIEMBRE - VENTANILLA					FECHA Jun-21	
MATERIAL	ARENA POBREMENTE GRADUAD.						
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>							
Pto. MUESTREO	AV. LIMA MZ. I						
Calicata	01	Muestra: 01		CLASF. (SUCS):		SP - SM	
PROF. (m)	0.00 - 1.80			CLASF. (AASHTO):		A-3	
METODO DE COMPACTACION : A							
Peso suelo + molde	gr	5688.0	5771.0	5828.0	5823.0		
Peso molde	gr	4045.0	4045.0	4045.0	4045.0		
Peso suelo húmedo compactado	gr	1643.0	1726.0	1783.0	1778.0		
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	937.0	937.0	937.0	937.0		
Peso volumétrico húmedo	gr	1.753	1.842	1.903	1.898		
Recipiente N°							
Peso del suelo húmedo+tara	gr	560.00	427.00	715.00	412.00		
Peso del suelo seco + tara	gr	506.00	379.00	624.00	353.00		
Tara	gr						
Peso de agua	gr	54.00	48.00	91.00	59.00		
Peso del suelo seco	gr	506.00	379.00	624.00	353.00		
Contenido de agua	%	10.67	12.66	14.58	16.71		
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.584	1.635	1.661	1.626		
					Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )		1.661
					Humedad óptima (%)		14.7
<b>RELACION HUMEDAD-DENSIDAD</b>							
 <p style="text-align: right;"> <b>GEOLAB M&amp;M</b>          Tecnología y Calidad E.I.R.L.  <b>CIRO A. QUILLATUPA ORDÓNEZ</b>          ING. CIVIL /          CIP N° 255597       </p>							

ANEXO 8. Ficha de recolección de datos – CBR (Muestra patrón)

GEO LAB M & M		FORMATO DE ENSAYO				GEO M&M - FECBR - 005							
		RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) (NORMA AASHTO T-193, ASTM D 1883)				VERSION: 01 VIGENCIA: 17-07-2020							
<b>LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b>													
SOLICITANTE	YURI YOLINO MONTALVO SOTO					FECHA Jun-21							
PROYECTO	"ESTABILIZACION DE SUELOS ARENOSOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA SUB RASANTE, INCORPORANDO GEOMALLAS BIAXIALES EN UN TRAMO DE LA AV. LIMA MZ I. - A.H. 31 DE DICIEMBRE - VENTANILLA - 2021"												
UBICACIÓN	AV. LIMA MZ I - A.H. 31 DE DICIEMBRE - VENTANILLA												
MATERIAL	ARENA POBREMENTE GRADUADA CON LIMO (MUESTRA PATRÓN)												
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>													
Pto. MUESTREO	AV. LIMA MZ. I			Muestra: 01		CLASF. (SUCS) : SP - SM							
Calicata	01					CLASF. (AASHTO) : A-3							
PROF. (m)	0.00 - 1.80												
<b>COMPACTACION</b>													
Molde N°	1		2		3								
Capas N°	5		5		5								
Golpes por capa N°	56		25		12								
Condición de la muestra	NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO						
Peso de molde + Suelo húmedo (gr)	11812.0		11680.0		11461.0								
Peso de molde (gr)	7751		7755		7734								
Peso del suelo húmedo (gr)	4061.0		3925.0		3727.0								
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2131		2145		2149								
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.906		1.830		1.734								
Tara (N°)													
Peso suelo húmedo + tara (gr)	536.30		520.30		512.80								
Peso suelo seco + tara (gr)	467.80		454.20		447.00								
Peso de tara (gr)													
Peso de agua (gr)	68.50		66.10		65.80								
Peso de suelo seco (gr)	467.80		454.20		447.00								
Contenido de humedad (%)	14.64		14.55		14.72								
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.662		1.597		1.512								
<b>EXPANSION</b>													
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm	%		mm	%		mm	%		
29-01-19	09:12	0											
30-01-19	10:02	48											
31-01-19	10:42	72											
01-02-19	11:32	96											
02-02-19	12:22	120											
No Presenta													
<b>PENETRACION</b>													
PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		24	32.0			22	29.8			16	23.1		
1.270		45	55.5			40	49.9			25	33.1		
1.905		71	84.7			58	70.1			40	49.9		
2.540	70.45	104	121.6	246.1	18.1	79	93.6	159.0	11.7	57	69.0	103.8	7.6
3.180		181	207.9			130	150.7			107	125.0		
3.810		287	326.6			200	229.1			147	169.8		
5.080	105.68	455	514.8	591.9	29.0	367	416.2	430.6	21.1	260	296.3	307.5	15.1
7.130		610	688.4			460	520.4			376	426.3		
10.160													

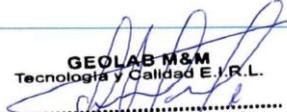
  
**GEOLAB M&M**  
 Tecnología y Calidad E.I.R.L.  
 CIRO A. QUILLATUPA ORDÓÑEZ  
 ING. CIVIL  
 CIP N° 255597

ANEXO 9. Ficha de recolección de datos – CBR (Muestra patrón)-gráficos

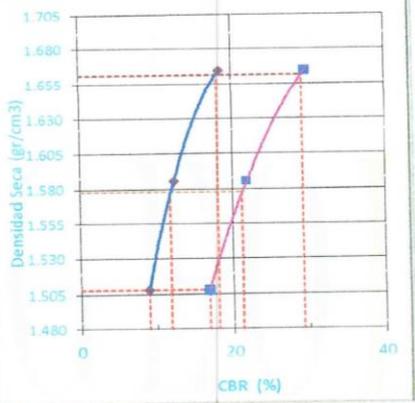
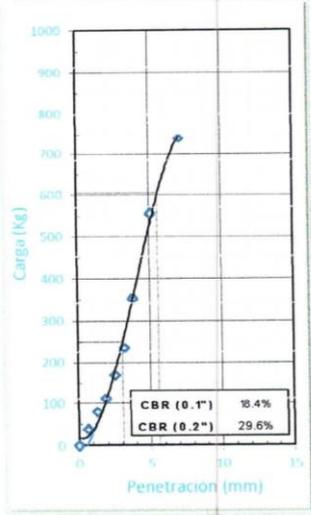
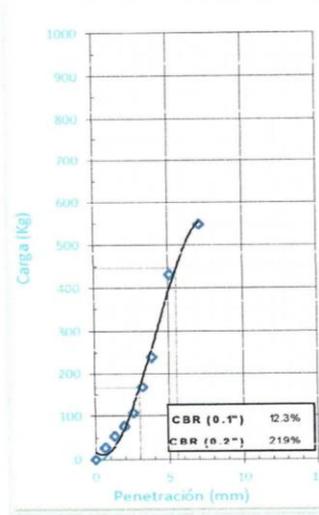
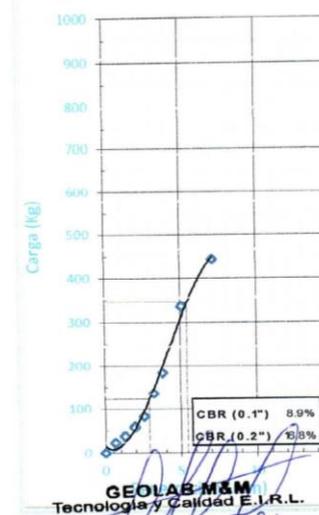
	FORMATO DE ENSAYO		GEO M&M - FECBRG - 005.1									
	RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) (NORMA AASHTO T-193, ASTM D 1883)		VERSION: 01									
			VIGENCIA: 17-07-2020									
<b>LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b>												
<b>SOLICITANTE</b> : YURI YOLINO MONTALVO SOTO <b>PROYECTO</b> : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARENOSOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA SUB RASANTE, INCORPORANDO GEOMALLAS BIAXIALES EN UN TRAMO DE LA AV. LIMA MZ I. - A.H. 31 DE DICIEMBRE - VENTANILLA - 2021" <b>UBICACIÓN</b> : AV. LIMA MZ I - A.H. 31 DE DICIEMBRE - VENTANILLA <b>MATERIAL</b> : ARENA POBREMENTE GRADUADA CON LIMO (MUESTRA PATRÓN) <span style="float: right;">Fecha: Jun-21</span>												
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>												
<b>Pto. MUESTREO</b> : AV. LIMA MZ. I <b>Calicata</b> : 01 <span style="margin-left: 100px;">Muestra: 01</span> <b>PROF. (m)</b> : 0.00 - 1.80		<b>CLASF. (SUCS)</b> <b>CLASF. (AASHTO)</b>	<b>SP - SM</b> <b>A-3</b>									
		<b>METODO DE COMPACTACION</b> : ASTM D1557 <b>MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)</b> : 1.661 <b>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b> : 14.73 <b>95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)</b> : 1.578 <b>90% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)</b> : 1230 1.512										
		<table border="1"> <tr> <td>C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)</td> <td>0.1": 17.9</td> <td>0.2": 28.8</td> </tr> <tr> <td>C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)</td> <td>0.1": 10.3</td> <td>0.2": 19.3</td> </tr> <tr> <td>C.B.R. al 90% de M.D.S. (%)</td> <td>0.1": 7.6</td> <td>0.2": 15.1</td> </tr> </table>		C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 17.9	0.2": 28.8	C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 10.3	0.2": 19.3	C.B.R. al 90% de M.D.S. (%)	0.1": 7.6	0.2": 15.1
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 17.9	0.2": 28.8										
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 10.3	0.2": 19.3										
C.B.R. al 90% de M.D.S. (%)	0.1": 7.6	0.2": 15.1										
		<b>RESULTADOS:</b> Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 28.8 (%) Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 19.3 (%) Valor de C.B.R. al 90% de la M.D.S. = 15.1 (%)										
<b>OBSERVACIONES:</b>												
<b>EC = 56 GOLPES</b> 		<b>EC = 25 GOLPES</b> 										
		<b>EC = 12 GOLPES</b> 										
<b>GEO LAB M &amp; M</b> Tecnología y Calidad E.L.R.L. <b>CIRO A. QUILLATUPA ORDÓÑEZ</b> ING. CIVIL CIP N° 255597												

**ANEXO 10. Ficha de recolección de datos – CBR (incorporación de 1 capa de geomalla).**

		FORMATO DE ENSAYO				GEO M&M - FECBR - 005							
		RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) (NORMA AASHTO T-193, ASTM D 1883)				VERSION: 01							
						VIGENCIA: 17-07-2020							
<b>LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b>													
SOLICITANTE	YURI YOLINO MONTALVO SOTO												
PROYECTO	"ESTABILIZACION DE SUELOS ARENOSOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA SUB RASANTE, INCORPORANDO GEOMALLAS BIAXIALES EN UN TRAMO DE LA AV. LIMA MZ I. - A.H. 31 DE DICIEMBRE - VENTANILLA - 2021"												
UBICACIÓN	AV. LIMA MZ I - A.H. 31 DE DICIEMBRE - VENTANILLA												
MATERIAL	ARENA POBREMENTE GRADUADA CON LIMO (MUESTRA PATRÓN MAS UNA CAPA DE GEOMALLA)						FECHA Jun-21						
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>													
Pto. MUESTREO	Av. LIMA MZ. I			Muestra 01		CLASF. (SUCS) :	SP - SM						
Calicata	01					CLASF. (AASHTO) :	A-3						
PROF. (m)	---												
<b>COMPACTACION</b>													
Molde N°	3		2		1								
Capas N°	5		5		5								
Golpes por capa N°	56		25		12								
Condición de la muestra	NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO						
Peso de molde + Suelo húmedo (gr)	11834.0		11622.0		11463.0								
Peso de molde (gr)	7734		7751		7755								
Peso del suelo húmedo (gr)	4100.0		3871.0		3708.0								
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2149		2131		2145								
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.908		1.817		1.729								
Tara (N°)													
Peso suelo húmedo + tara (gr)	540.00		516.30		518.20								
Peso suelo seco + tara (gr)	471.00		450.60		452.00								
Peso de tara (gr)													
Peso de agua (gr)	69.00		65.70		66.20								
Peso de suelo seco (gr)	471.00		450.60		452.00								
Contenido de humedad (%)	14.65		14.58		14.65								
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.664		1.585		1.508								
<b>EXPANSION</b>													
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm	%		mm	%		mm	%		
29-01-19	09:12	0											
30-01-19	10:02	48											
31-01-19	10:42	72											
01-02-19	11:32	96											
02-02-19	12:22	120											
No Presenta													
<b>PENETRACION</b>													
PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 3				MOLDE N° 2				MOLDE N° 1			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		30	38.7			20	27.5			15	21.9		
1.270		66	79.1			44	54.4			28	36.5		
1.905		94	110.4			64	76.8			47	57.8		
2.540	70.45	145	167.5	250.6	18.4	91	107.1	167.5	12.3	68	81.3	121.4	8.9
3.180		205	234.7			147	169.8			116	135.1		
3.810		310	352.3			209	239.2			158	182.1		
5.080	105.68	492	556.2	605.0	29.6	381	431.9	446.3	21.9	294	334.4	343.5	16.8
7.130		655	738.8			485	548.4			392	444.2		
10.160													

  
**GEO LAB M&M**  
 Tecnología y Calidad E.I.R.L.  
 .....  
**CIRO A. GUILLATUPA ORDÓÑEZ**  
 ING. CIVIL  
 CIP N° 255597

ANEXO 11. Ficha de recolección de datos – CBR (incorporación de 1 capa de geomalla)-gráficos.

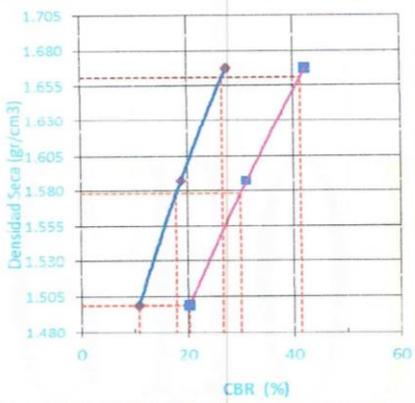
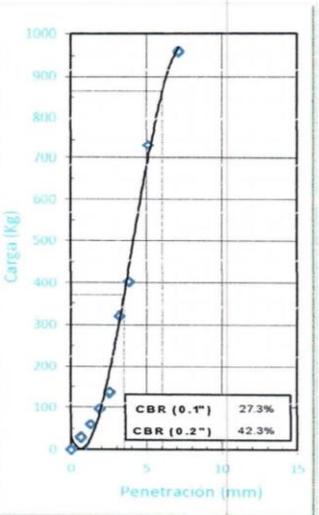
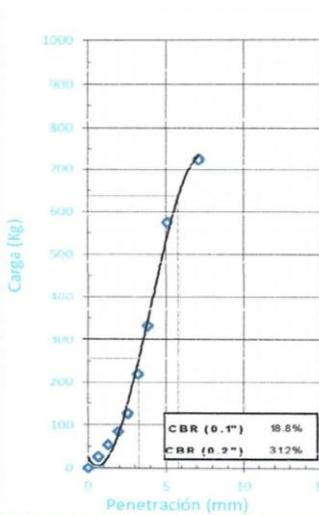
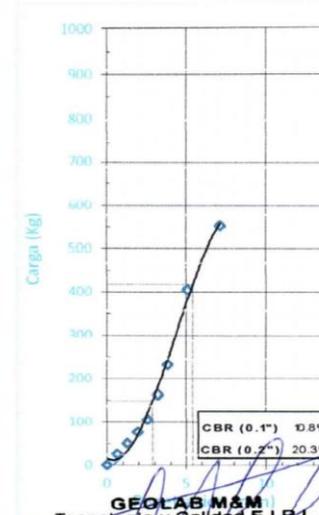
	FORMATO DE ENSAYO	GEO M&M - FECBRG - 005.1									
	<b>RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)</b> (NORMA AASHTO T-193, ASTM D 1883)	VERSION: 01									
		VIGENCIA: 17-07-2020									
<b>LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b>											
<b>SOLICITANTE</b> : YURI YOLINO MONTALVO SOTO <b>PROYECTO</b> : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARENOSOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA SUB RASANTE, INCORPORANDO GEOMALLAS BIAXIALES EN UN TRAMO DE LA AV. LIMA MZ I. - A.H. 31 DE DICIEMBRE - VENTANILLA - 2021" <b>UBICACIÓN</b> : AV. LIMA MZ I - A.H. 31 DE DICIEMBRE - VENTANILLA <b>MATERIAL</b> : ARENA POBREMENTE GRADUADA CON LIMO (MUESTRA PATRÓN MAS UNA CAPA DE GEOMALLA) <span style="float: right;"><b>Fecha:</b> Jun-21</span>											
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>											
<b>Pto. MUESTREO</b> : Av. LIMA MZ. I <b>MUESTRA</b> : 01 <span style="margin-left: 100px;">Muestra 01</span> <span style="float: right;"><b>CLASF. (SUCS)</b> SP - SM</span> <b>PROF. (m)</b> : --- <span style="float: right;"><b>CLASF. (AASHTO)</b> A-3</span>											
	<b>METODO DE COMPACTACION</b> : ASTM D1557 <b>MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)</b> : 1.661 <b>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b> : 14.73 <b>95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)</b> : 1.578 <b>90% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)</b> : 1.508										
	<table border="1"> <tr> <td>C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)</td> <td>0.1": 18.1</td> <td>0.2": 29.3</td> </tr> <tr> <td>C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)</td> <td>0.1": 11.8</td> <td>0.2": 21.2</td> </tr> <tr> <td>C.B.R. al 90% de M.D.S. (%)</td> <td>0.1": 9.9</td> <td>0.2": 16.9</td> </tr> </table>		C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 18.1	0.2": 29.3	C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 11.8	0.2": 21.2	C.B.R. al 90% de M.D.S. (%)	0.1": 9.9	0.2": 16.9
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 18.1	0.2": 29.3									
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 11.8	0.2": 21.2									
C.B.R. al 90% de M.D.S. (%)	0.1": 9.9	0.2": 16.9									
	<b>RESULTADOS:</b> Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 29.3 (%) Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 21.2 (%) Valor de C.B.R. al 90% de la M.D.S. = 16.9 (%)										
	<b>OBSERVACIONES:</b>										
<b>EC = 56 GOLPES</b> 	<b>EC = 25 GOLPES</b> 	<b>EC = 12 GOLPES</b> 									
<b>GEOLAB M&amp;M</b> Tecnología y Calidad E.I.R.L. <b>CIRO A. QUILLATUPA ORDÓÑEZ</b> ING. CIVIL CIP N° 255597											

**ANEXO 12. Ficha de recolección de datos – CBR (incorporación de 2 capa de geomalla)**

		FORMATO DE ENSAYO				GEO M&M - FECBR - 005							
		RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) (NORMA AASHTO T-193, ASTM D 1883)				VERSION: 01							
						VIGENCIA: 17-07-2020							
<b>LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b>													
SOLICITANTE :	YURI YOLINO MONTALVO SOTO												
PROYECTO :	"ESTABILIZACION DE SUELOS ARENOSOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA SUB RASANTE, INCORPORANDO GEOMALLAS BIAXIALES EN UN TRAMO DE LA AV. LIMA MZ I. - A.H. 31 DE DICIEMBRE - VENTANILLA - 2021"												
UBICACIÓN :	AV. LIMA MZ I - A.H. 31 DE DICIEMBRE - VENTANILLA												
MATERIAL :	ARENA POBREMENTE GRADUADA CON LIMO (MUESTRA PATRÓN MAS DOS CAPAS DE GEOMALLA)					FECHA :	Jun-21						
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>													
Pto. MUESTREO :	Av. LIMA MZ I												
MUESTRA :	01	Muestra 01		CLASF. (SUCS) :	SP - SM								
PROF. (m) :	---			CLASF. (AASHTO) :	A-3								
<b>COMPACTACION</b>													
Molde N°	10		4		5								
Capas N°	5		5		5								
Golpes por capa N°	56		25		12								
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO							
Peso de molde + Suelo húmedo (gr)	11829.0		11692.0		11572.0								
Peso de molde (gr)	7740		7810		7895								
Peso del suelo húmedo (gr)	4089.0		3882.0		3677.0								
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2137		2132		2141								
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.913		1.821		1.717								
Tara (N°)													
Peso suelo húmedo + tara (gr)	530.20		528.60		528.60								
Peso suelo seco + tara (gr)	462.00		460.80		461.30								
Peso de tara (gr)													
Peso de agua (gr)	68.20		67.80		67.30								
Peso de suelo seco (gr)	462.00		460.80		461.30								
Contenido de humedad (%)	14.76		14.71		14.59								
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.667		1.587		1.499								
<b>EXPANSION</b>													
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm	%		mm	%		mm	%		
29-01-19	09:12	0											
30-01-19	10:02	48											
31-01-19	10:42	72											
01-02-19	11:32	96											
02-02-19	12:22	120											
No Presenta													
<b>PENETRACION</b>													
PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 10				MOLDE N° 4				MOLDE N° 5			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		22	29.8			19	26.4			17	24.2		
1.270		50	61.1			44	54.4			40	49.9		
1.905		82	97.0			70	83.5			62	74.6		
2.540	70.45	118	137.3	372.2	27.3	108	126.1	256.3	18.8	88	103.7	147.1	10.8
3.180		282	321.0			191	219.1			140	161.9		
3.810		355	402.7			292	332.2			201	230.3		
5.080	105.68	653	736.5	863.3	42.3	508	574.1	636.5	31.2	356	403.9	414.8	20.3
7.130		851	958.3			640	722.0			488	551.7		
10.160													

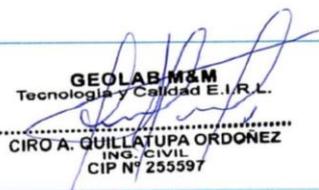
  
**CIRO A. QUILLATUPA ORDÓÑEZ**  
 ING. CIVIL  
 CIP N° 255597

ANEXO 43. Ficha de recolección de datos – CBR (incorporación de 2 capa de geomalla)-gráficos

	FORMATO DE ENSAYO		GEO M&M - FECBRG - 005.1									
	RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) (NORMA AASHTO T-193, ASTM D 1883)		VERSION: 01									
			VIGENCIA: 17-07-2020									
<b>LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b>												
<b>SOLICITANTE</b> : YURI YOLINO MONTALVO SOTO <b>PROYECTO</b> : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARENOSOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA SUB RASANTE, INCORPORANDO GEOMALLAS BIAJIALES EN UN TRAMO DE LA AV. LIMA MZ I. - A.H. 31 DE DICIEMBRE - VENTANILLA - 2021" <b>UBICACIÓN</b> : AV. LIMA MZ I - A.H. 31 DE DICIEMBRE - VENTANILLA <b>MATERIAL</b> : ARENA POBREMENTE GRADUADA CON LIMO (MUESTRA PATRÓN MAS DOS CAPAS DE GEOMALLA) <span style="float: right;"><b>Fecha:</b> Jun-21</span>												
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>												
<b>Pto. MUESTREO</b> : Av. LIMA MZ. I <b>MUESTRA</b> : 01 <span style="float: right;"><b>Muestra 01</b></span> <b>PROF. (m)</b> : ---		<b>CLASF. (SUCS)</b> <b>CLASF. (AASHTO)</b>	<b>SP - SM</b> <b>A-3</b>									
		<b>METODO DE COMPACTACION</b> : ASTM D1557 <b>MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)</b> : 1.661 <b>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b> : 14.73 <b>95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)</b> : 1.578 <b>90% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)</b> : 1.520										
		<table border="1"> <tr> <td>C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)</td> <td>0.1": 26.6</td> <td>0.2": 41.3</td> </tr> <tr> <td>C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)</td> <td>0.1": 17.9</td> <td>0.2": 29.9</td> </tr> <tr> <td>C.B.R. al 90% de M.D.S. (%)</td> <td>0.1": 10.8</td> <td>0.2": 20.3</td> </tr> </table>		C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 26.6	0.2": 41.3	C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 17.9	0.2": 29.9	C.B.R. al 90% de M.D.S. (%)	0.1": 10.8	0.2": 20.3
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 26.6	0.2": 41.3										
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 17.9	0.2": 29.9										
C.B.R. al 90% de M.D.S. (%)	0.1": 10.8	0.2": 20.3										
<b>RESULTADOS:</b> Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 41.3 (%) Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 29.9 (%) Valor de C.B.R. al 90% de la M.D.S. = 20.3 (%)												
<b>OBSERVACIONES:</b>												
<b>EC = 56 GOLPES</b> 		<b>EC = 25 GOLPES</b> 										
		<b>EC = 12 GOLPES</b> 										
<b>GEOLAB M&amp;M</b> Tecnología y Calidad E.I.R.L. <b>CIRO A. QUILLATUPA ORDÓNEZ</b> ING. CIVIL CIP N° 255597												

ANEXO 14. Ficha de recolección de datos – CBR (incorporación de 3 capa de geomalla)

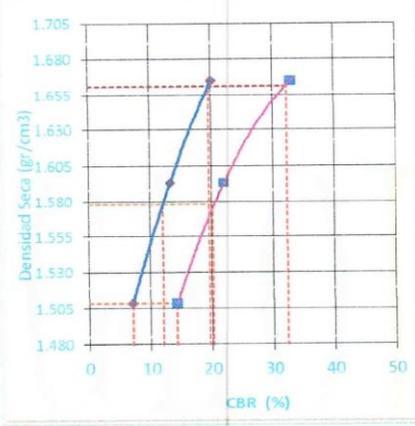
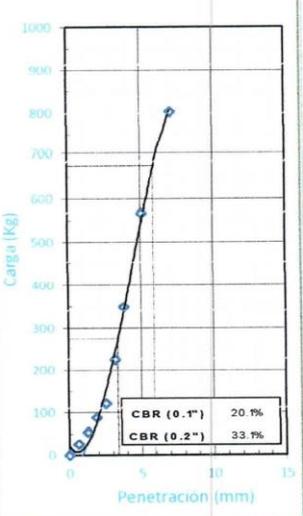
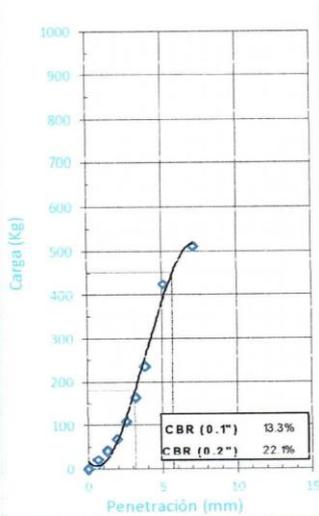
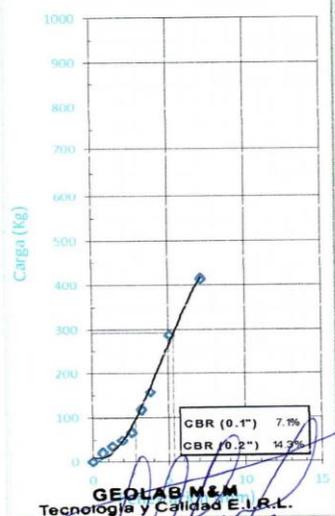
GEO LAB M & M		FORMATO DE ENSAYO				GEO M&M - FECBR - 005							
		RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) (NORMA AASHTO T-193, ASTM D 1883)				VERSION: 01 VIGENCIA: 17-07-2020							
<b>LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b>													
SOLICITANTE	YURI YOLINO MONTALVO SOTO												
PROYECTO	"ESTABILIZACION DE SUELOS ARENOSOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA SUB RASANTE, INCORPORANDO GEOMALLAS BIAXIALES EN UN TRAMO DE LA AV. LIMA MZ I. - A.H. 31 DE DICIEMBRE - VENTANILLA - 2021"												
UBICACIÓN	AV. LIMA MZ I - A.H. 31 DE DICIEMBRE - VENTANILLA												
MATERIAL	ARENA POBREMENTE GRADUADA CON LIMO (MUESTRA PATRÓN MAS TRES CAPAS DE GEOMALLA)						FECHA Jun-21						
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>													
Pto. MUESTREO	Av. LIMA MZ. I												
MUESTRA	01 Muestra 01			CLASF. (SUCS) :		SP - SM							
PROF. (m)	---			CLASF. (AASHTO) :		A-3							
<b>COMPACTACION</b>													
Molde N°	88		6		7								
Capas N°	5		5		5								
Golpes por capa N°	56		25		12								
Condición de la muestra	NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO						
Peso de molde + Suelo húmedo (gr)	11756.0		11679.0		11492.0								
Peso de molde (gr)	7685		7792		7802								
Peso del suelo húmedo (gr)	4071.0		3887.0		3690.0								
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2134		2128		2133								
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.908		1.827		1.730								
Tara (N°)													
Peso suelo húmedo + tara (gr)	528.60		518.90		533.40								
Peso suelo seco + tara (gr)	461.30		452.60		465.10								
Peso de tara (gr)													
Peso de agua (gr)	67.30		66.30		68.30								
Peso de suelo seco (gr)	461.30		452.60		465.10								
Contenido de humedad (%)	14.59		14.65		14.69								
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.665		1.593		1.508								
<b>EXPANSION</b>													
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm	%		mm	%		mm	%		
29-01-19	09:12	0											
30-01-19	10:02	48											
31-01-19	10:42	72											
01-02-19	11:32	96											
02-02-19	12:22	120											
No Presenta													
<b>PENETRACION</b>													
PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 88				MOLDE N° 6				MOLDE N° 7			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		18	25.3			15	21.9			14	20.8		
1.270		44	54.4			33	42.1			26	34.3		
1.905		74	88.0			58	70.1			39	48.8		
2.540	70.45	103	120.5	273.1	20.1	92	108.2	181.1	13.3	55	66.7	96.7	7.1
3.180		195	223.5			141	163.1			100	117.1		
3.810		307	349.0			206	235.9			136	157.5		
5.080	105.68	502	567.4	675.2	33.1	375	425.1	451.0	22.1	251	286.3	292.0	14.3
7.130		712	802.6			452	511.4			366	415.1		
10.160													

  
**GEOLAB M&M**  
 Tecnología y Calidad E.I.R.L.  
 CIRO A. GUILLATUPA ORDÓÑEZ  
 ING. CIVIL  
 CIP N° 255597

AA. HH. Hiroshima Mz "E" Lote 10 -Ventanilla - Provincia Constitucional del Callao, TEL. 01-6928567 / 927566082

[geolabmym.tc@gmail.com](mailto:geolabmym.tc@gmail.com)

ANEXO 55. Ficha de recolección de datos – CBR (incorporación de 3 capa de geomalla)-  
gráficos

	FORMATO DE ENSAYO	GEO M&M - FECBRG - 005.1															
	<b>RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) (NORMA AASHTO T-193, ASTM D 1883)</b>	VERSION: 01															
		VIGENCIA: 17-07-2020															
<b>LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b>																	
<b>SOLICITANTE</b> : YURI YOLINO MONTALVO SOTO <b>PROYECTO</b> : "ESTABILIZACION DE SUELOS ARENOSOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA SUB RASANTE, INCORPORANDO GEOMALLAS BIAXIALES EN UN TRAMO DE LA AV. LIMA MZ I - A.H. 31 DE DICIEMBRE - VENTANILLA - 2021" <b>UBICACIÓN</b> : AV. LIMA MZ I - A.H. 31 DE DICIEMBRE - VENTANILLA <b>MATERIAL</b> : ARENA POBREMENTE GRADUADA CON LIMO (MUESTRA PATRÓN MAS TRES CAPAS DE GEOMALLA) <span style="float: right;"><b>Fecha:</b> Jun-21</span>																	
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>																	
<b>Pto. MUESTREO</b> : Av. LIMA MZ. I <b>MUESTRA</b> : 01 <span style="margin-left: 100px;">Muestra 01</span> <span style="float: right;"><b>CLASF. (SUCS)</b> SP - SM</span> <b>PROF. (m)</b> : — <span style="float: right;"><b>CLASF. (AASHTO)</b> A-3</span>																	
	<b>METODO DE COMPACTACION</b> : ASTM D1557 <b>MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)</b> : 1.661 <b>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b> : 14.73 <b>95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)</b> : 1.578 <b>90% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)</b> : 1230 1.508																
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)</td> <td>0.1"</td> <td>19.7</td> <td>0.2"</td> <td>32.4</td> </tr> <tr> <td>C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)</td> <td>0.1"</td> <td>12.0</td> <td>0.2"</td> <td>20.3</td> </tr> <tr> <td>C.B.R. al 90% de M.D.S. (%)</td> <td>0.1"</td> <td>7.1</td> <td>0.2"</td> <td>14.3</td> </tr> </table>		C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	19.7	0.2"	32.4	C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	12.0	0.2"	20.3	C.B.R. al 90% de M.D.S. (%)	0.1"	7.1	0.2"	14.3
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	19.7	0.2"	32.4													
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	12.0	0.2"	20.3													
C.B.R. al 90% de M.D.S. (%)	0.1"	7.1	0.2"	14.3													
	<b>RESULTADOS:</b> Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 32.4 (%) Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 20.3 (%) Valor de C.B.R. al 90% de la M.D.S. = 14.3 (%)																
	<b>OBSERVACIONES:</b>																
<b>EC = 56 GOLPES</b> 	<b>EC = 25 GOLPES</b> 	<b>EC = 12 GOLPES</b> 															
 <b>GEO LAB M &amp; M</b> Tecnología y Calidad E.I.R.L. C.I.R.O. A. QUILLATUPA ORDÓÑEZ ING. CIVIL CIP N° 255597																	

## ANEXO 66. Panel fotográfico

### Figura 21

*Taras con muestras de suelo para el contenido de humedad*



Fuente: Elaboración Propia.

### Figura 22

*Lavado de la muestra de suelo por el tamiz n°200*



Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 23**

*Compactación de la muestra de suelo para Proctor modificado*



*Fuente: Elaboración Propia.*

**Figura 24**

*Material para el ensayo C.B.R.*



*Fuente: Elaboración Propia.*

**Figura 25**

*Compactación de la muestra de suelo para el ensayo C.B.R.*



Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 26**

*Enrasado de la muestra patrón en el molde para el ensayo C.B.R.*



Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 27**

*Compactación de la muestra con 1 capas de geomalla en el molde C.B.R.*



Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 28**

*Compactación de la muestra con 2 capas de geomallas en el molde C.B.R.*



Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 29**

*Compactación de la muestra con 3 capas de geomallas en el molde C.B.R.*



Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 30**

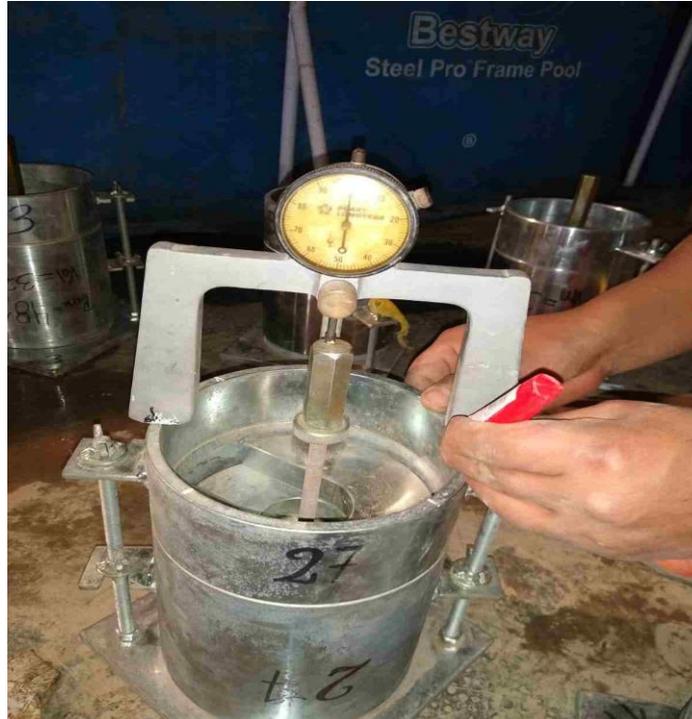
*Peso de la muestra con el molde C.B.R.*



Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 31**

*Marcación para la medida de la expansión CBR*



Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 32**

*Sumergido de moldes de CBR por 4 días*



Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 33**

*Ensayo de carga- penetración*



Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 34**

*Muestras después de retirar del molde C.B.R.*



Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 35**

*Extendido de la geomalla biaxial.*



Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 36**

*Extendido de la geomalla biaxial.*



Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 37**

*Traslapes entre geomallas biaxiales de 20cm*



Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 38**

*Compactación de la subrasante luego de extender y traslapar la geomalla biaxial.*



Fuente: Elaboración Propia.

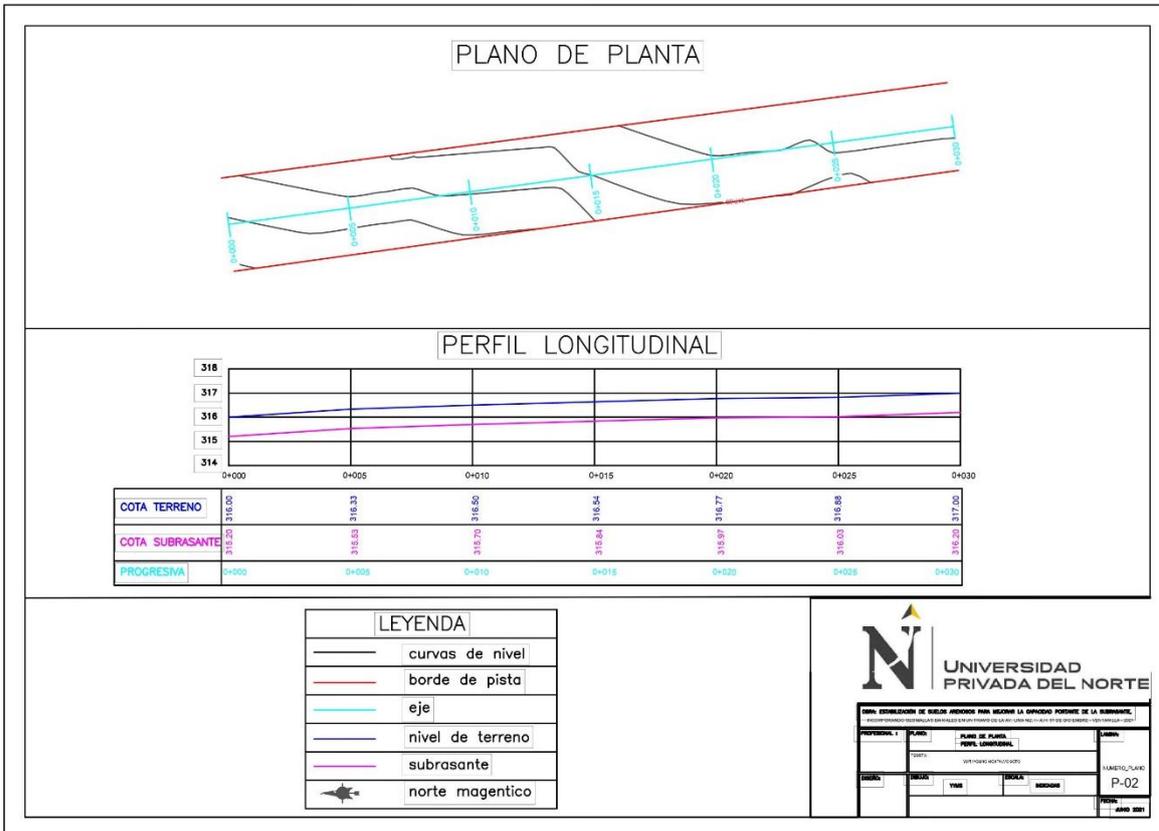
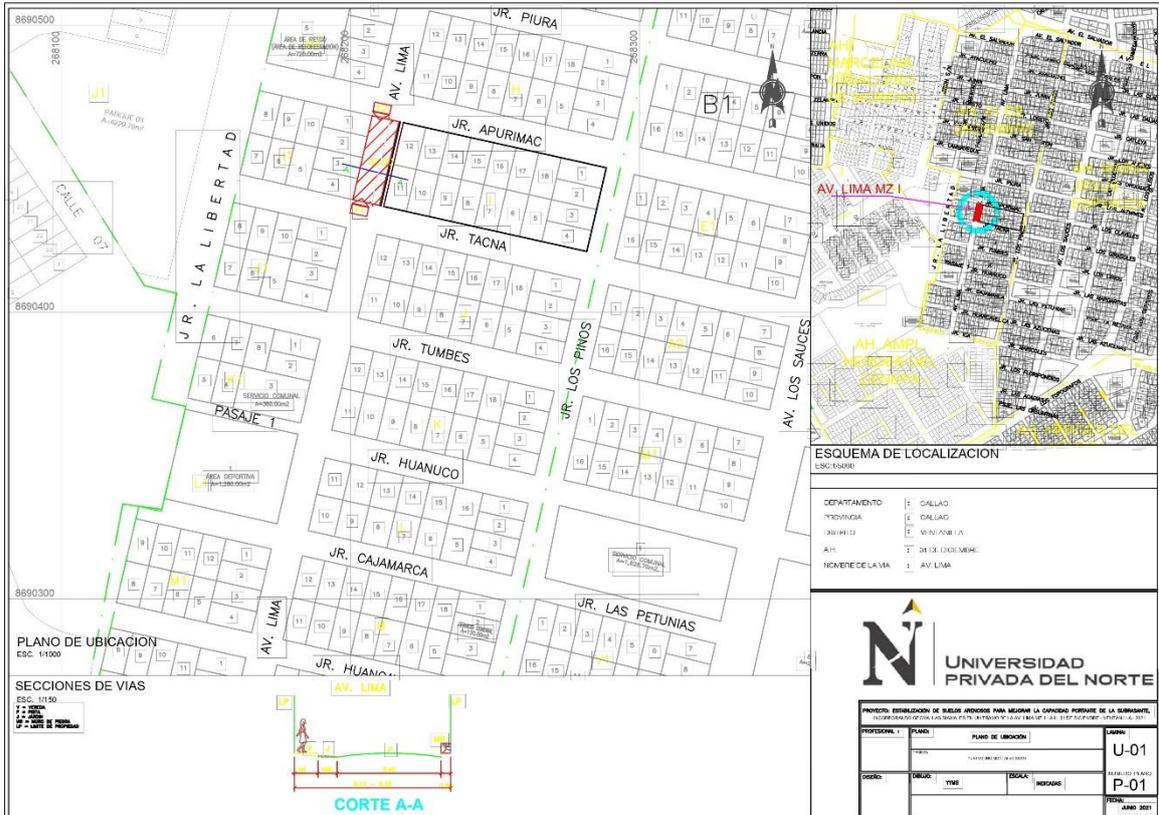
**Figura 39**

*Compactación de la subrasante de la Av. Lima*

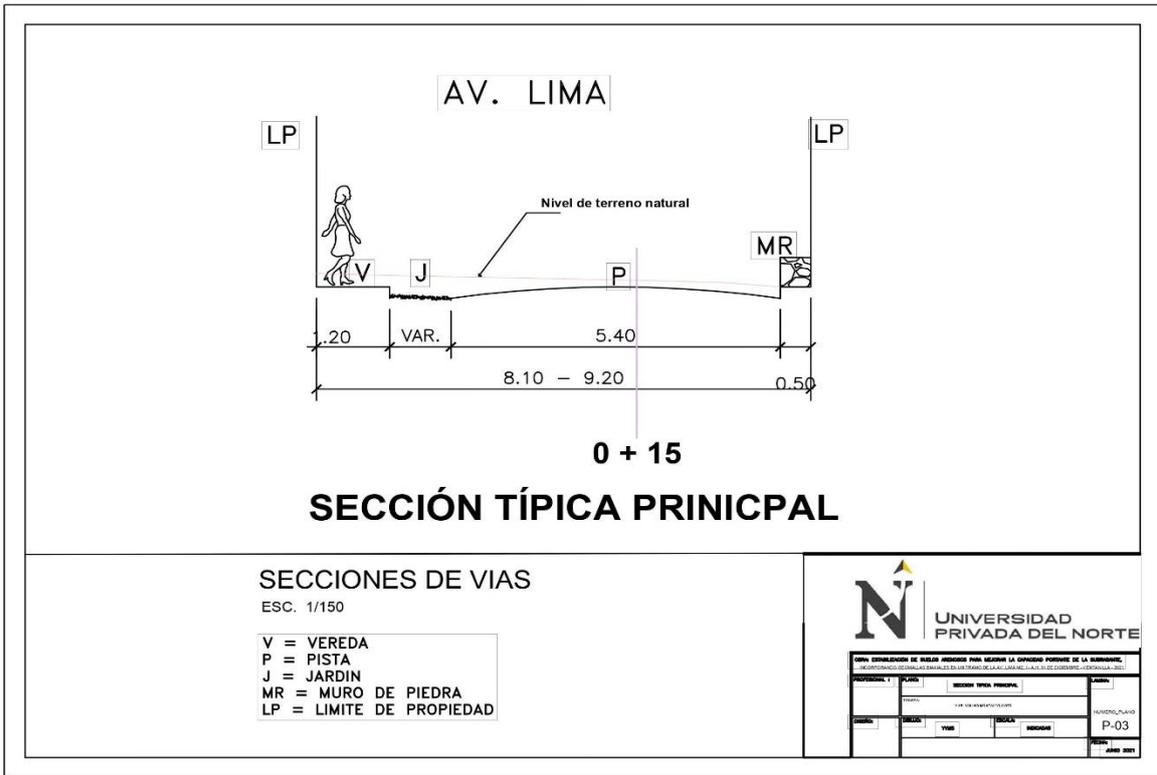


Fuente: Elaboración Propia.

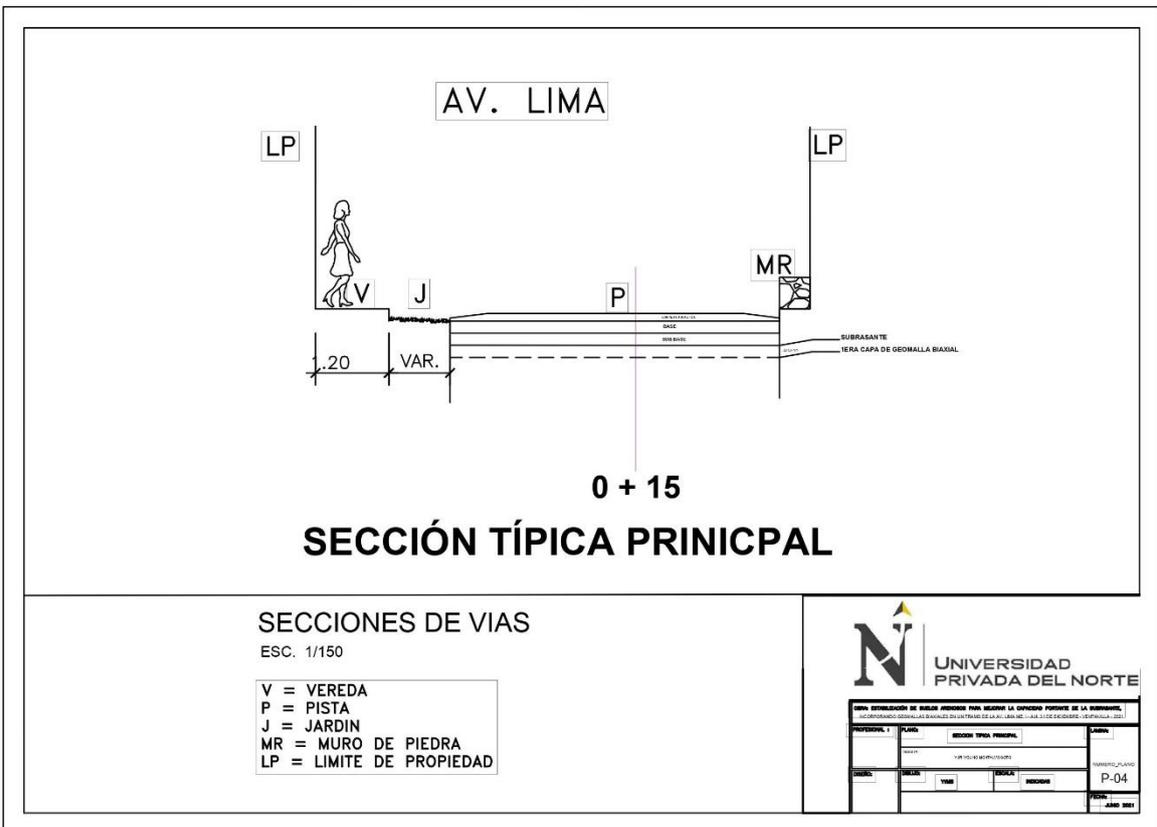
**ANEXO 17. Planos**



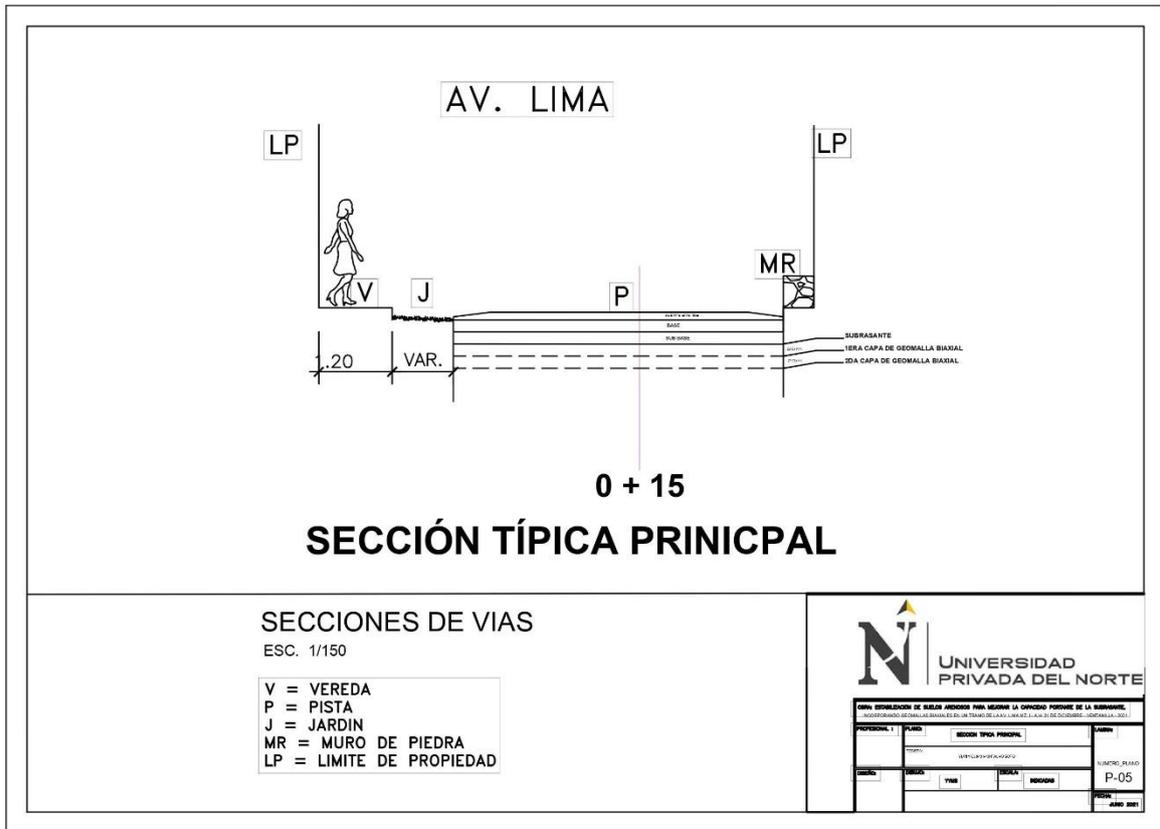
Fuente: Elaboración Propia.



Fuente: Elaboración Propia.



Fuente: Elaboración Propia.



Fuente: Elaboración Propia.

## ANEXO 18. Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA				
ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA SUBRASANTE, INCORPORANDO GEOMALLAS BIAXIALES EN UN TRAMO DE LA AV. LIMA MZ. I - A.H. 31 DE DICIEMBRE - VENTANILLA - 2021				
	PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES
GENERAL	<p>¿De qué manera el uso de geomallas biaxiales influye en la estabilización de suelos arenosos con respecto a la capacidad portante de la subrasante de un tramo de la Av. Lima Mz. I - A.H. 31 de diciembre - Ventanilla - 2021?</p>	<p>Determinar la influencia del uso de geomallas biaxiales en la estabilización de suelos arenosos con respecto a la capacidad portante de la subrasante de un tramo de la Av. Lima Mz. I - A.H. 31 de diciembre - Ventanilla - 2021.</p>	<p>El uso de geomallas biaxiales mejorará la estabilización de suelos arenosos con respecto a la capacidad portante de la subrasante de un tramo de la Av. Lima Mz. I - A.H. 31 de diciembre - Ventanilla - 2021.</p>	<p>Variable independiente: <b>Geomallas biaxiales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Una capa de geomallas biaxiales</li> <li>- Dos capas de geomallas biaxiales</li> <li>- Tres capas de geomallas biaxiales</li> </ul>
ESPECÍFICOS	<p>1) ¿Cuál es el valor del CBR sin la utilización de geomallas biaxiales en la estabilización de suelos arenosos con respecto a la capacidad portante de la subrasante de un tramo de la Av. Lima Mz. I - A.H. 31 de diciembre - Ventanilla - 2021?</p> <p>2) ¿Cuál es el valor del CBR con una capa de geomalla biaxial en la estabilización de suelos arenosos con respecto a la capacidad portante de la subrasante de un tramo de la Av. Lima Mz. I - A.H. 31 de diciembre - Ventanilla - 2021?</p>	<p>1) Determinar el valor del CBR sin la utilización de geomallas biaxiales en la estabilización de suelos arenosos con respecto a la capacidad portante de la subrasante de un tramo de la Av. Lima Mz. I - A.H. 31 de diciembre - Ventanilla - 2021.</p> <p>2) Determinar el valor del CBR con una capa de geomalla biaxial en la estabilización de suelos arenosos con respecto a la capacidad portante de la subrasante de un tramo de la Av. Lima Mz. I - A.H. 31 de diciembre - Ventanilla - 2021.</p>	<p>1) El valor del CBR mejorará en un rango de 0.1 a 2 % con 1 capa de geomallas biaxiales en la estabilización de suelos arenosos con respecto a la capacidad portante de la subrasante de un tramo de la Av. Lima Mz. I - A.H. 31 de diciembre - Ventanilla - 2021.</p> <p>2) El valor del CBR mejorará en un rango de 3 a 10 % con 2 capas de geomallas biaxiales en la estabilización de suelos arenosos con respecto a la capacidad portante de la subrasante de un tramo de la Av. Lima Mz. I - A.H. 31 de diciembre - Ventanilla - 2021.</p>	<p>Variable dependiente: <b>Capacidad portante de la subrasante</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- el valor de CBR</li> </ul>

<b>ESPECÍFICOS</b>	<p>3) ¿Cuál es el valor del CBR con dos capas de geomallas biaxiales en la estabilización de suelos arenosos con respecto a la capacidad portante de la subrasante de un tramo de la Av. Lima Mz. I - A.H. 31 de diciembre - Ventanilla – 2021?</p>	<p>3) Determinar el valor del CBR con dos capas de geomallas biaxiales en la estabilización de suelos arenosos con respecto a la capacidad portante de la subrasante de un tramo de la Av. Lima Mz. I - A.H. 31 de diciembre - Ventanilla – 2021.</p>	<p>3) El valor del CBR mejorará en un rango de 1 a 2 % con 3 capa de geomallas biaxiales en la estabilización de suelos arenosos con respecto a la capacidad portante de la subrasante de un tramo de la Av. Lima Mz. I - A.H. 31 de diciembre - Ventanilla – 2021.</p>	<p>Variable dependiente: <b>Capacidad portante de la subrasante</b>  - el valor de CBR</p>
	<p>4) ¿Cuál es el valor del CBR con tres capas de geomallas biaxiales en la estabilización de suelos arenosos con respecto a la capacidad portante de la subrasante de un tramo de la Av. Lima Mz. I - A.H. 31 de diciembre - Ventanilla – 2021?</p>	<p>4) Determinar el valor del CBR con tres capas de geomallas biaxiales en la estabilización de suelos arenosos con respecto a la capacidad portante de la subrasante de un tramo de la Av. Lima Mz. I - A.H. 31 de diciembre - Ventanilla – 2021.</p>		

Fuente: Elaboración Propia.