

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“CAPACIDAD PORTANTE (CBR) DE UN SUELO  
ARCILLOSO CON LA INCORPORACIÓN DEL 8%,  
10% Y 12% DEL ESTABILIZADOR MAXXSEAL  
200”

Tesis para optar al título profesional de:

**INGENIERA CIVIL**

**Autores:**

Elizabeth Margot Mamani Suca  
Fiorella Alessandra Salcedo Teran

**Asesor:**

Ing. Tulio Edgar Guillén Sheen  
<https://orcid.org/0000-0001-5024-7595>

Cajamarca - Perú

2023

**JURADO EVALUADOR**

Jurado 1 Presidente(a)	<b>Katia Nataly Carrión Rabanal</b>	<b>46269439</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	<b>Lizbeth Milagros Merma Gallardo</b>	<b>40012838</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI











Jurado 3	<b>Hugo Rodríguez Chico</b>	<b>45955444</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

## INFORME DE SIMILITUD

### Document Information

<b>Analyzed document</b>	02_Tesis-MargotMamani-y-FiorellaSalcedo-00.docx (D160961395)
<b>Submitted</b>	2023-03-14 01:10:00
<b>Submitted by</b>	
<b>Submitter email</b>	tulio.guillen@upn.pe
<b>Similarity</b>	4%
<b>Analysis address</b>	tulio.guillen.delnor@analysis.arkund.com

### Sources included in the report

<b>W</b>	URL: <a href="https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/20.500.12692/35053/3/Godoy_MSC.pdf.txt">https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/20.500.12692/35053/3/Godoy_MSC.pdf.txt</a> Fetched: 2022-11-26 13:32:05	 <b>3</b>
<b>W</b>	URL: <a href="https://core.ac.uk/download/pdf/84816730.pdf">https://core.ac.uk/download/pdf/84816730.pdf</a> Fetched: 2022-07-15 05:13:12	 <b>1</b>
<b>SA</b>	<b>Universidad Privada del Norte / Díaz Chacón Greisi Meliza.pdf</b> Document Díaz Chacón Greisi Meliza.pdf (D139969316) Submitted by: yemsirodriguez@gmail.com Receiver: yemsirodriguez.delnor@analysis.arkund.com	 <b>3</b>
<b>SA</b>	<b>TESIS MAESTRÍA UNC - ALVARO CALUA INFANTE.pdf</b> Document TESIS MAESTRÍA UNC - ALVARO CALUA INFANTE.pdf (D109989731)	 <b>1</b>
<b>SA</b>	<b>INFORME FINAL DE TESIS-CARLOS ALBERTO BECERRA AGURTO y CALDERON BANDA-IC.pdf</b> Document INFORME FINAL DE TESIS-CARLOS ALBERTO BECERRA AGURTO y CALDERON BANDA-IC.pdf (D145054305)	 <b>1</b>
<b>SA</b>	<b>TESIS MAESTRÍA UNC- ALVARO CALUA INFANTE.pdf</b> Document TESIS MAESTRÍA UNC- ALVARO CALUA INFANTE.pdf (D118299112)	 <b>1</b>
<b>SA</b>	<b>Universidad Privada del Norte / Tesis_VictorMontoro_RevAVD201022.docx</b> Document Tesis_VictorMontoro_RevAVD201022.docx (D146991673) Submitted by: ruben.vasquez@upn.pe Receiver: ruben.vasquez.delnor@analysis.arkund.com	 <b>1</b>
<b>SA</b>	<b>Universidad Privada del Norte / TESIS CULQUICHICON, VASQUEZ (final).docx</b> Document TESIS CULQUICHICON, VASQUEZ (final).docx (D157198199) Submitted by: sheyla.cornejo@upn.pe Receiver: sheyla.cornejo.delnor@analysis.arkund.com	 <b>1</b>
<b>SA</b>	<b>UCP_INGENIERIA CIVIL_2022_TRABAJO DE INVESTIGACION_ SHARON MANUYAMA_ANDREWN NAJAR_V1.pdf</b> Document UCP_INGENIERIA CIVIL_2022_TRABAJO DE INVESTIGACION_ SHARON MANUYAMA_ANDREWN NAJAR_V1.pdf (D141527720)	 <b>1</b>
<b>SA</b>	<b>INFLUENCIA DEL POLIETILENO TEREFALATO_V1.pdf</b> Document INFLUENCIA DEL POLIETILENO TEREFALATO_V1.pdf (D137273873)	 <b>1</b>

## DEDICATORIA

A mi pequeña Alyzee, quien día a día con su presencia fue la motivación en los momentos difíciles, a mi Fachita quien a pesar de no llevar la misma sangre me acogió como a una hija dándome todo el soporte de una familia.

Margot M.S.

A mis padres Aníbal y Delia, porque con sus consejos y apoyo incondicional he podido lograr mi meta trazada y a mis hijos Abyu y Mateo quienes son mi motor de superación.

Fiorella S.T.

A nuestras familias por el soporte emocional y apoyo incondicional en esta etapa profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios que reconforto nuestro corazón, ilumino nuestra mente y nos guio por el camino de quienes nos apoyaron y guiaron a lo largo del de formación profesional.

A nuestros padres por habernos forjado e impulsado a seguir adelante día a día en el transcurso de cada año de la carrera universitaria.

A nuestros maestros y en especial a nuestro asesor, Ing. Tulio Guillén Sheen ya que son personas pacientes, sabias y motivadores de esfuerzo y dedicación.

A aquellas personas que se convirtieron en amigos, quienes día a día estuvieron impulsándonos a seguir adelante a lo largo de toda nuestra formación profesional y con los que compartimos experiencias inolvidables.

## Tabla de contenido

<b>JURADO EVALUADOR.....</b>	<b>2</b>
<b>INFORME DE SIMILITUD .....</b>	<b>3</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>4</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>5</b>
<b>TABLA DE CONTENIDO .....</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>7</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>8</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>9</b>
<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>10</b>
REALIDAD PROBLEMÁTICA .....	10
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	11
OBJETIVOS .....	11
HIPÓTESIS .....	11
<b>CAPÍTULO II: METODOLOGÍA.....</b>	<b>19</b>
<b>CAPÍTULO III: RESULTADOS .....</b>	<b>34</b>
<b>CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....</b>	<b>37</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>41</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>45</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	<i>Cantidad de ensayos realizados por muestras.....</i>	23
<b>Tabla 2</b>	<i>Resumen ensayo Proctor Estándar y Proctor Modificado.....</i>	29
<b>Tabla 3</b>	<i>Cuadro para Lecturas del Ensayo Penetración.....</i>	32
<b>Tabla 4</b>	<i>Análisis Granulométrico mediante tamizado por Lavado .....</i>	34
<b>Tabla 5</b>	<i>Resultados de los Límites de Atterberg.....</i>	35
<b>Tabla 6</b>	<i>Proctor Modificado .....</i>	35
<b>Tabla 7</b>	<i>California Bearing Ratio (CBR).....</i>	36

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1_ <i>Representación del Procedimiento</i> .....	21
Figura 2 <i>Ubicación de la Cantera en Google Earth 2022</i> .....	22



## RESUMEN

En vista de la necesidad de mejorar los suelos arcillosos de la subrasante en las carreteras e intentando resolver este problema, se planteó la siguiente pregunta de investigación ¿Cuál es la capacidad portante (CBR) de un suelo arcilloso, incorporando las diferentes proporciones de 8%,10% y 12% del estabilizador Maxxseal 200?, intentando dar respuesta a esa pregunta, se propuso como objetivo determinar la capacidad portante (CBR) del suelo arcilloso con la incorporación de 8%, 10% y 12% del estabilizador Maxxseal 200. Para alcanzar el objetivo manifestado, la tesis planteada es de tipo experimental con metodología cuantitativa, con una población de estudio constituida por especímenes del suelo arcilloso de la cantera “El Cerrillo”, y conformada por 3 muestras de especímenes del suelo para determinar el ensayo de CBR. Optando por la estadística descriptiva para realizar el análisis de datos. Este proceso sirvió para determinar que la capacidad portante (CBR) del suelo arcilloso con la incorporación de 8% del estabilizador Maxxseal 200 fue de 3.10%, con 10% de estabilizante fue de 4.40% y con 12 % de estabilizante fue de 7.60 %. Lo que concluye que la incorporación de 12% del estabilizador Maxxseal 200, es eficiente para estabilizar subrasantes en las carreteras.

**PALABRAS CLAVES:** capacidad portante, suelo arcilloso, estabilización, Maxxseal 200

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

### Realidad problemática

Cuando de suelos deficientes se trata, mencionamos a los suelos arcillosos, que están ampliamente distribuidos en todo el mundo y son una fuente de grandes daños en las infraestructuras: “Sus características plásticas facilitan el riesgo de variaciones volumétricas y agrietamientos, debido a su baja capacidad portante”, esto nos menciona López et al. (2010). Por tal motivo, Pérez (2011) define a los suelos arcillosos como suelos de mala calidad.

En nuestro país existe gran variedad de suelos, entre ellos el arcilloso, la normativa peruana propone mejorarlo haciendo uso de distintas técnicas, una de ellas es la estabilización química, según Llamoga (2017), nos dice que este viene a ser el mejoramiento de las propiedades fisicoquímicas, según procesos y métodos mecánicos.

Mientras que en la región de Cajamarca los suelos arcillosos predominan debido a la zona de alta sismicidad en la que se encuentra ubicada y sus características geológicas denotan la presencia de este tipo de suelos, según el Estudio Geológico Económico de Rocas y Minerales Industriales en la Región de Cajamarca del Instituto Geológico, Minero y metalúrgico (INGEMMET,2015).

Asimismo, en Cajamarca, existe el peligro de los fenómenos geológicos, de los cuales se definen cuatro niveles de peligrosidad, es por ello que es una zona de alto peligro por sus suelos granulares, estos se componen principalmente de arcillas plásticas y limosas con altos contenidos de agua, como consecuencia presenta un nivel freático alto y son expansivos en altas proporciones. (Palomino, 2016, pp 12).

## **Formulación del problema**

¿Cuál es la capacidad portante (CBR) de un suelo arcilloso, incorporando las diferentes proporciones de 8%,10% y 12% del estabilizador Maxxseal 200?

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Determinar la capacidad portante (CBR) del suelo arcilloso con la incorporación de 8%, 10% y 12% del estabilizador Maxxseal 200.

### **Obejetivos Específicos**

Clasificar un suelo mediante el sistema de AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) y el sistema SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos).

Determinar la variación del índice de plasticidad de un suelo arcilloso con la incorporación de 8%, 10% y 12% del estabilizador Maxxseal 200.

Determinar los parámetros de compactación de un suelo arcilloso con incorporación de 8%, 10% y 12% del estabilizador Maxxseal 200.

## **Hipótesis**

### **Hipótesis General**

El suelo arcilloso aumenta en más del 2% la capacidad portante (CBR), con las adiciones de 8%, 10% y 12% del estabilizador Maxxseal 200.

### **Hipótesis Específicas**

La clasificación AASHTO Y SUCS satisface las características del tipo de suelo requerido para la investigación.

El índice de plasticidad del suelo arcilloso, varía con la incorporación de 8%, 10% y 12% del estabilizador Maxxseal 200.

La incorporación de 10% muestra mejores resultados, que la incorporación de 8% y 12% del estabilizador Maxxseal 200 en la capacidad de soporte (CBR).

Por esta razón, se mencionan investigaciones que puedan ser soporte importante en este estudio.

En la tesis denominada *Estabilización y control de suelos expansivos utilizando polímeros* de Ayala (2017) realizado en la ciudad de Samborondón – Ecuador, quien tuvo como objetivo determinar la cantidad de polímero óptima para la estabilización de suelos expansivos. Para alcanzar este objetivo se efectuaron diferentes ensayos de contenido humedad, granulometría por lavado, límites de Atterberg y Proctor Modificado; donde tuvo tres muestras M-1, M-2, M-3 concluyeron que al adicionar el 1.5% de polímero alteró de manera significativa sus propiedades físico-mecánica; mientras que en el ensayo de Proctor modificado al ser un suelo de alta plasticidad y expansivo su compactación fue dificultosa lo cual al adicionar el 1.5% de polímero se volvió manejable el material.

A diferencia de Aguilar y Borda (2015) en su Revisión del Estado del Arte del uso de Polímeros en la Estabilización de Suelos realizada en Bogotá, nos dicen que los beneficios de la aplicación de polímeros mediante la estabilización de suelos tiene dos factores principales: tipo de suelo y polímero, de tal forma que antes de usar un agente estabilizante, es necesario evaluar las características como: granulometría, dureza, resistencia a la

compresión, permeabilidad entre otras, debido a que no todo polímero reacciona de manera eficiente frente a cualquier tipo de suelo, por otro lado, el uso de productos estabilizantes refleja un aumento de las propiedades fisicoquímicas.

Mientras que Sivapriya et al. (2021) en su artículo *Experimental study on properties of mechanical resistance of polyamide in clay soil* (Estudio experimental sobre propiedades de resistencia de la poliamida en suelos arcilloso) de la Universidad de Santo Tomás Bucaramanga, Colombia es necesario precisar que utilizaron residuos plásticos en forma de polvo de poliamida (PA-12) por lo que los resultados conseguidos para la prueba de límites de Atterberg indicaron que el Índice de Plasticidad disminuyó con el incremento del porcentaje de PA- 12; lo que muestra un aumento en la trabajabilidad del suelo.

A partir de lo anterior se puede inferir que en el Perú existen investigaciones como la que realizó:

Flores (2020) en la ciudad de Lima – Perú denomina a su tesis: “Evaluación y mejoramiento con Maxxseal 200 de la subrasante en la Av. María Parado de Bellido, Paita, 2020”, de modo que, su objetivo fue comprobar la influencia del Maxxseal 200, aplicando dosificaciones de 3%, 6% y 9% para mejorar las propiedades físicas, mecánicas y la capacidad de soporte en la subrasante con una metodología de investigación de enfoque cuantitativo donde realizó 3 calicatas denominadas C-1, C-2 y C-3, así pues, realizó ensayos de Análisis Granulométrico, Límites de Consistencia, Contenido de Humedad, Proctor Modificado y Ensayo de CBR para mostrar resultados del suelo natural sin adición del estabilizador así obtuvo que su contenido de humedad es de un porcentaje bajo con valores de 5.90%, 5.50% y 4.60% respectivamente, así mismo sin adición del Maxxseal 200 muestra un índice de plasticidad media de 10% indicando la presencia de arcillas mientras que con la adición del Maxxseal al 3%,6% y 9% disminuye el I.P. hasta un 4% revelando una

reducción en su plasticidad, por otro lado, los resultados de Próctor modificado mostraron que al aplicar los porcentajes de 3%, 6% y 9% a este suelo la densidad seca máxima aumenta a medida que el porcentaje de Maxxseal aumente con respecto al suelo natural a diferencia del valor de Contenido óptimo el cual presenta cambios no constantes con los diferentes porcentajes al aplicar el Maxxseal 200, y finalmente los resultados de CBR mostraron un suelo natural con un CBR de 10.7% para cuando se adicionó el Maxxseal en porcentajes de 3% el CBR fue de 41.3%, 6% con un CBR de 37.1% y con un 9% el CBR de 48.6%, así pues, concluyó que la aplicación del Maxxseal 200 es efectiva mejorando las propiedades físicas, mecánicas y el CBR con una dosificación óptima del 9%.

Además, Capia (2020) en su investigación denominada Estabilización de suelos arcillosos mediante el uso de polímeros reciclados PET a nivel de la subrasante de la carretera Juliaca - Caminaca, 2019 del cual el objetivo fue determinar la dosificación adecuada de los polímeros reciclados PET como adición para la estabilización de la subrasante por lo que utilizó un enfoque CUANTITATIVO y un diseño EXPERIMENTAL de manera que el suelo fue clasificado por SUCS como un CL (arcilla de baja plasticidad) y teniendo tres muestras de suelo natural obtuvieron un CBR (95%) de c-1: 5.41%, c-2: 5.80% y c-3: 5.75% mientras que con adición de 1%, 3%, 5% de polímero reciclado su CBR(95%) aumenta en un 0.53%, 0.95% y disminuye -0.3% respectivamente.

Mientras que, Lomparte y Sánchez (2019) en su tesis denominada Estabilización de la superficie de rodadura mediante el uso de polímero en emulsión vinilo acrílico en la carretera no pavimentada al centro poblado Tangay - Nuevo Chimbote – Santa, señala que su objetivo fue evaluar el comportamiento técnico - ambiental de la carretera no pavimentada al Centro Poblado Tangay con la aplicación del polímero estabilizador MAXXSEAL 100, es así pues, que realizaron ensayos de contenido de humedad, SUCS, proctor modificado,

límites de Atterberg y CBR incorporando el Maxxseal 100 en porcentajes de 0.40% y 0.60% obteniendo en el ensayo de Proctor un incremento en la densidad seca y contenido de humedad óptima adicionando el estabilizador con respecto a la muestra sin estabilizador, mientras que en el ensayo de CBR la capacidad y resistencia aumenta hasta en un 300% con respecto a muestras de suelo sin incorporación de estabilizador por otro lado al incorporar un 0.6% se logra obtener CBR mayores a los estipulados por el Ministerio de Transporte y Carreteras.

Después de realizar una búsqueda local, se presentan investigaciones respecto al tema, con estudios relacionados que se mencionan a continuación:

Efecto del aditivo Terrazyme en la estabilización de suelos arcillosos de subrasantes en la zona de expansión de la ciudad de Cajamarca donde Fernández (2017) en su tesis tiene por objetivo determinar el efecto del aditivo terrezyme en la estabilización de suelos arcillosos de la subrasante en la zona sur de Cajamarca con adición del estabilizador, además pudo concluir que el estabilizador tiene un efecto en el aumento de la capacidad de soporte de la subrasante en un 19%, por otro lado, nos dice que dentro de las características físicas y mecánicas presentan arcillas inorgánicas de baja plasticidad a media y estos suelos son impermeables a la vez susceptibles al agrietamiento.

A diferencia de Chinchay (2018) en su tesis: Influencia del aditivo Sika Dust Seal como agente estabilizador de suelos en la trocha carrozable tramo la serna - tambillo Jaén, Cajamarca indica que tiene por objetivo determinar la influencia del aditivo Sika Dust Seal como agente estabilizador de este modo realizó ensayos de granulometría, Límites de Atterberg, Proctor Modificado y CBR obteniendo como resultado que sin adicionar el estabilizador se tiene un CBR para subrasante del 26.60% a diferencia cuando se adiciona el estabilizador obtiene un CBR para subrasante del 33.60% notando un incremento de 7% con

una dosificación de 6.37cm<sup>3</sup> y 209.63 cm<sup>3</sup> de agua, con la cual se obtendrá una máxima densidad seca de 2.26 gr/cm.

Para Palomino (2016) en su tesis Capacidad portante (CBR) de un suelo arcilloso, con la incorporación del estabilizador Maxxseal 100 nos indica que la capacidad portante (CBR) estabilizado con 2%, 4%, y 6% de Maxxseal 100, sus resultados mostraron que la muestra patrón tiene un CBR de 5.10%, añadiendo el estabilizador en sus porcentajes la capacidad portante se incrementa concluyendo que a partir del 2% se utilice para la subrasante, por lo tanto, comprueba la efectividad del estabilizador mejorando así sus propiedades físicas y mecánicas.

Existe la necesidad de mejorar los suelos arcillosos por las demandas constructivas, con el fin de producir una plataforma de trabajo adecuado, mayor resistencia y eficiencia al momento de construir. Con base en lo anterior se mencionan los siguientes conceptos:

La estabilización de suelos, se deberá entender como la transformación de las propiedades de los suelos, para aplicarlas en construcciones de ingeniería; pues así se obtiene un material apto para la utilización, además de mejorar de sus propiedades como: resistencia, durabilidad, plasticidad, permeabilidad volumétrica, comprensibilidad, trabajabilidad. Asegurando un suelo con suficiente resistencia a través del tiempo. (Higuera et al, 2012).

La estabilización química, según Guzmán e Iñiguez (2016) el propósito es mejorar las propiedades técnicas del suelo empleando elementos llamados estabilizadores o aglutinantes, además deben cambiar las propiedades del suelo y así formar compuestos permanentes que optimicen su comportamiento, reduciendo la plasticidad, incrementando la cohesión y su capacidad portante.

La estabilización con polímeros, es utilizada para mejorar su comportamiento, el esfuerzo y la deformación, las características geotécnicas del suelo arcilloso están basadas



en ocupar los espacios existentes de las microestructuras de este mediante la construcción de nano-compuestos y nano-llenadores. (Aguilar y Borda, 2015).

Maxxseal 200, es un producto compuesto por acrílico de estireno firme basado con polímero de resina líquida, este se posiciona como un excelente estabilizador de suelos ya que es resistente a la penetración del agua, al desgaste y controla la emisión de polvo. Extremadamente económico en comparación con los métodos tradicionales de estabilización. (Latin Seal, 2020)

Las características físicas que posee son líquida, blanquesina, impermeable y se mezcla fácilmente con agua es decir, al entrar en contacto con el suelo sus partículas reaccionan fusionándose y formando lazos entre sí logrando una superficie resistente, durable y flexible que permite el adecuado uso y proporciona resistencia en el suelo.

Las aplicaciones de Maxxseal 200 es para: caminos de tierra sin pavimentar, sitios sin construcción, base de carretera y subbase, helipuertos, minas, estacionamientos, etc.

Las ventajas del Maxx-seal 200 son:

- Larga durabilidad.
- Reducción de los costos de transporte.
- Excelente resistencia a degradación UV.
- Disminución del requerimiento de agua con buen rendimiento.
- Resistencia mecánica y adherencia.
- Rendimiento incomparable.
- Excelente dureza y adhesión.
- Impermeable

Los dispositivos de aplicación Maxxseal 200 que se pueden utilizar:

- Camiones de agua accesibles por carretera.
- Camiones de aguas con tracción en todas las ruedas.
- Sembradoras hidráulicas sobre camión.
- Sembradoras hidráulicas montadas en remolque.
- Camiones de agua con barras rociadoras alimentadas por gravedad.
- Vagones de agua “Tiradores de agua”
- Vehículo militar de eliminación de polvo “DAV”
- Rociador a mano o lata de agua.
- Pulverizadores.

En la actualidad, los suelos juegan un papel fundamental en la construcción y ejecución de infraestructura vial; razón por la cual es necesario disponer de suelos que satisfagan las especificaciones requeridas en la normatividad vigente; sin embargo, se puede observar que en Cajamarca predominan los suelos arcillosos y de baja capacidad portante, frente a esto la presente investigación se justifica porque analiza la posibilidad de incrementar la capacidad portante (CBR del suelo) utilizando la técnica de estabilización química a través del estabilizador Maxxseal 200. Por tal motivo, los resultados de este proyecto servirán como referente para la estabilización de suelos en futuros proyectos de obras viales en el distrito de Cajamarca.

## CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

El presente trabajo es de tipo experimental puro, puesto que Hernández, Fernández y Baptista (2010) señalan que se refiere a realizar una acción y después observar las consecuencias, debido a que sus variables pueden ser manipuladas por el investigador.

La investigación se enmarca en un nivel correlacional, según Risco (2020) los estudios correlacionales pretenden asociar variables mediante un patrón predecible para un grupo o población, es decir, se inicia midiendo las variables, después se cuantifican, se analizan y por último se establece semejanzas entre ellas.

Por otro lado, el enfoque es cuantitativo, puesto que el autor Gallardo (2017) menciona que los paradigmas cuantitativos se basan en la comprobación numérica y el análisis estadístico, para crear patrones de comportamiento y probar teorías; a fin de comprobar la hipótesis la cual se ensaya mediante cantidades y se analiza a través de porcentajes.

El conocimiento perseguido en la investigación se enmarca dentro del diseño aplicado; pues como menciona Baena (2014), está orientada a mejorar, perfeccionar u optimizar el funcionamiento de los sistemas, procedimientos o normas. Por su parte, concentra su atención en las posibilidades concretas de llevar a la práctica las teorías generales, y destinan sus esfuerzos a resolver las necesidades que plantea la sociedad y los hombres; en ese sentido, esta investigación se sustenta aportando hechos nuevos y dan lugar a nueva información que puede ser útil y estimable para la teoría.

La población se constituye por especímenes del suelo arcilloso de la cantera “El Cerrillo” que son utilizados para mejorar la capacidad portante (CBR).

La muestra está tomada de acuerdo a la NTP 339.145, esta norma establece tres especímenes de suelo para la determinación del ensayo de CBR, el cual implica obtener muestras para el suelo arcilloso en estado natural y la incorporación de 8%, 10% y 12% de Maxxseal 200 para la capacidad portante (CBR).

Los métodos de recopilación y análisis de datos, según Useche et al. (2019), consiste en recoger y organizar datos para alcanzar los objetivos deseados, es por ello, que se conforma de tres etapas:

Primera etapa, se identifica la variable dependiente que es la capacidad portante mientras que la variable independiente es la incorporación de 8%, 10% y 12% de Maxxseal 200; y con la técnica de observación directa que forma parte de todos los datos de la población

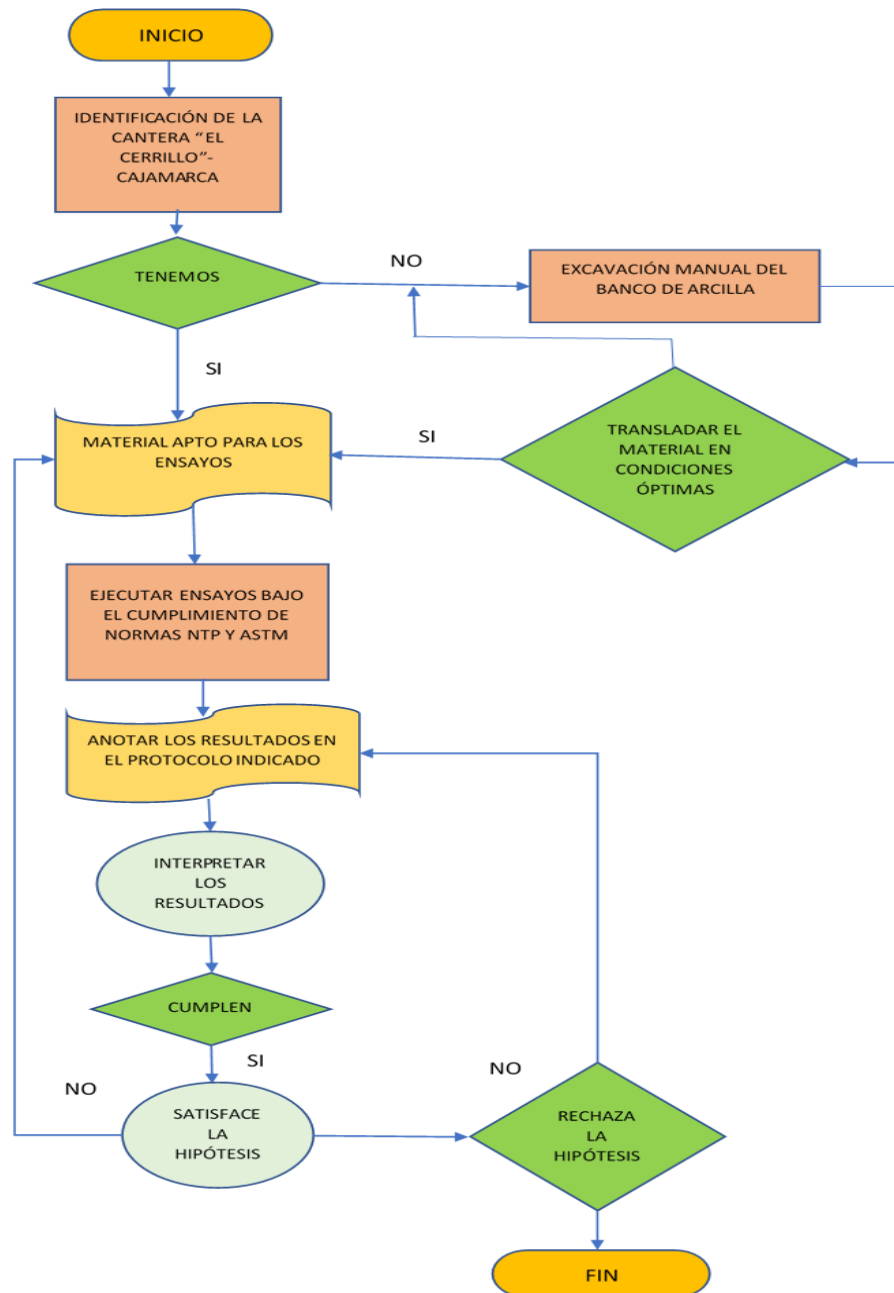
Segunda etapa, el instrumento de recolección de datos evalúa el comportamiento de la variable a estudiar será a través de métodos de muestreo no probabilístico que aborda el registro general a través de los ensayos y los instrumentos de investigación serán las guías y los protocolos del laboratorio de suelos de la Universidad Privada del Norte de Cajamarca.

Tercera etapa, el análisis de datos se utilizará el método estadística inferencial que son todas aquellas actividades que contemplan la ejecución de los ensayos en laboratorio y procesamiento de datos en gabinete utilizando el Software Excel; con la finalidad de obtener resultados e inferir si el estabilizador Maxxseal 200 influye en la capacidad de soporte (CBR) del suelo arcilloso estudiado.

El flujograma de procesamiento y análisis de datos:

**Figura 1**

*Representación del Procedimiento*



*Nota:* El flujograma representa el procesamiento y análisis de la investigación.

A continuación se describe el procedimiento a seguir para la obtención de la muestra del suelo arcilloso:

La extracción se realizó el día 28 de setiembre del 2022 en la cantera "El Cerrillo" por excavación manual, para obtener una muestra limpia y representativa. Se detalla la ubicación del área de estudio:

Latitud Sur: Entre  $7^{\circ}7'42.81''$ S de la línea ecuatorial

Latitud Oeste: Entre  $78^{\circ}29'27.88''$ O del meridiano de Greenwich

## Figura 2

*Ubicación de la Cantera en Google Earth 2022*



*Nota:* El gráfico representa la ubicación de la Cantera "El Cerrillo", de donde se obtiene la muestra para ser estudiada.

Para trasladar el material, la muestra se colocó en sacos de polipropileno, cuidando de no contaminar la muestra extraída para luego ser trasladados a los laboratorios de la Universidad Privada del Norte y realizar los siguientes ensayos a cada muestra:

**Tabla 1**

*Cantidad de ensayos realizados por muestras*

<b>Ensayo</b>	<b>Patrón</b>	<b>Maxxseal 8%</b>	<b>Maxxseal 10%</b>	<b>Maxxseal 12%</b>	<b>Total</b>
<b>Contenido de Húmedad</b>	4				<b>4</b>
<b>Análisis Granulométrico mediante Tamizado por Lavado</b>	1				<b>1</b>
<b>Límites de Atterberg</b>	5	5	5	5	<b>20</b>
<b>Clasificación SUCS</b>	1				<b>1</b>
<b>Clasificación AASTHO</b>	1				<b>1</b>
<b>Proctor Modificado</b>	5	7	7	9	<b>28</b>
<b>California Bearing Ratio (CBR)</b>	3	3	3	3	<b>12</b>

*Fuente:* Elaboración propia, 2023

Las características del suelo requieren de la descripción de ensayos para la obtención y registro de datos:

**Ensayo de Contenido de Humedad (NTP 339.127; ASTM D 2216)**

**a) Material Utilizado:**

-Muestra inalterada extraída

**b) Equipo y Materiales:**

- Balanza con aproximación de 0.01 gr.

-Horno de secado

-Recipientes

-Utensilios para manipulación de recipientes

**c) Procedimiento:**

El ensayo consiste en tomar una porción aproximada de 400gr extraída directamente de la cantera, del cual se tomaron 4 muestras en cada contenedor limpio y seco, es decir, se escoge especímenes de ensayo representativos, estas son llevadas al horno por 24 horas, luego se dejan enfriar por 10 minutos y se procede a pesar el material seco obtenido. Finalmente, determinar el contenido de humedad del material arcilloso, ver Anexo 4.

**Ensayo de Análisis Granulométrico mediante Tamizado por Lavado (NTP 339.128; ASTM D421):****a) Material utilizado**

Muestra inalterada extraída y secada

**b) Equipo y herramientas**

- Balanza digital de precisión 0.1 gr.
- Horno electrónico de temperatura hasta  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Juegos de tamices: N° 4, N° 10, N° 20, N° 30, N° 40, N° 60, N° 100, N° 200, cazoleta.
- Bandeja metálica

**c) Procedimiento**

Se inicia con la obtención de muestra por cuarteo manual de 500gr que será la muestra representativa para el ensayo. Luego se coloca en un recipiente que cubra con agua por unas horas. Después, con la ayuda de un tamiz N°200 se lava el material a chorro ejerciendo presión suave con los dedos, se continúa con el lavado hasta que el agua quede clara o transparente. La muestra retenida se la retira en un recipiente y se lo deja secar



por 24 horas en el horno. Al día siguiente, se saca la muestra del horno y se deja enfriar al ambiente. Seguidamente, se pesa la muestra seca, luego se colocó el juego de tamices para material fino en orden descendente, se hizo pasar el material obtenido; este procedimiento consiste en agitar de forma manual.

Finalmente, se obtiene los pesos retenidos según la abertura de cada tamiz, es decir, la distribución de tamaños que posee la muestra; esto con la finalidad de construir la curva granulométrica mediante tamizado por lavado en escala semilogarítmica, ver Anexo 5.

#### **Método de incorporación de Maxxseal 200 en el suelo arcilloso.**

El método para la incorporación de Maxxseal 200 en el suelo que se utilizó fue de consistencia líquida, para este procedimiento es necesario mezclar en función del peso cierto porcentaje de Maxxseal 200 a la muestra para posteriormente desarrollar los ensayos previstos.

Para realizar este método de incorporación se tomó en cuenta el peso seco del suelo, el peso específico de Maxxseal 200 de  $1.15 \text{ gr/cm}^3$  y el porcentaje que se incorporó. Ver Anexo 1 y 2

#### **Ensayo de los Límites de Atterberg (NTP 339.130 y ASTM D4318)**

Estos ensayos consisten en la determinación de la plasticidad del suelo arcilloso, se realizarán ensayos en la muestra patrón y con los porcentajes de 8%, 10% y 12% del estabilizador Maxxseal 200.

#### **a) Material utilizado:**

Material seco y pasante de la malla N°40.

**b) Equipos y Herramientas**

- Balanza digital de precisión 0.01 gr.
- Horno electrónico de temperatura hasta  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Tamiz N°40
- Para límite líquido: Copa de Casagrande, cápsula de porcelana, ranurador, espátula
- Para límite Plástico: Vidrio esmerilado, espátula.

**c) Procedimiento:****c.1) Límite Líquido**

Se obtiene una muestra seca de 100 gramos pasante la malla N°40, esta muestra fue colocada en la cápsula de porcelana a la cual se le va agregando agua hasta un 10% del peso, la muestra se mezcla usando una espátula para formar una pasta homogénea. Posteriormente, extraer una muestra representativa que será colocada en la cuchara de la copa de Casagrande, se extiende y nivela uniformemente con la espátula hasta conseguir una profundidad de 1 cm de espesor máximo. Luego se divide el suelo en dos partes con el acanalador a lo largo, de modo que se forme una ranura. A continuación, se elevó y golpeó la cuchara con la base girando una manija, a una velocidad de 2 golpes por segundo, hasta conseguir el cierre de las dos mitades de pasta. Este con el fin de determinar el contenido de agua y la consistencia que será evaluada entre: 25 y 35 golpes, 20 y 30 golpes, y 12 y 25 golpes para lo cual se va modificando la cantidad de agua y se logre obtener la cantidad de golpes deseada para la conformidad de este ensayo.

**c.2) Límite Plástico**

Se toma una muestra de 20 gr aproximadamente, luego se va añadiendo agua hasta formar una masa y esta además se pueda manipular con la mano sin que se pegue,

seguidamente, se coloca sobre la placa de vidrio esmerilado y se va formando los rollos que tendrán una forma cilíndrica de 3mm de espesor, la prueba termina cuando dicho rollito empiece a quebrarse o fracture. Se selecciona porciones que serán llevadas al horno por 24 horas, para que finalmente se pueda determinar la plasticidad del suelo que depende del contenido de agua, ver Anexo 8,9,10 y 11.

### **Clasificación SUCS (NTP 339.134; ASTM D 2487)**

Este sistema es utilizado en ingeniería y geología para representar la textura y el tamaño de las partículas del suelo, este sistema divide a los suelos en dos grandes grupos: granos gruesos (retenido en la malla 200) y granos finos (pasante la malla 200).

Para el análisis de este sistema se tomará a los suelos de grano fino, se procede a evaluar el límite líquido que será menor a 50, posteriormente se elige la denominación según la carta de plasticidad, con lo cual el material en uso se clasifica como arcilla inorgánica de plasticidad baja a media (CL), ver Anexo 6.

### **Clasificación AASHTO**

Este sistema los clasifica en dos grupos, el primero formado por suelos granulares y el otro grupo constituido por suelos finos; Para la investigación, se tomará los datos obtenidos del material fino que pasa la malla N°200, además de los datos del límite líquido e índice de plasticidad. La clasificación del suelo arcilloso se determina el suelo contiene más del 35% que pasa la malla N°200, por ello, pertenece al primer grupo de suelos finos, además, presenta índices de plasticidad elevados con respecto al límite líquido. Finalmente, se concluye que el suelo pertenece al subgrupo (A-7-6), ver Anexo 7.

### **Ensayo de compactación Proctor Modificado (NTP 339.141; ASTM D 1557)**

En este caso se hace la evaluación para determinar la Humedad óptima y densidad seca máxima en los distintos porcentajes, es así que el ensayo requiere la elección de un método a utilizar, eligiendo el método A (ver Tabla 2).

#### **a) Material utilizado**

Material pasante de la malla N°40.

#### **b) Equipos y Herramientas**

- Balanza digital de 20 kg con una precisión de 0.1 gr.
- Horno electrónico de temperatura hasta  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Molde de Proctor Modificado
- Pisón de operación manual de sección circular con un peso de 4.54 kg para Proctor Modificado.
- Equipo complementario: espátula, regla metálica, bandeja, probeta graduada de 1000 ml, martillo de goma, badilejo, cucharón, bolsas plásticas, recipientes.

#### **c) Procedimiento**

Para la selección del método A se corresponde al análisis granulométrico del retenido acumulado de la malla N°4  $\leq 20\%$  y la pasante a la malla N°4, de esta manera se procedió a realizar el ensayo y la obtención de material de 50kg aprox. para Proctor Modificado.

A estas muestras se le va incrementando la cantidad de agua gradualmente con una diferencia de 2% hasta encontrar el contenido óptimo de humedad. Esta muestra se la dejó reposar en bolsas plásticas y selladas por dos horas hasta obtener una mezcla homogénea.

Cumplido el tiempo se procede a realizar el ensayo en una zona de base rígida horizontal nivelada.

**Tabla 2**

*Resumen ensayo Proctor Estándar y Proctor Modificado*

Tipo de ensayo	PROCTOR D.698.91 (98)	ESTÁNDAR	ASTM	PROCTOR D1557.91 (98)	MODIFICADO	ASTM
Método	A	B	C	A	B	C
<b>Condiciones para elección del método</b>	% Ret.Acum N°4 ≤20%	% Ret.Acum N°3/8" ≤20%	% Ret.Acum N°3/4" ≤30%	% Ret.Acum N°4 ≤20%	% Ret.Acum N°3/8" ≤20%	% Ret.Acum N°3/4" ≤30%
<b>Tipo de material</b>	Pasante la malla N°4	Pasante la malla 3/8"	Pasante la malla 3/4"	Pasante la malla N°4	Pasante la malla 3/8"	Pasante la malla 3/4"
<b>N° de capas (n)</b>	3	3	3	5	5	5
<b>N° de golpes (N)</b>	25	25	56	25	25	56
<b>Diámetro de molde (cm)</b>	10.16±0.04	10.16±0.04	15.24±0.07	10.16±0.04	10.16±0.04	15.24±0.07
<b>Altura de molde (cm)</b>	11.64±0.05	11.64±0.05	11.64±0.05	11.64±0.05	11.64±0.05	11.64±0.05
<b>Volumen del molde V (cm³)</b>	944±0.14	944±0.14	2124±0.25	944±0.14	944±0.14	2124±0.25
<b>Peso del martillo W (kg)</b>	2.5±0.01	2.5±0.01	30.48±0.13	45.72±0.18	45.72±0.16	45.72±0.16
<b>Altura caída del martillo h (cm)</b>	30.48±0.13	30.48±0.13	30.48±0.13	45.72±0.16	45.72±0.16	45.72±0.16
<b>Diámetro del martillo (cm)</b>	5.08±0.025	5.08±0.025	5.08±0.025	5.08±0.025	5.08±0.025	5.08±0.025
<b>Energía de Compactación (kg/cm)cm³</b>	6.054	6.054	6.027	27.485	27.485	27.363

*Fuente: NTP 339.141, 1999.*

La siguiente etapa consiste en compactar el suelo en 3 capas, aplicando 25 golpes a cada una de estas con el pisón, al finalizar este proceso se retira el collarín del molde, retirar el material excedente con un enrasador y se pesa el espécimen.

Se remueve una porción de material de la parte superior e inferior para definir el contenido óptimo del agua, estas porciones se colocan en el horno por 24 horas. Finalmente, se retira este material, se deja enfriar a temperatura ambiente y se procede a pesar. Este procedimiento se repite para 4 especímenes bajo el mismo mecanismo. De esta manera se hace posible la construcción de la gráfica de la curva de compactación, determinando así el contenido de humedad óptima y densidad seca máxima, ver Anexo 12, 13, 14 y 15.

### **California Bearing Ratio (CBR) – (NTP 339.145; ASTM D 1883)**

Cuando tratamos a los suelos arcillosos en donde la humedad compactada y la densidad obtenida se ven afectadas; estos deberán ser ensayados durante 4 días, este procedimiento se realiza para la muestra patrón y la incorporación de 8%, 10% y 12% de Maxseal 200.

#### **a) Equipos y Herramientas**

- Equipo CBR (3 moldes cilíndricos con placa de base y collar de extensión, 3 discos espaciadores, 3 placas de expansión, 3 sobrecargas cada una de 4.5kg de peso y 3 trípodes)
- Pisón Proctor Modificado
- Balanza con precisión de 1gr.
- 3 diales de expansión
- Estufa con control de temperatura.
- Probeta de 1000 ml

-Recipiente de 6kg de capacidad.

-Espátula

-Tara identificadas.

## **b) Procedimiento**

Este procedimiento consta de tres fases, La cuales se describen a continuación:

### **b.1) Ensayo de compactación CBR**

Preparar la muestra con el contenido óptimo de humedad del ensayo de proctor modificado, posteriormente se pesa 6 kilogramos de material para cada muestra, se utiliza 3 moldes para CBR, seguidamente se compacta la muestra de manera que el primero con 13 golpes, el segundo con 27 golpes y el tercero con 56 golpes por capa.

Para iniciar esta prueba de ensayo se coloca el molde con su base, colocando el collar y dentro de este el disco espaciador, sobre este, un papel filtro del mismo diámetro. Posteriormente, se toma la muestra necesaria debido a que será compactada en 5 capas en cada uno de los moldes de CBR y con los golpes mencionados anteriormente. Después de ser compactados, se debe retirar el disco espaciador y pesar la muestra húmeda de cada molde con su base.

Este ensayo determina la densidad húmeda y el contenido de humedad de las muestras ensayadas, posteriormente se determina la densidad seca de cada molde.

### **b.2) Ensayo de Hinchamiento**

En esta etapa se coloca la muestra invertida de tal manera que la superficie superior quede libre, colocar un papel filtro del mismo diámetro y el collarín. Luego, sobre esta se coloca la placa de expansión, la sobrecarga, el trípode y el dial de expansión.

Listos los moldes, se colocan adecuadamente equipados como se mencionó, se introducen en un tanque de agua durante 4 días (96 horas), el valor de expansión debe registrarse cada 24 horas.

### **b.3) Ensayo Carga – Penetración**

Inmediatamente completado el ensayo de hinchamiento durante cuatro días, se retira el dial, el trípode, la sobrecarga y la placa de expansión, seguidamente, dejar drenar por 15 minutos. Posteriormente, retirar el collar y se pesa el molde de muestra húmeda con su base. Se coloca la sobrecarga en cada molde, y se lleva a la prensa hidráulica para ser sometido al ensayo de penetración, el cual consiste en aplicar el pisón a una velocidad de 0.05 pulg/mín. Para ello, se deben registrar las lecturas de carga de cada muestra como se observa en la Tabla 3, ver Anexo 16,17,18 y 19.

**Tabla 3**

*Cuadro para Lecturas del Ensayo Penetración*

<b>Pulgadas</b>	<b>Milímetros</b>	<b>Pulgadas</b>	<b>Milímetros</b>
<b>0.000</b>	0.00	<b>0.300</b>	7.62
<b>0.025</b>	0.64	<b>0.350</b>	8.89
<b>0.050</b>	1.27	<b>0.400</b>	10.16
<b>0.075</b>	1.91	<b>0.450</b>	11.43
<b>0.100</b>	2.54	<b>0.500</b>	12.70
<b>0.150</b>	3.81	<b>0.550</b>	13.97
<b>0.200</b>	5.08	<b>0.600</b>	15.24
<b>0.250</b>	6.35		

*Fuente:* Elaboración propia, 2023



Según Parra y Briceño (2013), nos menciona que: “La ética es un aspecto que identifica la confiabilidad de la información, la garantía de la privacidad de los informantes, el respeto a su autonomía y el uso de datos con fines exclusivos a la validez científica”.

La presente investigación se consideró los aspectos éticos que toda información tomada respet, el principio de autonomía, confiabilidad y libertad de su investigación; así también el respeto a los derechos de libertad y la dignidad de los que colaboren en nuestro trabajo. Esto con la intención de referenciar todo texto, tabla, figura u otro elemento con su respectiva cita, empleando las normas APA en la que se evidencie la protección de la privacidad de los participantes y los datos extraídos, tanto como sea posible. Finalmente, se buscó transparencia y responsabilidad en cuanto a la recolección de datos, respetando la política del autor.

### CAPÍTULO III: RESULTADOS

A continuación se muestra los resultados obtenidos de los ensayos realizados en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Privada del Norte de Cajamarca.

#### Contenido De Humedad

El suelo arcilloso en estado natural analizado determina que el contenido de humedad promedio es 33.94 %, ver Anexo 3.

#### Análisis Granulométrico Mediante Tamizado por Lavado

Se muestra a continuación, los resultados del ensayo y la curva con los porcentajes obtenidos que pasan por cada tamiz.

**Tabla 4**

*Análisis Granulométrico mediante tamizado por Lavado*

TAMIZ		% QUE PASA
N°	Aber. (mm)	
N°4	4.75	99.56
N°10	2.00	98.39
N°20	0.85	95.60
N°30	0.60	93.23
N°40	0.43	90.09
N°60	0.25	80.96
N°100	0.15	70.74
N°200	0.08	64.40

*Fuente:* Elaboración propia, 2023

## Límites de Atterberg

Se obtienen los datos de límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad para la muestra patrón y las incorporaciones de 8%, 10% y 12%.

**Tabla 5**

*Resultados de los Límites de Atterberg*

<i>Dosis</i>	<i>Muestra Patrón</i>	<i>Muestra 8%</i>	<i>Muestra 10%</i>	<i>Muestra 12%</i>
<i>Límite Líquido</i>	42.09	43.63	44.18	46.94
<i>Límite Plástico</i>	21.84	24.05	25.49	28.74
<i>Índice de Plasticidad</i>	20.25	19.58	18.69	18.20

*Nota: Comportamiento de los Límites de Atterberg, 2023*

## Ensayo De Compactación de Proctor Modificado

Se presenta los resultados con los ensayos para la muestra patrón y la incorporación de 8%, 10% y 12% de Maxxseal 200.

**Tabla 6**

*Proctor Modificado*

<i>Dosis</i>	<i>Muestra Patrón</i>	<i>Muestra 8%</i>	<i>Muestra 10%</i>	<i>Muestra 12%</i>
<i>Densidad seca máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</i>	1.663	1.63	1.608	1.602
<i>Humedad Óptima (%)</i>	17.20	17.25	17.75	18.00

*Nota: Comportamiento de Proctor Modificado, 2023*

### Ensayo de CBR (California Bearing Ratio)

Los resultados obtenidos en el ensayo de California Bearing Ratio (CBR) tanto para CBR 0.1” y CBR 0.2”.

**Tabla 7**

*California Bearing Ratio (CBR)*

<i>Dosis</i>	<i>Muestra Patrón</i>	<i>Muestra 8%</i>	<i>Muestra 10%</i>	<i>Muestra 12%</i>
<i>CBR 0.1” (%)</i>	3.00	3.30	5.60	9.60
<i>CBR 0.2” (%)</i>	2.50	3.10	4.40	7.60
<i>CBR de diseño</i>	2.50	3.10	4.40	7.60

*Nota:* Comportamiento de California Bearing Ratio, 2023

## CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Al determinar la Capacidad Portante (CBR) del suelo arcilloso con la incorporación de 8%, 10% y 12% del estabilizador Maxxseal 200, los resultados obtenidos en los ensayos de CBR (California Bearing Ratio) de acuerdo a la Tabla 7 se observa que al adicionar cada porcentaje del estabilizador el CBR tiene la tendencia de aumentar por lo que con un 12% de estabilizador incorporado tenemos un CBR de diseño con un valor de 7.60%, esto asevera la hipótesis planteada donde refiere que el suelo arcilloso incrementa más del 2% la capacidad portante (CBR), con la adición del 12% del estabilizador Maxxseal 200 este resultado se corrobora con el Manual de Carreteras sección Suelos y Pavimentos (R.D. N°10 – 2014 – MTC/14) del Ministerio de Transporte y Comunicaciones donde brinda rangos idóneos para las capas de subrasante suelos con  $CBR \geq 6\%$  y si fuera menor se trataría de una subrasante inadecuada por lo que se debe buscar alternativas de solución, según a la naturaleza del suelo, por otro lado, Flores (2020) quien en su investigación concluye que la aplicación del Maxxseal 200 es efectiva mejorando las propiedades físicas, mecánicas y el CBR con una dosificación óptima del 9%. En este sentido, bajo lo mencionado anteriormente y al analizar los resultados, confirmamos que cuando se adiciona el estabilizador los valores de CBR aumenta respecto a un suelo sin adición, lo que mejora las propiedades físicas y mecánicas del suelo haciendo que esté sea apto para ser utilizado como subrasante.

Para los resultados del ensayo de Límites de Atterberg, se obtuvo que para la muestra patrón el límite líquido fue de 42.09%, el límite plástico 21.84% y el índice de plasticidad de 20.25%; en cambio, con la adición al 8% de Maxxseal 200 el valor del límite líquido aumento a 43.63%, el límite plástico aumentó a 24.05% y el índice plástico disminuye a

19.58%; de la misma forma el porcentaje de 10% de Maxxseal 200 el límite líquido fue 44.18%, el límite plástico fue de 25.49% y el índice de plasticidad fue de 18.69%; finalmente con el porcentaje de 12% de Maxxseal 200 el límite líquido fue 46.94%, el límite plástico 28.74% y el índice de plasticidad 18.20%. Se evidencia que el límite líquido y límite plástico tienen un incremento en los valores del suelo estabilizado en comparación de la muestra patrón, mientras que el comportamiento del índice de plasticidad disminuye desde un 20.25% para la muestra patrón hasta un 18.20% con la adición de 12% de Maxxseal, lo que afirma la reducción de plasticidad del suelo caso similar con Sivapriya et al. (2021) quien concluye que el índice de Plasticidad disminuyo con la adición de un porcentaje de PA- 12; lo que muestra un aumento en la trabajabilidad del suelo de igual forma Ayala (2017) concluyo que al adicionar el 1.5% de polímero este alteró de manera significativa sus propiedades físicas y mecánicas del suelo. De esta manera se puede afirmar la hipótesis planteada que indica si el índice de plasticidad del suelo arcilloso, disminuye con la incorporación del 8%, 10% y 12% del estabilizador Maxxseal 200, lo que nos dice que el comportamiento del suelo arcilloso mejora.

El ensayo de proctor modificado obtiene los resultados de la densidad máxima seca así como los de humedad óptima, en cuanto a la densidad máxima seca presenta disminución al aumentar la dosificación de Maxxseal 200, por otro lado, en la humedad óptima está presenta un aumento en la dosificación. A diferencia de Flores (2020) donde sus resultados muestran que al aplicar los porcentajes de 3%, 6% y 9% al suelo la densidad seca máxima aumenta conforme el porcentaje de Maxxseal aumente respecto al suelo natural a diferencia del valor de Contenido Óptimo el cual sufrió cambios no constantes con los diferentes porcentajes al aplicar el Maxxseal 200, por otro lado, Lomparte y Sánchez (2019) en el

ensayo de Proctor evidencian un incremento en la densidad seca y contenido de humedad óptima adicionando el estabilizador con respecto a la muestra sin estabilizador por esta razón podemos mencionar que no existe una tendencia similar con las investigaciones mencionadas.

Se concluye que la capacidad portante (CBR- diseño) del suelo arcilloso, con la incorporación de 8% del estabilizador Maxxseal 200, fue de 3.10%; para la incorporación de 10% del estabilizador Maxxseal 200, fue de 4.40%; y con la incorporación de 12% del estabilizador Maxxseal 200, fue de 7.60%, aceptando así la hipótesis planteada.

De igual forma, la clasificación de un suelo mediante el sistema de AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), se determinó que el suelo fue A-7-6 (suelos arcillosos) asimismo, mediante el sistema SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos), se determinó que el suelo fue un CL clasificado como arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media.

La variación del índice de plasticidad de un suelo arcilloso, con la incorporación de 8% del estabilizador Maxxseal 200, fue de un 0.67% respecto al suelo natural; para la incorporación de 10% del estabilizador Maxxseal 200, fue de un 1.56% respecto al suelo natural; y finalmente con la incorporación de 12% del estabilizador Maxxseal 200, fue de un 2.05% respecto al suelo natural.

Los parámetros de compactación de un suelo arcilloso con incorporación de 8% del estabilizador Maxxseal 200; fue en la densidad máxima seca 1.63 y contenido óptimo de humedad de 17.25%; mientras que para la incorporación de 10% del estabilizador Maxxseal 200, fue la densidad máxima seca 1.608 y el contenido óptimo de humedad de 17.75%; y

con la incorporación de 12% del estabilizador Maxxseal 200, fue la densidad seca máxima de 1.602 y el contenido óptimo de humedad 18%.

Las situaciones que limitaron el avance de este trabajo tales como la adquisición del estabilizador, dado que este producto es importado, se tuvo que realizar el contacto directo con el proveedor que se encuentra en Estados Unidos (MCTRON TECHNOLOGIES); asimismo encontramos limitante con el tiempo que tardo para poder realizar la importación; esto retrasó el avance de los ensayos en laboratorio.

En relación a las implicancias teorías, las propiedades físicas y mecánicas que muestra el estabilizador son eficientes dado que el Manual de Carreteras sección Suelos y Pavimentos (R.D. N°10 – 2014 – MTC/14) del Ministerio de Transporte y Comunicaciones donde brinda rangos idóneos para las capas de subrasante suelos con  $CBR \geq 6\%$ , para que este tipo de suelo arcilloso logre el requerimiento adecuado y pueda ser utilizado como referente para otros proyectos de investigación.

De otra parte en las implicancias metodológicas se uso protocolos propios de la Universidad Privada del Norte siendo necesario la adaptación de la cantidad de ensayos necesarios a realizar para la investigación, el conocimiento obtenido con esto servirá como precedente para futuras investigaciones que desean mejorar proyectos a nivel nacional.

La implicancia práctica integrar como alternativa de estabilización química al estabilizador Maxxseal 200 por los eficaces resultados, manejando así una nueva opción para la estabilización de suelos.



## REFERENCIAS

- Aguilar C. y Borda Y. (2015) Revisión del Estado del Arte del uso de Polímeros en la Estabilización de Suelos. [Monografía, Universidad Santo Tomás Primer Claustro Universitario de Colombia], Repositorio Institucional UST: <http://hdl.handle.net/11634/3923>
- Ayala Avellán, G.G. (2017). Estabilización y Control de Suelos Expansivos utilizando Polímeros. [Tesis de Grado]. Universidad Espíritu Santo, Samborondón.
- Capia Mamani, C. (2020). Estabilización de suelos arcillosos mediante el uso de polímeros reciclados PET a nivel de la subrasante de la carretera Juliaca-Caminaca, 2019. [Tesis de Grado]. Universidad Peruana Unión, Juliaca, Perú.
- Chinchay Díaz, L. (2018). Influencia del aditivo Sika Dust Seal como agente estabilizador de suelos en la trocha carrozable tramo la Serma-Tambillo Jaen-Cajamarca. [Tesis de Grado]. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/2547>
- Fernández Gálvez, H. W. (2017). Efecto del Aditivo Terrazyme en la Estabilización de Suelos Arcillosos de Subrasantes en la zona de Expansión de la ciudad de Cajamarca. [Tesis de Postgrado]. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.
- Flores Castañeda, L. W. B. (2020). Evaluación y mejoramiento con Maxxseal 200 de la subrasante en la Av. María Parado de Bellido, Paita, 2020. [Tesis de Grado]. Universidad César Vallejo, Lima, Perú.

Gallardo Echenique, E. E. (2017). *Metodología de la Investigación: Manual Autoformativo Interactivo*. Universidad Continental.

[https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/4278/1/DO\\_UC\\_EG\\_MAI\\_UC0584\\_2018.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/4278/1/DO_UC_EG_MAI_UC0584_2018.pdf)

Guzmán, S. e Iñiguez, M. (2016). Metodología para elección de estabilizantes químicos para bloques de tierra. *Revista de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Cuenca*, 5(9), 173-186. <https://doi.org/10.18537/est.v005.n009.12>.

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2010). *Metodología de la Investigación* (5ed.). México: McGraw-Hill.

Higuera, C. H., Gómez, J. C. y Pardo, O. E. (2012). *Caracterización de un suelo arcilloso tratado con hidróxido de calcio*. Colombia. Facultad de Ingeniería. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia Tunja, 21(32), 21-40. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4222676>

Instituto Geológico, minero y metalúrgico. (2015). *Estudio geológico económico de rocas y minerales industriales en la región Cajamarca*. <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/227#files>

Latin Seal (2020). Maxx-Seal 200.

Llamoga, L. (2017). *Evaluación del potencial de expansión y capacidad portante de suelos arcillosos usados en subrasantes al adicionar ceniza de cascarilla de arroz, Cajamarca* 2016. [Tesis de Grado]. Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.

- Loparte Cabanillas, J.A. y Sánchez Neglia, D. A. (2019). Estabilización de la Superficie de Rodadura mediante el uso de Polímero en emulsión vinilo acrílico en la Carretera no Pavimentada al Centro Poblado Tangay- Nuevo Chimbote- Santa [Tesis de grado]. Universidad Nacional del Santa, Nuevo Chimbote, Perú.
- López, T., Bosco, J., Horta, J., Coronado, A., y Castaño V. M. (2010). Polímeros para la estabilización volumétrica de arcillas expansivas. *REVISTA IBEROAMÉRICA DE POLÍMEROS*, 11(3), 159-168.  
<https://reviberpol.files.wordpress.com/2019/07/2010-lopez.pdf>
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2014). Manual de Carreteras sección Suelos y Pavimentos. [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH\\_PDF/MAN\\_7%20SGGP-2014.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_7%20SGGP-2014.pdf)
- Palomino Saldaña, Y. E. (2016). Influencia de la Adición de cloruro de sodio en el índice california bearing ratio (CBR) de un suelo arcilloso, Cajamarca 2016. [Tesis de Grado]. Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.
- Palomino Terán, K. E. (2016). Capacidad portante (CBR) de un suelo arcilloso, con la incorporación del estabilizador Maxxseal 100 [Tesis de Grado]. Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.
- Parra Domínguez, M. L. y Briceño Rodríguez, I. I. (2013, 31 de diciembre). Aspectos Éticos en la Investigación Cualitativa. *REVISTA DE ENFERMERÍA NEUROLÓGICA*, 12(3), 118-121. <https://doi.org/10.37976/enfermeria.v12i3.167>

- Pérez Valcárcel, J. (2011). Mejora y consolidación de suelos. En E.T.S. Arquitectura de a Coruña del Departamento de Tecnología de la Construcción. <https://www.udc.es/dep/dtcon/estructuras/ETSAC/Profesores/valcarcel/MaterMRH E-0809/6-Mejora%20suelos.pdf>
- Sivapriya SV., Gokul Krishnan J., Bijivemula Sruthi R., Roshan R y Syed Mohammed. (2021) Estudio experimental sobre propiedades de resistencia mecánica de poliamida en arcilla. *REVISTA ITECKNE*, 18(1),39-45. <https://doi.org/10.15332/iteckne.v18i1.2538>
- Torres, M., Salazar, F. G., y Paz, K. (2019). *Métodos de recolección de datos para una investigación.*(Boletín Electrónico N°03). Universidad Rafael Landívar. <http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/handle/123456789/2817>
- Useche, M. C., Artigas, W., Queipo, B. y Perozo, E. (2019). Técnicas e instrumentos de recolección de datos cuali-cuantitativos. En Universidad de La Guajira (1ra ed.).Colombia: Editorial Gente Nueva.

## ANEXOS

### ANEXO N° 1. Ficha Técnica del Estabilizador Maxxseal 200



5210 Hovis Rd. Charlotte, NC, 28208  
Office: 704-392-5983 Fax: 704-392-4427

#### Technical Data Sheet

#### Maxxseal 200

Maxxseal 200 is a firm styrene acrylic with excellent water resistance and aging properties. Maxxseal 200 is an excellent soil stabilization and dust control system. It is excellent at tying up aggregate both in the road base, as well as preventing airborne dust. Use of Maxxseal 200 allows construction sites, mines, and dusty areas to avoid the difficulties, dangers, and fines associated with dust production.

Typical Properties	
Type	Styrene Acrylic Emulsion
Total Solids	50%
Viscosity	<800 cP (RV 2@60 rpm)
pH	2.5
Surfactant Charge	Anionic
Tg	+18
Weight/Gallon	8.80 lbs.
Specific Gravity: Latex	1.06
Specific Gravity: Solids	1.15

#### Suggested Uses

- Soil Stabilization
- Road Construction

#### Key Features

- Outstanding Water Resistance
- Alkali Resistance
- High Tensile Strength
- Very Sheer Stable
- Excellent Aging Properties

*Let MCTRON Technologies raise your expectations.*

McTtron Technologies, LLC Technical Support Team is available to provide assistance with the formulation of all our products to optimally suit your specific needs.

#### McTtron Technologies, LLC Guarantees

If any product is defective in workmanship or materials, McTtron Technologies, LLC will replace the product, or refund the full purchase price. This warranty is in place of all other warrants, expressed or implied, and all implied warrants of a product for an intended use shall be solely up to the user. McTtron Technologies, LLC assumes no liability for consequential damages. Its liability shall in no event exceed the purchase price of materials supplied by it.



MATERIAL SAFETY DATA SHEET

# MAXXSEAL 200

## I. PRODUCT IDENTIFICATION

Trade Name	Maxxseal 200	Health	1
Manufacturer	McTron Technologies 5210 Hovis Road Charlotte, NC 28208	Flammability	0
Phone Numbers CHEMTREC	704-392-5983 800-424-9300	Reactivity	0
Chemical Family		Personal Protection	B
DOT Shipping Name DOT Status	Not Required		
Preparation/Revision Date Originator/Contact Person	11/12/2010 Ken Snyder		

## II. HAZARDOUS INGREDIENTS

Ingredients	CAS #	OSHA PEL	ACGIH TLV	OSHA STEL	Approx. %
-------------	-------	----------	-----------	-----------	-----------

**NOTE: See section XII for other regulatory information**

## III. PRECAUTIONARY INFORMATION

- Product is not considered hazardous under normal conditions.
- Direct contact of product with eyes can cause irritation.
- Prolonged or repeated contact with skin may cause irritation.

## IV. EMERGENCY and FIRST AID PROCEDURES

Eyes	Flush immediately with water for 15 minutes. Consult a physician if irritation persists.
Skin	Wash affected area with soap and water. Wash contaminated clothing before reuse.
Inhaled	Remove subject to fresh air.
Fire	Product is non-flammable in the liquid state. Use water spray, foam, dry chemical or carbon dioxide on dried product.
Spill	Collect and remove using inert absorbent. Contain spill entering sewers. Notify appropriate agencies.



**V. PHYSICAL DATA**

Physical State	Opaque, white liquid
Boiling Point	>200 F
Weight per gallon	8.70 lbs
Solubility in Water	Dilutable

**VI. PERSONAL PROTECTION EQUIPMENT**

Eyes	NIOSH/MSHA- approved safety glasses, goggles or face shield when there is possible contact.
Skin	Impervious gloves, apron, and other necessary clothing to prevent contact.
Respiratory	Where exposure levels are below Permissible Exposure Limit (PEL), no respiratory protection is required. Where exposures exceed PEL, use respirator approved by NIOSH for the material and level of exposure. Refer to "Guide To Industrial Respiratory Protection" (NIOSH).
Ventilation	Engineering controls are usually not necessary if good hygiene practices are followed. Before eating, drinking, or smoking wash hands thoroughly with soap and water. Accessible eyewash fountain and safety shower recommended.

**VII. FIRE PROTECTION**

Flash Point	N/A
Extinguishing media	Carbon Dioxide, Dry Chemical, Foam or Water spray.
Unusual Fire and Explosion Hazard	None known

**VIII. REACTIVITY INFORMATION**

Stability	Stable
Incompatibility	None Known
Hazardous decomposition	Carbon Dioxide, Carbon Monoxide
Hazardous Polymerization	Will not occur

**IX. EFFECT OF OVEREXPOSURE**

Eyes	Direct contact may cause irritation, redness, tearing, blurred vision.
Skin	Direct contact may irritate skin.
Inhalation	May cause upper respiratory tract irritation.
Chronic	N/D



---

#### **X. SPILL and DISPOSAL INFORMATION**

**Spills** Where exposure level is not known, wear NIOSH approved positive pressure self contained respirator. Where exposure level is known, wear NIOSH approved respirator suitable for level of exposure, if needed. In addition to the protective clothing/ equipment in "Personal Protective Equipment" wear impervious boots and rain suit. Cover spills with compatible absorbent material. Transfer to suitable container for disposal or reclamation.

---

**Disposal** This product does not meet the definition of hazardous waste under the U.S. EPA Hazardous Waste Regulations 40 CFR 261. Consult your state or local authorities for proper disposal in the event more restrictive requirements apply.

---

**XI. STORAGE** Avoid freezing temperatures. Keep container tightly closed when not in use.

---

#### **XII. REGULATORY INFORMATION**

**TSCA** This product meets the compositional requirements of the Toxic Substances Control Act and contains only chemical ingredients that are listed on the TSCA inventory.

---

**SARA Title III, Sec. 313** This product does not contain toxic chemical(s) at or above the de minimums concentrations subject to the reporting requirements of section 313 of Title III of the Superfund Amendments and Reauthorization Act of 1986 (SARA) and 40 CFR part 372.

---

**California Prop. 65** This product contains no trace amounts of a chemical(s) known to California to cause cancer and/or birth defects or other reproductive harm.

---

**Canadian EPA** This product contains only chemical ingredients that are listed on the Domestic Substance List of the Canadian Environmental Agency.

---

#### **ABBREVIATIONS**

NA - Not applicable, NE - Not established, NSR - No special requirement, ND - Not determined

---

McTron Technologies, LLC believes that the information provided is accurate and reliable as of the date of this material safety data sheet and is given in good faith. No warranty expressed or implied is made as to the accuracy, reliability or completeness of the information. Any use of this data and information must be determined by the user to be in accordance with applicable Federal, State and local laws and regulations. McTron Technologies LLC urges persons receiving this information to make their own determination as to the information's suitability and applicability for an intended use.

Note: This information must be included in all MSDS that are copied and distributed for this material.

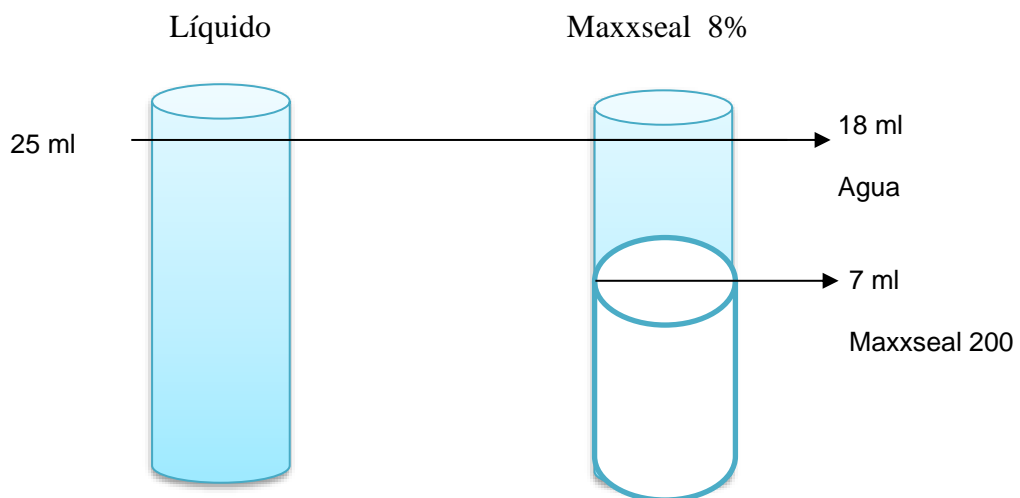


ANEXO N° 2. Método de Incorporación de Maxxseal 200 en el suelo arcilloso.

**Ensayo de Límites de Atterberg**

Maxxseal 200: 8%	Maxxseal 200: 10%	Maxxseal 200: 12%
Peso seco: 100 gr Peso Específico Maxxseal 200 : 1.15 gr/cm <sup>3</sup> $\frac{100 \text{ gr}}{x_1 \text{ gr}} \times \frac{100\%}{8\%}$ $x_1 = \frac{100 \text{ gr} * 8\%}{100\%}$ $x_1 = 8 \text{ gr}$ $x_2 = \frac{8 \text{ gr}}{1.15 \text{ gr/cm}^3}$ $x_2 = 6.96 \text{ cm}^3$ Aproximado: 7 ml	Peso seco: 100 gr Peso Específico Maxxseal 200 : 1.15 gr/cm <sup>3</sup> $\frac{100 \text{ gr}}{x_1 \text{ gr}} \times \frac{100\%}{10\%}$ $x_3 = \frac{100 \text{ gr} * 10\%}{100\%}$ $x_3 = 10 \text{ gr}$ $x_3 = \frac{10 \text{ gr}}{1.15 \text{ gr/cm}^3}$ $x_3 = 8.70 \text{ cm}^3$ Aproximado: 9 ml	Peso seco: 100 gr Peso Específico Maxxseal 200 : 1.15 gr/cm <sup>3</sup> $\frac{100 \text{ gr}}{x_1 \text{ gr}} \times \frac{100\%}{12\%}$ $x_4 = \frac{100 \text{ gr} * 12\%}{100\%}$ $x_4 = 12 \text{ gr}$ $x_4 = \frac{12 \text{ gr}}{1.15 \text{ gr/cm}^3}$ $x_4 = 10.43 \text{ cm}^3$ Aproximado: 10.5 ml

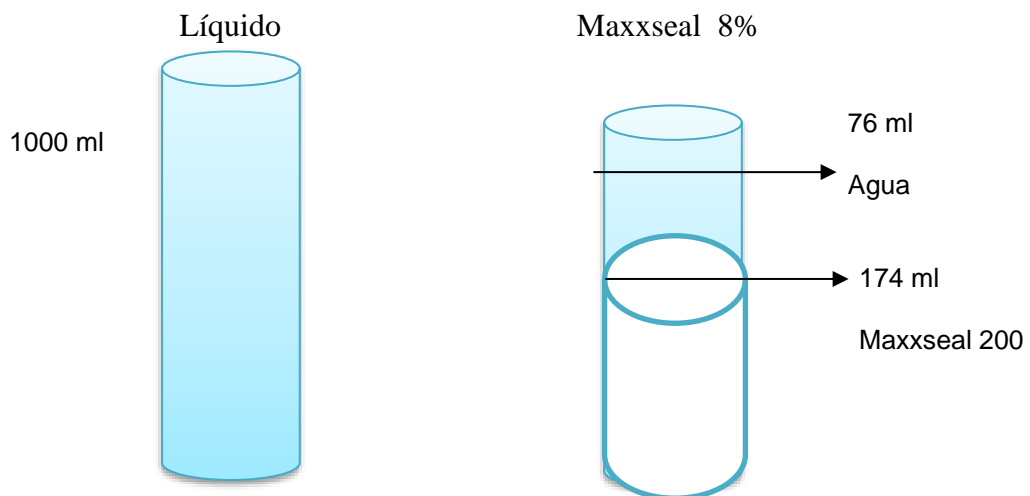
Probeta :



**Ensayo de Proctor Modificado**

Maxxseal 200: 8%	Maxxseal 200: 10%	Maxxseal 200: 12%
<p>Peso seco: 2500 gr</p> <p>Agua: 250 ml – 10%</p> <p>Peso Específico Maxxseal 200 : 1.15 gr/cm<sup>3</sup></p> $\frac{2500 \text{ gr}}{x_1 \text{ gr}} \times \frac{100\%}{8\%}$ $x_1 = \frac{2500 \text{ gr} * 8\%}{100\%}$ $x_1 = 200 \text{ gr}$ $x_1 = \frac{200 \text{ gr}}{1.15 \text{ gr/cm}^3}$ $x_1 = 173.91 \text{ cm}^3$ <p>Aproximar: 174 ml</p>	<p>Peso seco: 2500 gr</p> <p>Agua: 250 ml – 10%</p> <p>Peso Específico Maxxseal 200 : 1.15 gr/cm<sup>3</sup></p> $\frac{2500 \text{ gr}}{x_3 \text{ gr}} \times \frac{100\%}{10\%}$ $x_3 = \frac{2500 \text{ gr} * 10\%}{100\%}$ $x_3 = 250 \text{ gr}$ $x_3 = \frac{250 \text{ gr}}{1.15 \text{ gr/cm}^3}$ $x_3 = 217.39 \text{ cm}^3$ <p>Aproximar: 217.5 ml</p>	<p>Peso seco: 2500 gr</p> <p>Agua: 250 ml – 10%</p> <p>Peso Específico Maxxseal 200 : 1.15 gr/cm<sup>3</sup></p> $\frac{2500 \text{ gr}}{x_4 \text{ gr}} \times \frac{100\%}{12\%}$ $x_4 = \frac{2500 \text{ gr} * 12\%}{100\%}$ $x_4 = 300 \text{ gr}$ $x_4 = \frac{300 \text{ gr}}{1.15 \text{ gr/cm}^3}$ $x_4 = 260.87 \text{ cm}^3$ <p>Aproximar: 261 ml</p>

Probeta :



### Ensayo de CBR

Maxxseal 200: 8%	Maxxseal 200: 10%	Maxxseal 200: 12%
<p>Peso seco: 6000 gr</p> <p>Contenido Óptimo: 17.25%</p> <p>Peso Específico Maxxseal 200 : 1.15 gr/cm<sup>3</sup></p> $\frac{6000 \text{ gr}}{x_1 \text{ gr}} \begin{matrix} \nearrow 100\% \\ \searrow 17.25\% \end{matrix}$ $x_1 = \frac{6000 \text{ gr} * 17.25\%}{100\%}$ <p><math>x_1 = 1035 \text{ gr} \text{ ó } 1035 \text{ ml}</math></p> $\frac{6000 \text{ gr}}{x_2 \text{ gr}} \begin{matrix} \nearrow 100\% \\ \searrow 8\% \end{matrix}$ $x_2 = \frac{6000 \text{ gr} * 8\%}{100\%}$ <p><math>x_2 = 480 \text{ gr}</math></p> $x_2 = \frac{480 \text{ gr}}{1.15 \text{ gr/cm}^3}$ <p><math>x_2 = 417.39 \text{ cm}^3</math></p>	<p>Peso seco: 6000 gr</p> <p>Contenido Óptimo: 17.75%</p> <p>Peso Específico Maxxseal 200 : 1.15 gr/cm<sup>3</sup></p> $\frac{6000 \text{ gr}}{x_1 \text{ gr}} \begin{matrix} \nearrow 100\% \\ \searrow 17.75\% \end{matrix}$ $x_1 = \frac{6000 \text{ gr} * 17.75\%}{100\%}$ <p><math>x_1 = 1065 \text{ gr} \text{ ó } 1065 \text{ ml}</math></p> $\frac{6000 \text{ gr}}{x_2 \text{ gr}} \begin{matrix} \nearrow 100\% \\ \searrow 10\% \end{matrix}$ $x_2 = \frac{6000 \text{ gr} * 10\%}{100\%}$ <p><math>x_2 = 600 \text{ gr}</math></p> $x_2 = \frac{600 \text{ gr}}{1.15 \text{ gr/cm}^3}$ <p><math>x_2 = 521.74 \text{ cm}^3</math></p>	<p>Peso seco: 6000 gr</p> <p>Contenido Óptimo: 18.00%</p> <p>Peso Específico Maxxseal 200 : 1.15 gr/cm<sup>3</sup></p> $\frac{6000 \text{ gr}}{x_1 \text{ gr}} \begin{matrix} \nearrow 100\% \\ \searrow 18.00\% \end{matrix}$ $x_1 = \frac{6000 \text{ gr} * 18.00\%}{100\%}$ <p><math>x_1 = 1080 \text{ gr} \text{ ó } 1080 \text{ ml}</math></p> $\frac{6000 \text{ gr}}{x_2 \text{ gr}} \begin{matrix} \nearrow 100\% \\ \searrow 12\% \end{matrix}$ $x_2 = \frac{6000 \text{ gr} * 12\%}{100\%}$ <p><math>x_2 = 720 \text{ gr}</math></p> $x_2 = \frac{720 \text{ gr}}{1.15 \text{ gr/cm}^3}$ <p><math>x_2 = 626.09 \text{ cm}^3</math></p>

### ANEXO N° 3. Panel Fotográfico

Fotografía N°01: Identificación y recogida de material arcilloso en la cantera “El Cerrillo”.



Fotografía N°02: Secado de material para los diferentes ensayos.



Fotografía N°03: Estabilizador Maxxseal 200



Fotografía N°04: Muestras codificadas en horno para el ensayo de contenido de humedad.



Fotografía N°05: Trituración de material para ensayos.



Fotografía N°06:Cuarteo de material para ensayos a realizar.



Fotografía N°07: Peso de muestra para ensayo de Granulometria por lavado.



Fotografía N°08: Secado de muestra del ensayo de granulometría por lavado.



Fotografía N°09: Peso de material seco retenido en cada tamiz del ensayo de granulometría por lavado.



Fotografía N°10: Ensayo de Limites de Atterberg.





Fotografía N° 11: Ensayo de limites liquidos con la supervisión del Asesor Ingeniero Tulio Guillén Sheen.



Fotografía N° 12: Materiales utilizados en el ensayo de Limites de Atterberg..



Fotografía N°13: Ensayo de Próctor Modificado con la supervisión del Asesor Ingeniero Tulio Guillén Shen.



Fotografía N°14: Preparación de muestra para ensayo de Proctor modificado.



Fotografía N° 15: Muestras preparadas para ser compactadas en el ensayo de Proctor Modificado.



Fotografía N° 16: Compactacion del ensayo de Proctor Modificado.



Fotografía N°17: Ensayo de CBR con la supervisión del asesor Ingeniero Tulio Guillén Sheen.



Fotografía N°18: Enrasado del ensayo de CBR.



Fotografía N°19: Muestras de CBR sumergidas en agua para el ensayo

Hinchamiento.



Fotografía N°20: Ensayo de CBR fase de Hinchamiento.



Fotografía N°20: Muestras de CBR siendo preparadas para en ensayo de Penetración.


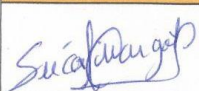


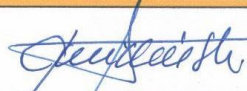


Fotografía N°21: Ensayo de Penetracion con la supervisión del Laboratorista Victor


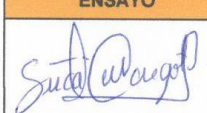

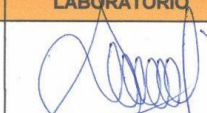
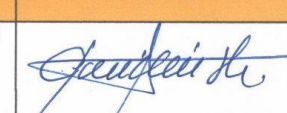
Cusco.



ANEXO N° 4. Protocolo de Contenido de Humedad


LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA							
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOCOLO						
	ENSAYO:	CONTENIDO DE HUMEDAD - MUESTRA PATRÓN				ASESOR:	Ing. Tulio Edgar Guillén Sheen
	NORMA:	MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127					
TESIS:	"Capacidad portante (CBR) de un suelo arcilloso con la incorporación del 8%, 10% y 12% del estabilizador Maxxseal 200"						
TIPO DE MATERIAL:	Arcilloso		ASOCIACIÓN:	De la Cruz Chugnas			
CANTERA:	"El cerrillo "		COLOR DE MATERIAL:	Marrón			
FECHA DE ENSAYO:			RESPONSABLE:	Mamani Suca ; Salcedo Terán			
<u>Temperatura de Secado</u> 110 °C			<u>Método Horno</u> 110 ± 5 °C				
CONTENIDO DE HUMEDAD - MUESTRA PATRÓN							
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	
A	Identificación del recipiente o Tara	-	MP-1	MP-3	MP-4	MP-5	
B	Peso del Recipiente	gr	27.30	27.80	27.60	28.50	
C	Recipiente + Material Natural	gr	92.00	83.80	79.40	96.40	
D	Recipiente + Material Seco	gr	75.10	68.60	66.60	80.60	
E	Peso del material húmedo (Wmh) = C - B	gr	64.70	56.00	51.80	67.90	
F	Peso del material Seco (Ws) = D - B	gr	47.80	40.80	39.00	52.10	
W%	Porcentaje de humedad (E - F / F) * 100	%	35.36	37.25	32.82	30.33	
G	Promedio Porcentaje Humedad	%	33.94				
$(W\%) = \frac{W_{mh} - W_s}{W_s} * 100$							
OBSERVACIONES:							
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR LABORATORIO	ASESOR				
							
NOMBRE: Elizabeth Margot Mamani Suca	NOMBRE: Fiorella Alessandra Salcedo Terán	NOMBRE: César Valdera Chávez	NOMBRE: Tulio Edgar Guillén Sheen				
FECHA: 28/12/2022	FECHA: 29/12/2022	FECHA: 28/12/22	FECHA: 29/12/22				

ANEXO N° 5. Protocolo de Análisis granulométrico mediante tamizado por lavado

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
ENSAYO:	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MEDIANTE TAMIZADO POR LAVADO			ASESOR:	Ing. Tulio Edgar Guillén Sheen
NORMA:	ASTM D421				
TESIS:	"Capacidad portante (CBR) de un suelo arcilloso con la incorporación del 8%, 10% y 12% del estabilizador Maxxseal 200"				
TIPO DE MATERIAL:	Arcilloso	ASOCIACIÓN:	De la Cruz Chugnas		
CANTERA:	"El Cerrillo"	COLOR DE MATERIAL:	Marrón		
FECHA DE ENSAYO:		RESPONSABLE:	Mamani Suca ; Salcedo Terán		
Peso de muestra seca; W <sub>s</sub>		500	gr		
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MEDIANTE TAMIZADO POR LAVADO					
Tamiz	Abertura	Peso Retenido (gr)	% RP	%RA	% que pasa
N° 4	4,76	2.19	0.44	0.44	99.56
N°10	2	5.83	1.17	1.61	98.39
N°20	0,84	13.97	2.79	4.40	95.60
N°30	0,59	11.86	2.37	6.77	93.23
N°40	0,42	15.69	3.14	9.91	90.09
N°60	0,25	45.65	9.13	19.04	80.96
N°100	0,15	51.08	10.22	29.26	70.74
N°200	0,074	31.72	6.34	35.60	64.40
Perdida	Lavado	322.01	64.40	100.00	0.00
Total		500	100.00		
CURVA GRANULOMÉTRICA POR LAVADO					
					
OBSERVACIONES:					
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR		
					
NOMBRE: Elizabeth Margot Mamani Suca	NOMBRE: Fiorella Alessandra Salcedo	NOMBRE: César Valdera Chávez	NOMBRE: Ing. Tulio Edgar Guillén Sheen		
FECHA: 29/12/2022	FECHA: 29/12/2022	FECHA: 28/12/2022	FECHA: 29/12/22		



ANEXO N° 6. Protocolo de Clasificación de suelos Unificados

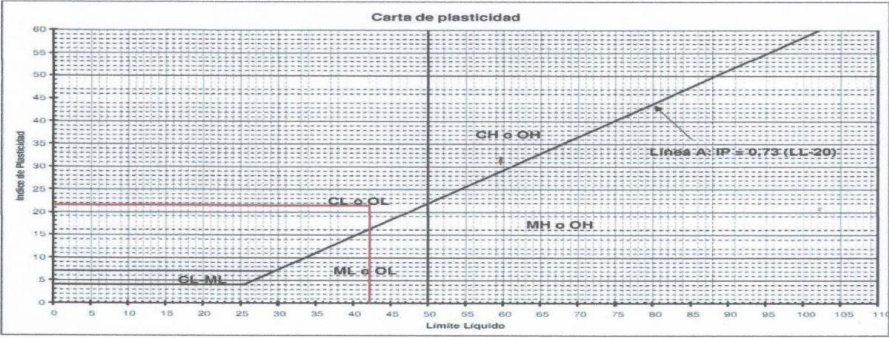
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	<b>PROTOCOLO</b>		
	<b>ENSAYO:</b>	CLASIFICACIÓN DE SUELOS UNIFICADOS	<b>ASESOR:</b> Ing. Tulio Edgar Guillén Sheen
	<b>NORMA:</b>	ASTM D2487 / NTP 339.134	
<b>TESIS:</b>	"Capacidad portante (CBR) de un suelo arcilloso con la incorporación del 8%, 10% y 12% del estabilizador Maxxseal 200"		
<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	Arcilloso	<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	De la Cruz Chugnas
<b>UBICACIÓN:</b>	"El cerrillo"	<b>COLOR DE MATERIAL:</b>	Marrón
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>		<b>RESPONSABLE:</b>	Mamani Suca ; Salcedo Terán

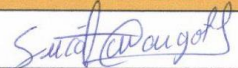

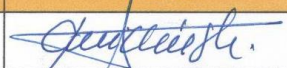
SUELOS DE GRANO FINO	LIMOS Y ARCILLAS	ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plasticidad
Más de la mitad del material pasa por el tamiz N° 200	LÍMITE LÍQUIDO < 50	CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas
		OL	Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad
	LIMOS Y ARCILLAS	MH	Limos inorgánicos, suelos finos o limosos con mica, limos elásticos.
		CH	Arcillas inorgánicas de plasticidad alta
LÍMITE LÍQUIDO > 50	OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media elevada,	
Suelos muy Orgánicos		PT	Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.

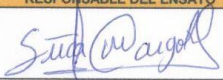

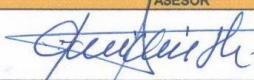
**Carta de plasticidad**



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	ASESOR
		
NOMBRE: Elizabeth Margot Mamani Suca	NOMBRE: Fiorella Alessandra Salcedo Terán	NOMBRE: Ing. Tulio Edgar Guillén Sheen
FECHA: 29/12/2022	FECHA: 29/12/2022	FECHA: 29/12/22

ANEXO N° 7. Protocolo de Clasificación AASHTO


LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA											
PROTOCOLO MUESTRA PATRON											
ENSAYO:		CLASIFICACIÓN AASHTO				ASESOR:		Ing. Tulio Edgar Guillén Sheen			
NORMA:		ASTM D-3282, AASHTO M-145									
TESIS:		"Capacidad portante (CBR) de un suelo arcilloso con la incorporación del 8%, 10% y 12% del estabilizador MaxxSeal 200"									
TIPO DE MATERIAL:		Arcilloso				ASOCIACIÓN:		De la cruz Chugnas			
CANTERA:		"El cerrillo"				COLOR DE MATERIAL:		Marrón			
FECHA DE ENSAYO:						RESPONSABLE:		Mamani Suca, Salcedo Terán			
CLASIFICACIÓN GENERAL	Materiales Granulares (35% o menos pasa por el tamiz N°200)							Materiales limos o arcillosos (más del 35% pasa el tamiz N°200)			
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5 A-7-6
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
% QUE PASA											
N°10 (2mm)	50 máx	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N°40 (0,425 mm)	30 máx	50 máx	51 mín	-	-	-	-	-	-	-	-
N°200 (0,075 mm)	15 máx	25 máx	10 máx	35 máx	35 máx	35 máx	35 máx	35 máx	36 mín	36 mín	36 mín
Características de la fracción que pasa por el tamiz N°40											
Límite Líquido	-	-	40 máx	41 máx	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín (2)	
Índice de Plasticidad	6 máx	NP (1)	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín	
Constituyentes principales	Fracmentos de roca, grava y arena			Grava y arena arcillosa o limosa				Suelos limosos		Suelos Arcillosos	
Características como subgrado	Excelente o bueno							Pobre a malo			
(1): No plástico (2): El índice de plasticidad del subgrupo A-7-5 es igual o menor al LL menos 30 El índice de plasticidad del subgrupo A-7-6 es mayor que LL menos 30											
<b>CLASIFICACIÓN AASHTO</b>											
<b>Parámetros Usados</b>											
% Que Pasa la Malla N° 200		64.40									
% Que Pasa la Malla N° 40		90.09		Determinación del Índice de Grupo IG							
% Que Pasa la Malla N° 10		98.39		a = 29.40		IG = 11.00					
Límite Líquido	LL =	42.09 %		b = 40.00							
Límite Plástico	LP =	21.84 %		c = 2.09							
Índice de Plasticidad	IP =	20.25 %		d = 10.25							
Tipo de Suelo:	Material Limo Arcilloso										
Clasificación de Suelos:	A - 7										
Suelo:	A - 7 - 6 ( 11 )										
Tipode Material:	Suelo Arcilloso										
Terreno de Fundación:	Regular a Malo										
<b>OBSERVACIÓN:</b>											
<b>RESPONSABLE DEL ENSAYO</b>				<b>RESPONSABLE DEL ENSAYO</b>				<b>ASESOR</b>			
											
Nombre: Elizabeth Margot Mamani Suca				Nombre: Fiorella Alessandra Salcedo Terán				Nombre: Ing. Tulio Edgar Guillén Sheen			
Fecha: 29/12/2022				Fecha: 29/12/2022				Fecha: 29/12/22			

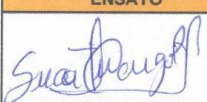

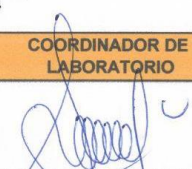
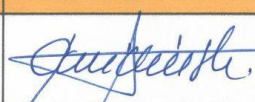
ANEXO N° 8. Protocolo de Límites de Atterberg – Muestra Patrón

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO - MUESTRA PATRÓN					
<b>ENSAYO:</b>	LÍMITES DE PLASTICIDAD		<b>ASESOR:</b> Ing. Tulio Edgar Guillén Sheen		
<b>NORMA:</b>	ASTM D4318 / NTP E339.130 – NTP E111				
<b>TESIS:</b>	"Capacidad portante (CBR) de un suelo arcilloso con la incorporación del 8%, 10% y 12% del estabilizador Maxxseal 200"				
<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	Arcilloso	<b>ASOCIACIÓN:</b>	De la Cruz Chugnas		
<b>CANTERA:</b>	"El cerrillo"	<b>COLOR DE</b>	Marrón		
<b>FECHA DE ENSAYO :</b>		<b>RESPONSABLE:</b>	Mamani Suca ; Salcedo Terán		
DETERMINACIÓN LÍMITE LÍQUIDO (LL)					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación de Recipiente	N°	MP-1	MP-2	MP-3
B	Suelo húmedo + Recipiente	gr	48.75	52.78	42.95
C	Suelo Seco + Recipiente	gr	43.28	45.38	38.50
D	Peso del Recipiente	gr	31.01	27.93	27.71
E	Peso del Agua	gr	5.47	7.40	4.45
F	Peso Suelo Seco	gr	12.27	17.45	10.79
G	Número Golpes	N	15	22	31
H	Contenido de Humedad	%	44.58	42.41	41.24
DETERMINACION DE LÍMITE PLÁSTICO (LP)					
DESCRIPCIÓN	UND	1	2		
Identificación de Recipiente	N°	MP-1	MP-2		
Suelo Húmedo + Tara	gr	34.33	40.22		
Suelo Seco + Tara	gr	33.37	38.70		
Peso de Tara	gr	29.01	31.68		
Peso del Agua	gr	0.96	1.52		
Peso Suelo Seco	gr	4.36	7.02		
Contenido de Humedad	N°	22.02	21.65		
Promedio Limite Plástico	%	21.84			

Límite Líquido - Muestra Patrón



<b>OBSERVACIONES:</b> INDICE DE PLASTICIDAD: 20.254			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
NOMBRE: Elizabeth Margot Mamani Suca	NOMBRE: Fiorella Alessandra Salcedo Terán	NOMBRE: César Valdera Chávez	NOMBRE: Ing. Tulio Edgar Guillén Sheen
FECHA: 29/12/2022	FECHA: 29/12/2022	FECHA: 28/12/2022	FECHA: 29/12/22

ANEXO N° 9. Protocolo de Límites de Atterberg – Muestra Maxxseal 8%

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	<b>PROTOKOLO - MAXXSEAL 8%</b>		
	<b>ENSAYO:</b>	LÍMITES DE PLASTICIDAD	
	<b>NORMA:</b>	ASTM D4318 / NTP E339.130 – NTP E111	<b>ASESOR:</b>
<b>TESIS:</b>	<b>"Capacidad portante (CBR) de un suelo arcilloso con la incorporación del 8%, 10% y 12% del estabilizador Maxxseal 200"</b>		
<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	Arcilloso	<b>ASOCIACIÓN:</b>	De la Cruz Chugnas
<b>CANTERA:</b>	"El cerrillo"	<b>COLOR DE</b>	Marrón
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>		<b>RESPONSABLE:</b>	Mamani Suca ; Salcedo
<b>DETERMINACIÓN LÍMITE LÍQUIDO (LL)</b>			
<b>ID</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND</b>	<b>1</b> <b>2</b> <b>3</b>
A	Identificación de Recipiente	N°	MP-1    MP-2    MP-3
B	Suelo húmedo + Recipiente	gr	41.25    38.33    38.58
C	Suelo Seco + Recipiente	gr	37.42    34.97    35.26
D	Peso del Recipiente	gr	29.05    27.14    27.39
E	Peso del Agua	gr	<b>3.83</b> <b>3.36</b> <b>3.32</b>
F	Peso Suelo Seco	gr	<b>8.37</b> <b>7.83</b> <b>7.87</b>
G	Número Golpes	N	17    28    33
H	Contenido de Humedad %	%	<b>45.76</b> <b>42.91</b> <b>42.19</b>
<b>DETERMINACIÓN LÍMITE PLÁSTICO (LP)</b>			
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
Identificación de Recipiente	N°	MP-1	MP-2
Suelo Húmedo + Tara	gr	31.05	32.24
Suelo Seco + Tara	gr	30.37	31.59
Peso de Tara	gr	27.56	28.87
Peso del Agua	gr	<b>0.68</b>	<b>0.65</b>
Peso Suelo Seco	gr	<b>2.81</b>	<b>2.72</b>
Contenido de Humedad	N°	<b>24.20</b>	<b>23.90</b>
Promedio Limite Plástico	%	<b>24.05</b>	
<b>Límite Líquido - Maxxseal 8%</b>			
H Contenido de Humedad %			
1	10		100
G Número Golpes			
<b>OBSERVACIONES:</b> INDICE DE PLÁSTICIDAD: 19.58			
<b>RESPONSABLE DEL ENSAYO</b>	<b>RESPONSABLE DEL ENSAYO</b>	<b>COORDINADOR DE LABORATORIO</b>	<b>ASESOR:</b>
			
NOMBRE: Elizabeth Margot Mamani Suca	NOMBRE: Fiorella Alessandra Salcedo	NOMBRE: César Valdera Chávez	NOMBRE: Ing. Tulio Edgar Guillén Sheen
FECHA: 29/12/2022	FECHA: 29/12/2022	FECHA: 28/12/2022	FECHA: 29/12/22

ANEXO N° 10. Protocolo de Límites de Atterberg – Muestra Maxxseal 10%

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO - MAXXSEAL 10%			
<b>ENSAYO:</b>	LÍMITES DE PLASTICIDAD		<b>ASESOR:</b>
<b>NORMA:</b>	ASTM D4318 / NTP E339.130 – NTP E111		Ing. Tulio Edgar Guillén
<b>TESIS:</b>	"Capacidad portante (CBR) de un suelo arcilloso con la incorporación del 8%, 10% y 12% del estabilizador Maxxseal 200"		
<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	Arcilloso	<b>ASOCIACIÓN:</b>	De la Cruz Chugnas
<b>CANTERA:</b>	"El cerrillo"	<b>COLOR DE</b>	Marrón
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>		<b>RESPONSABLE:</b>	Mamani Suca ; Salcedo

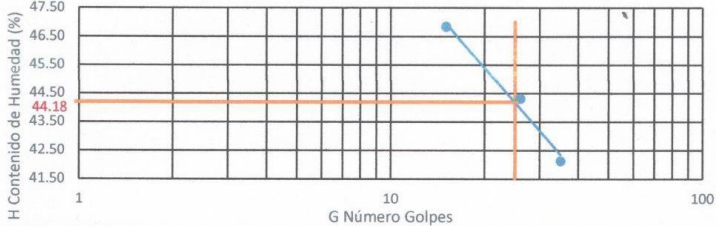
DETERMINACIÓN LÍMITE LÍQUIDO (LL)					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación de Recipiente	N°	MP-1	MP-2	MP-3
B	Suelo húmedo + Recipiente	gr	36.32	38.63	38.97
C	Suelo Seco + Recipiente	gr	33.66	34.93	36.03
D	Peso del Recipiente	gr	27.98	26.58	29.05
E	Peso del Agua	gr	2.66	3.70	2.94
F	Peso Suelo Seco	gr	5.68	8.35	6.98
G	Número Golpes	N	15	26	35
H	Contenido de Humedad (%)	%	46.83	44.31	42.12




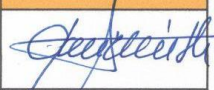
  

DESCRIPCIÓN	UND	1	2
Identificación de Recipiente	N°	MP-1	MP-2
Suelo Húmedo + Tara	gr	31.79	31.22
Suelo Seco + Tara	gr	30.89	30.4
Peso de Tara	gr	27.34	27.20
Peso del Agua	gr	0.9	0.82
Peso Suelo Seco	gr	3.55	3.2
Contenido de Humedad	N°	25.35	25.63
Promedio Límite Plástico	%	25.49	

Límite Líquido - Maxxseal 10%

<b>OBSERVACIONES:</b> INDICE DE PLÁSTICIDAD: 18.69			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR:
			
NOMBRE: Elizabeth Margot Mamani Suca	NOMBRE: Fiorella Alessandra Salcedo	NOMBRE: César Valdera Chávez	NOMBRE: Ing. Tulio Edgar Guillén Sheen
FECHA: 29/12/2022	FECHA: 29/12/2022	FECHA: 28/12/2022	FECHA: 29/12/22

ANEXO N° 11. Protocolo de Límites de Atterberg – Muestra Maxxseal 12%

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO - MAXXSEAL 12%					
<b>ENSAYO:</b>	LÍMITES DE PLÁSTICIDAD			<b>ASESOR:</b>	Ing. Tulio Edgar Guillén
<b>NORMA:</b>	ASTM D4318 / NTP E339.130 – NTP				
<b>TESIS:</b>	"Capacidad portante (CBR) de un suelo arcilloso con la incorporación del 8%, 10% y 12% del estabilizador Maxxseal 200"				
<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	Arcilloso	<b>ASOCIACIÓN:</b>	De la Cruz Chugnas		
<b>CANTERA:</b>	"El cerrillo "	<b>COLOR DE</b>	Marrón Oscuro		
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>		<b>RESPONSABLE:</b>	Mamani Suca ; Salcedo		

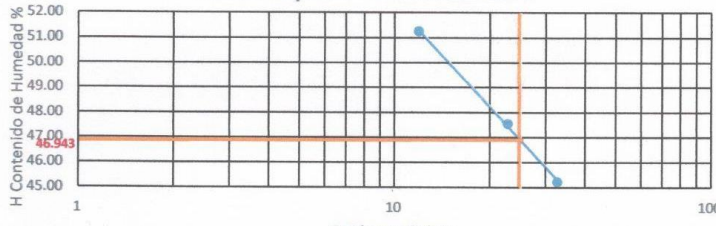
DETERMINACIÓN LÍMITE LÍQUIDO (LL)					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación de Recipiente	N°	MP-1	MP-2	MP-3
B	Suelo húmedo + Recipiente	gr	38.75	35.35	37.18
C	Suelo Seco + Recipiente	gr	35.29	32.73	34.48
D	Peso del Recipiente	gr	28.54	27.22	28.51
E	Peso del Agua	gr	3.46	2.62	2.70
F	Peso Suelo Seco	gr	6.75	5.51	5.97
G	Número Golpes	N	12	23	33
H	Contenido de Humedad %	%	51.26	47.55	45.23

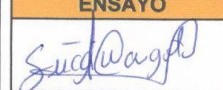
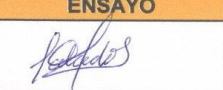

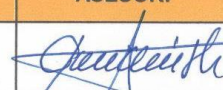
DESCRIPCIÓN	UND	1	2
Identificación de Recipiente	N°	MP-1	MP-2
Suelo Húmedo + Tara	gr	30.16	32.01
Suelo Seco + Tara	gr	29.6	31.14
Peso de Tara	gr	27.57	28.23
Peso del Agua	gr	0.56	0.87
Peso Suelo Seco	gr	2.03	2.91
Contenido de Humedad	N°	27.59	29.90
Promedio Limite Plástico	%	28.74	

Límite Líquido - Maxxseal 12%



OBSERVACIONES: INDICE DE PLÁSTICIDAD: 18.20


RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR:
			
NOMBRE: Elizabeth Margot Mamani Suca	NOMBRE: Fiorella Alessandra Salcedo	NOMBRE: César Valdera Chávez	NOMBRE: Ing. Tulio Edgar Guillén Sheen
FECHA: 29/12/2022	FECHA: 29/12/2022	FECHA: 28/12/2022	FECHA: 29/12/22

ANEXO N° 12. Protocolo de Compactación Proctor Modificado – Muestra Patron

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA												
PROTICOLO - MUESTRA PATRÓN												
ENSAYO:		COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO				ASESOR:		Ing. Tulio Edgar Guillén Sheen				
NORMA:		MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141										
TESIS:		"Capacidad portante (CBR) de un suelo arcilloso con la incorporación del 8%, 10% y 12% del estabilizador Maxxseal 200"										
TIPO DE MATERIAL:		Arcilloso		ASOCIACIÓN:		De la Cruz Chugnas						
CANTERA:		"El cerrillo"		COLOR DE MATERIAL:		Marrón						
FECHA DE ENSAYO:				RESPONSABLE:		Mamani Suca; Salcedo Terán						
COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO - MUESTRA PATRÓN												
I	DESCRIPCIÓN	UND	1 (250ml)		2(300ml)		3(350ml)		4(400ml)		5(450ml)	
A	Peso Molde	gr	3866		3866		3866		3866		3866	
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	5616		5695		5782		5766		5772	
C	Peso Muestra Húmeda (A-B)	gr	1750.00		1829.00		1916.00		1900.00		1906.00	
D	Volumen Muestra húmeda	cm <sup>3</sup>	988.37		988.37		988.37		988.37		988.37	
F	Densidad húmeda; (Dh=C/D)	gr/cm	1.77		1.85		1.94		1.92		1.93	
G	Recipiente	N°	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
H	Peso Recipiente	gr	28.80	28.20	28.20	27.40	27.88	28.16	27.30	26.50	27.93	28.96
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	133.99	121.10	134.30	130.80	130.10	134.90	132.44	131.44	133.27	132.24
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	122.28	110.82	120.47	117.50	115.40	119.70	115.29	114.45	114.66	113.81
K	Peso del Agua (I-H-L)	gr	11.71	10.28	13.83	13.30	14.70	15.20	17.15	16.99	18.61	18.43
L	Peso Muestra seca (J-H)	gr	93.48	82.62	92.27	90.10	87.52	91.54	87.99	87.95	86.73	84.85
M	Contenido de Humedad (W%= (K/L) *	%	12.53	12.44	14.99	14.76	16.80	16.60	19.49	19.32	21.46	21.72
N	Promedio Contenido de humedad Óptimo	%	12.48		14.87		16.80		19.40		21.59	
O	Densidad Seca Máxima; Ds	gr/cm	1.57		1.61		1.66		1.61		1.59	

**CURVA DE COMPACTACIÓN - MUESTRA PATRÓN**



OBSERVACIONES: CONTENIDO ÓPTIMO: 17% - DENSIDAD MÁX SECA: 1.64 gr/cm<sup>3</sup>

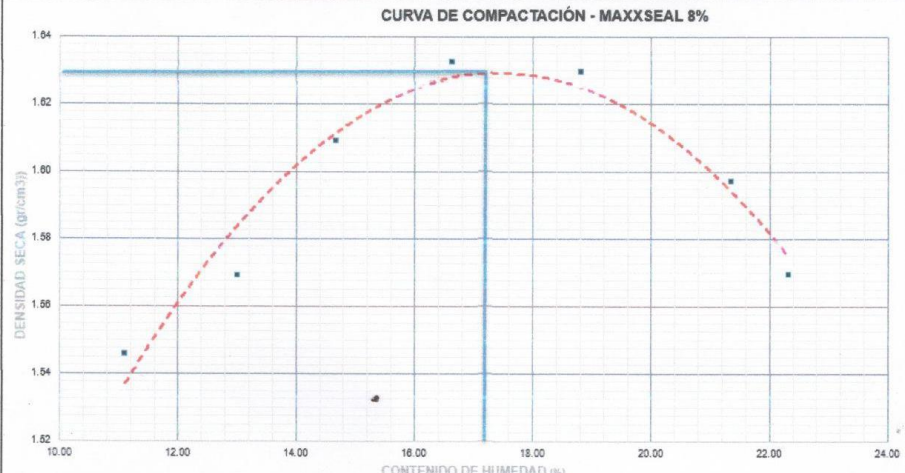
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
<i>Suaki</i>	<i>Salcedo</i>	<i>Valdera</i>	<i>Guillén</i>
NOMBRE: Elizabeth Margot Mamani Suca	NOMBRE: Fiorella Alessandra Salcedo Terán	NOMBRE: César Valdera Chávez	NOMBRE: Ing. Tulio Edgar Guillén Sheen
FECHA: 29/12/2022	FECHA: 29/12/2022	FECHA: 28/12/2022	FECHA: 29/12/22

ANEXO N° 13. Protocolo de Compactación Proctor Modificado – Maxxseal 8%

LABORATORIO DE SUELOS UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA												
PROTOCOLO - MAXXSEAL 8%												
ENSAYO:		COMPACTACIÓN PROCTOR				ASESOR:		Ing. Tulio Edgar Guillén Sheen				
NORMA:		MTC E115 / ASTM D1557 / NTP										
TESIS:		"Capacidad portante (CBR) de un suelo arcilloso con la incorporación del 8%, 10% y 12% del estabilizador Maxxseal 200"										
TIPO DE MATERIAL	Arcilloso	ASOCIACIÓN:	De la Cruz Chugnas									
CANTERA:	"El cerrillo"	COLOR DE MATERIAL:	Marrón									
FECHA DE ENSAYO:		RESPONSABLE:	Mamani Suca; Salcedo Terán									
COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO - MAXXSEAL 8%												
I	DESCRIPCIÓN	UND	1(250ml)		2(300ml)		3(350ml)		4(400ml)		5(450ml)	
A	Peso Molde	gr	3906	3906	3906	3906	3906	3906	3906	3906	3906	3906
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	5534	5587	5587	5655	5655	5711	5711	5741	5741	5741
C	Peso Muestra Húmeda (A-B)	gr	1628.00	1681.00	1681.00	1749.00	1749.00	1805.00	1805.00	1835.00	1835.00	1835.00
D	Volumen Muestra húmeda	cm <sup>3</sup>	947.87	947.87	947.87	947.87	947.87	947.87	947.87	947.87	947.87	947.87
F	Densidad húmeda; (Dh=C/D)	gr/cm	1.72	1.77	1.77	1.85	1.85	1.90	1.90	1.94	1.94	1.94
G	Recipiente	N°	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
H	Peso Recipiente	gr	27.14	27.50	27.43	27.38	26.60	28.73	27.85	27.73	27.40	27.88
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	134.47	134.60	138.31	137.13	138.59	135.15	137.43	137.42	138.89	137.28
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	124.07	123.58	125.64	124.41	124.27	121.45	121.67	121.92	121.25	119.96
K	Peso del Agua (I-H-L)	gr	10.40	11.02	12.67	12.72	14.32	13.70	15.76	15.50	17.64	17.32
L	Peso Muestra seca (J-H)	gr	96.93	96.08	98.21	97.03	97.67	92.72	93.82	94.19	93.85	92.08
M	Contenido de Humedad (W%=(K/L) *	%	10.73	11.47	12.90	13.11	14.66	14.78	16.80	16.46	18.80	18.81
N	Promedio Contenido de humedad	%	11.10	13.01	14.66	16.63	18.80	18.81	18.80	18.81	18.80	18.81
O	Densidad Seca Máxima; Ds	gr/cm	1.55	1.57	1.61	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63

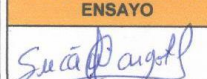


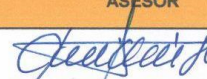
  

**CURVA DE COMPACTACIÓN - MAXXSEAL 8%**



OBSERVACIONES: 1 DE 2

CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD : 17.25%  
DENSIDAD SECA : 1.63 gr/cm<sup>3</sup>

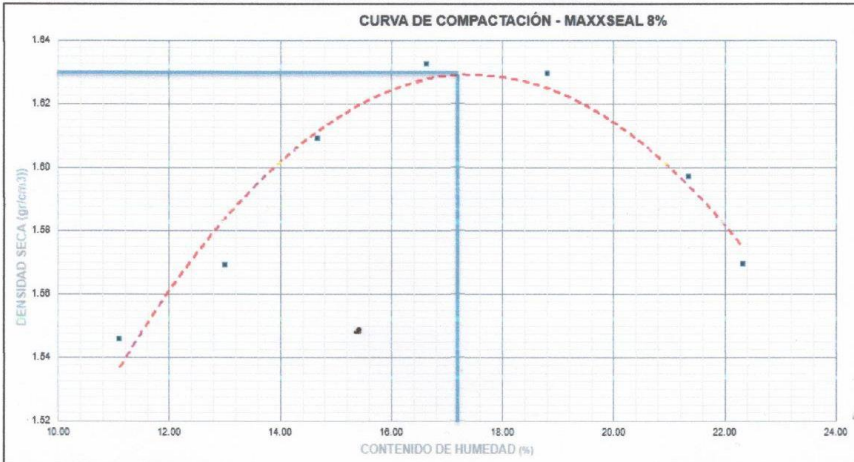
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
NOMBRE: Elizabeth Margot Mamani Suca	NOMBRE: Fiorella Alessandra Salcedo Terán	NOMBRE: César Valderrama Chávez	NOMBRE: Ing. Tulio Edgar Guillén Sheen
FECHA: 29/12/2022	FECHA: 29/12/2022	FECHA: 28/12/2022	FECHA: 29/12/22







LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
PROTOCOLO - MAXXSEAL 8%						
ENSAYO:	COMPACTACIÓN PROCTOR			ASESOR:		Ing. Tulio Edgar Guillén Sheen
NORMA:	MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141					
TESIS:	"Capacidad portante (CBR) de un suelo arcilloso con la incorporación del 8%, 10% y 12% del estabilizador Maxxseal 200"					
TIPO DE MATERIAL:	Arcilloso	ASOCIACIÓN:	De la Cruz Chugnas			
CANTERA:	"El cerrillo"	COLOR DE MATERIAL:	Marrón			
FECHA DE		RESPONSABLE:	Mamani Suca; Salcedo Terán			
COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO - MAXXSEAL 8%						
ID	DESCRIPCIÓN	UND	6(500ml)		7(550ml)	
A	Peso Molde	gr	3906		3906	
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	5743		5726	
C	Peso Muestra Húmeda (A-B)	gr	1837.00		1820.00	
D	Volumen Muestra húmeda	cm <sup>3</sup>	947.87		947.87	
F	Densidad húmeda; (Dh=C/D)	gr/cm	1.94		1.92	
G	Recipiente	N°	a	b	a	b
H	Peso Recipiente	gr	27.56	27.52	27.98	28.67
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	136.37	138.46	138.41	137.36
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	117.12	119.07	118.73	117.07
K	Peso del Agua (I-H-L)	gr	19.25	19.39	19.68	20.29
L	Peso Muestra seca (J-H)	gr	89.56	91.55	90.75	88.40
M	Contenido de Humedad (W%= (K/L) *	%	21.49	21.18	21.69	22.95
N	Promedio Contenido de humedad	%	21.34		22.32	
O	Densidad Seca Máxima; D <sub>s</sub>	gr/cm	1.60		1.57	

CURVA DE COMPACTACIÓN - MAXXSEAL 8%



OBSERVACIONES: 2 DE 2  
CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD : 17.25%      DENSIDAD SECA : 1.63 gr/cm<sup>3</sup>

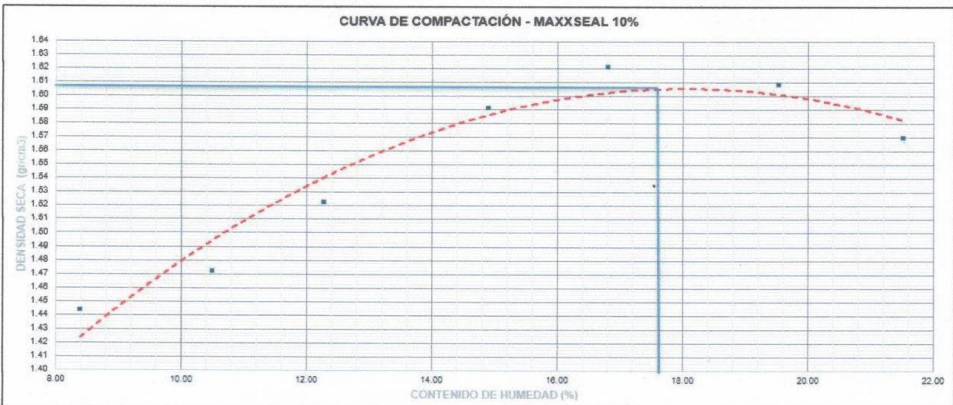
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
NOMBRE: Elizabeth Margot Mamani Suca	NOMBRE: Fiorella Alessandra Salcedo Terán	NOMBRE: César Valdeira Chávez	NOMBRE: Ing. Tulio Edgar Guillén Sheen
FECHA: 29/12/2022	FECHA: 29/12/2022	FECHA: 28/12/2022	FECHA: 29/12/22

ANEXO N° 14. Protocolo de Compactación Proctor Modificado – Maxxseal 10%

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA												
PROTOCOLO - MAXXSEAL 10%												
ENSAYO:		COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO				ASESOR:		Ing. Tulio Edgar Guillén Sheen				
NORMA:		MTC E115 / ASTM D1557 / NTP										
TESIS:		"Capacidad portante (CBR) de un suelo arcilloso con la incorporación del 8%, 10% y 12% del estabilizador Maxxseal 200"										
TIPO DE MATERIAL:		Arcilloso		ASOCIACIÓN:		De la Cruz Chugnas						
CANTERA:		"El cerrillo"		COLOR DE MATERIAL:		Marrón						
FECHA DE ENSAYO:				RESPONSABLE:		Mamani Suca; Salcedo Terán						
COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO - MAXXSEAL 10%												
I	DESCRIPCIÓN	UND	1 (250ml)		2(300ml)		3(350ml)		4(400ml)		5(450ml)	
A	Peso Molde	gr	3906		3906		3906		3906		3906	
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	5389		5448		5527		5639		5701	
C	Peso Muestra Húmeda (A-B)	gr	1483.00		1542.00		1621.00		1733.00		1795.00	
D	Volumen Muestra húmeda	cm3	947.87		947.87		947.87		947.87		947.87	
F	Densidad húmeda; (Dh=C/D)	gr/cm	1.56		1.63		1.71		1.83		1.89	
G	Recipiente	N°	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
H	Peso Recipiente	gr	27.95	28.00	27.81	27.47	28.60	31.10	28.70	27.56	28.11	27.52
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	139.85	139.83	138.22	139.55	138.94	137.13	139.37	137.52	138.04	137.07
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	131.25	131.14	127.74	128.91	126.87	125.46	125.01	123.29	122.14	121.40
K	Peso del Agua (I-H-L)	gr	8.60	8.69	10.48	10.64	12.07	11.67	14.36	14.23	15.90	15.67
L	Peso Muestra seca (J-H)	gr	103.30	103.14	99.93	101.44	98.27	94.36	96.31	95.73	94.03	93.88
M	Contenido de Humedad (W%=(K/L) *	%	8.33	8.43	10.49	10.49	12.28	12.37	14.91	14.86	16.91	16.69
N	Promedio Contenido de humedad	%	8.38		10.49		12.28		14.89		16.80	
O	Densidad Seca Máxima; Ds	gr/cm	1.44		1.47		1.52		1.59		1.62	

CURVA DE COMPACTACIÓN - MAXXSEAL 10%



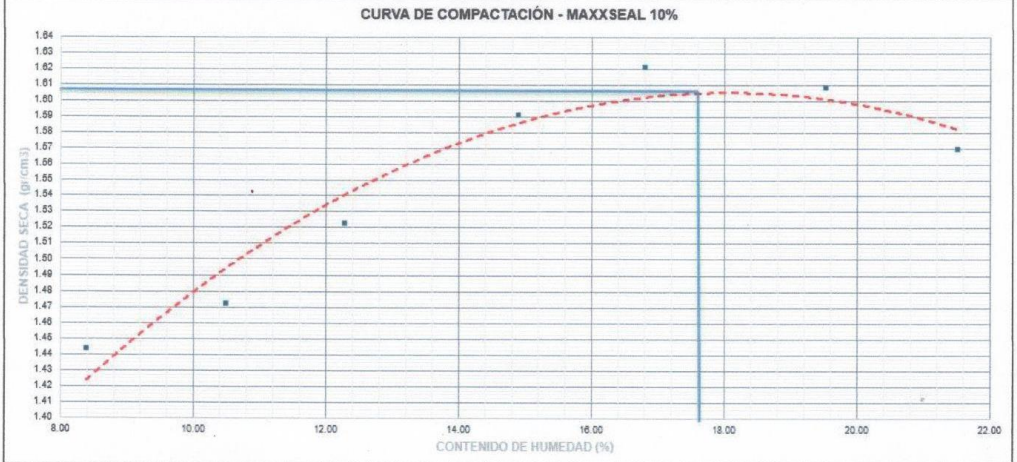
OBSERVACIONES: 1 DE 2  
 CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD : 17.75%      DENSIDAD SECA : 1.608 gr/cm3

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
<i>Suca Margot</i>	<i>Salcedo</i>	<i>César Valdera</i>	<i>Tulio Edgar Guillén Sheen</i>
NOMBRE: Elizabeth Margot Mamani Suca	NOMBRE: Fiorella Alessandra Salcedo Terán	NOMBRE: César Valdera Chávez	NOMBRE: Ing. Tulio Edgar Guillén Sheen
FECHA: 29/12/2022	FECHA: 29/12/2022	FECHA: 29/12/2022	FECHA: 29/12/22

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
PROTOCOLO - MAXXSEAL 10%						
ENSAYO:	COMPACTACIÓN PROCTOR			ASESOR:	Ing. Tulio Edgar Guillén Sheen	
NORMA:	MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141					
TESIS:	"Capacidad portante (CBR) de un suelo arcilloso con la incorporación del 8%, 10% y 12% del estabilizador Maxxseal 200"					
TIPO DE MATERIAL:	Arcilloso	ASOCIACIÓN:	De la Cruz Chugnas			
CANTERA:	"El cerrillo"	COLOR DE MATERIAL:	Marrón			
FECHA DE ENSAYO:		RESPONSABLE:	Mamani Suca; Salcedo Terán			
COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO - MAXXSEAL 10%						
ID	DESCRIPCIÓN	UND	6(500ml)		7(550ml)	
A	Peso Molde	gr	3906		3906	
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	5729		5714	
C	Peso Muestra Húmeda (A-B)	gr	1823.00		1808.00	
D	Volumen Muestra húmeda	cm <sup>3</sup>	947.87		947.87	
F	Densidad húmeda; (Dh=C/D)	gr/cm	1.92		1.91	
G	Recipiente	N°	a	b	a	b
H	Peso Recipiente	gr	26.65	27.34	27.99	28.01
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	138.64	139.76	138.32	138.72
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	119.92	121.82	118.41	119.52
K	Peso del Agua (I-H-L)	gr	18.72	17.94	19.91	19.20
L	Peso Muestra seca (J-H)	gr	93.27	94.48	90.42	91.51
M	Contenido de Humedad (W%=(K/L) *	%	20.07	18.99	22.02	20.98
N	Promedio Contenido de humedad	%	19.53		21.50	
O	Densidad Seca Máxima; D <sub>s</sub>	gr/cm	1.61		1.57	

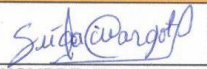
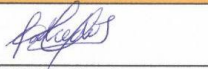


  

CURVA DE COMPACTACIÓN - MAXXSEAL 10%



OBSERVACIONES: 2 DE 2  
 CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD : 17.75% DENSIDAD SECA : 1.602%

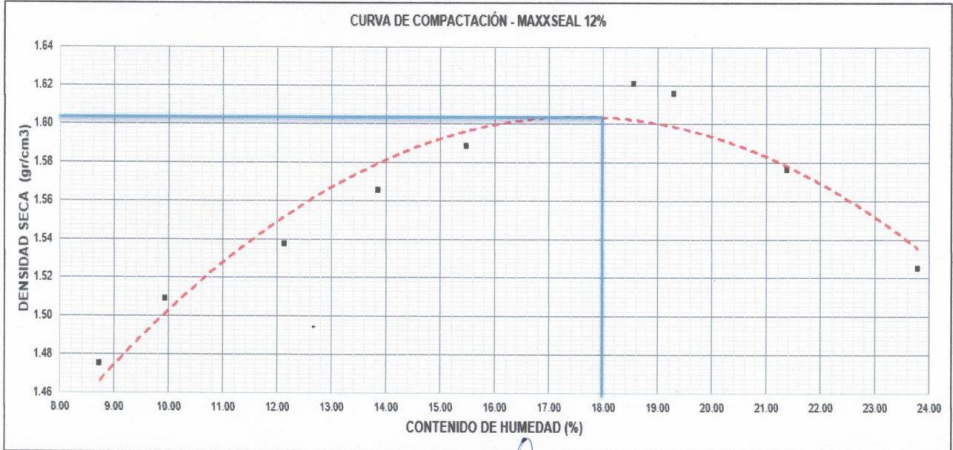
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
NOMBRE: Elizabeth Margot Mamani Suca	NOMBRE: Fiorella Alessandra Salcedo Terán	NOMBRE: César Valdera Chávez	NOMBRE: Ing. Tulio Edgar Guillén Sheen
FECHA: 29/12/2022	FECHA: 29/12/2022	FECHA: 28/12/2022	FECHA: 29/12/22

ANEXO N° 15. Protocolo de Compactación Proctor Modificado – Maxxseal 12%

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA											
PROTOCOLO - MAXXSEAL 12%											
ENSAYO:		COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO				ASESOR:		Ing. Tulio Edgar Guillén Sheen			
NORMA:		MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141									
TESIS:		"Capacidad portante (CBR) de un suelo arcilloso con la incorporación del 8%, 10% y 12% del estabilizador Maxxseal 200"									
TIPO DE MATERIAL:		Arcilloso		ASOCIACIÓN:		De la Cruz Chugnas					
CANTERA:		"El cerrillo"		COLOR DE MATERIAL:		Marrón					
FECHA DE ENSAYO:				RESPONSABLE:		Mamani Suca; Salcedo Terán					
COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO - MAXXSEAL 12%											
I	DESCRIPCIÓN	UND	1 (250ml)	2(300ml)	3(350ml)	4(400ml)	5(450ml)				
A	Peso Molde	gr	3906	3906	3906	3906	3906				
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	5426	5470	5540	5595	5644				
C	Peso Muestra Húmeda (A-B)	gr	1520.00	1564.00	1634.00	1689.00	1738.00				
D	Volumen Muestra húmeda	cm3	947.87	947.87	947.87	947.87	947.87				
F	Densidad húmeda; (Dh=C/D)	gr/cm	1.60	1.65	1.72	1.78	1.83				
G	Recipiente	N°	a	b	a	b	a	b	a	b	
H	Peso Recipiente	gr	27.43	27.47	27.67	27.47	27.32	27.93	28.72	27.86	
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	139.41	139.67	137.29	138.61	139.04	139.24	139.43	138.79	
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	130.37	130.72	127.38	128.54	126.94	127.33	125.83	125.41	
K	Peso del Agua (I-H-L)	gr	9.04	8.95	9.91	10.07	12.10	11.91	13.60	13.38	
L	Peso Muestra seca (J-H)	gr	102.94	103.25	99.71	101.07	99.62	99.40	97.11	97.55	
M	Contenido de Humedad (W% = (K/L) *	%	8.78	8.67	9.94	9.96	12.15	11.98	14.00	13.72	
N	Promedio Contenido de humedad Óptimo	%	8.73		9.95		12.15		13.86		
O	Densidad Seca Máxima; Ds	gr/cm	1.47		1.50		1.54		1.59		

CURVA DE COMPACTACIÓN - MAXXSEAL 12%



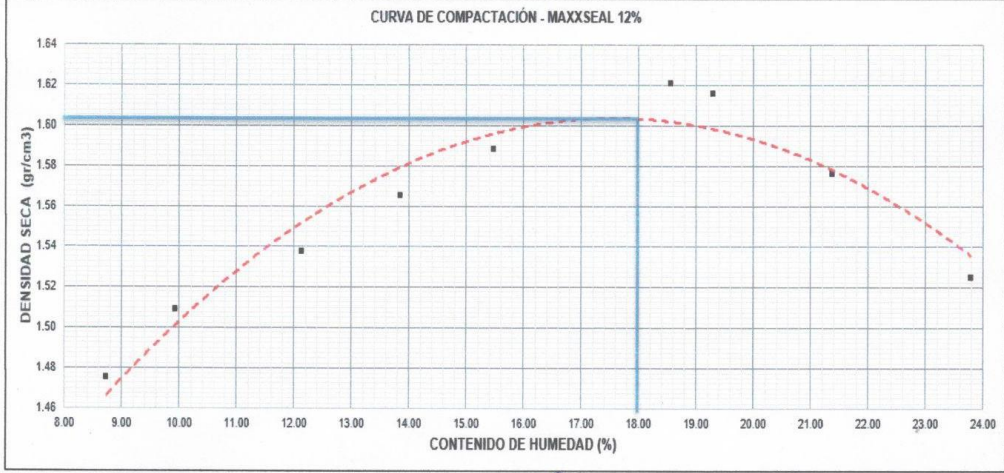
OBSERVACIONES: 1 DE 2  
 CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD : 18%      DENSIDAD SECA : 1.602 gr/cm3

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
<i>Suica Margot</i>	<i>Fiorella</i>	<i>César</i>	<i>Tulio</i>
NOMBRE: Elizabeth Margot Mamani Suca	NOMBRE: Fiorella Alessandra Salcedo Terán	NOMBRE: César Valdeira Chávez	NOMBRE: Ing. Tulio Edgar Guillén Sheen
FECHA: 29/12/2022	FECHA: 29/12/2022	FECHA: 28/12/2022	FECHA: 29/12/22

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA										
PROTOCOLO - MAXXSEAL 12%										
ENSAYO:		COMPACTACIÓN PROCTOR				ASESOR:		Ing. Tulio Edgar Guillén Sheen		
NORMA:		MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141								
TESIS:		"Capacidad portante (CBR) de un suelo arcilloso con la incorporación del 8%, 10% y 12% del estabilizador Maxxseal 200"								
TIPO DE MATERIAL:	Arcilloso	ASOCIACIÓN:	De la Cruz Chugna							
CANTERA:	"El Cerrillo"	COLOR DE MATERIAL:	Marrón Oscuro							
FECHA DE ENSAYO:		RESPONSABLE:	Mamani Suca; Salcedo Terán							
COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO - MUESTRA PATRÓN										
I	DESCRIPCIÓN	UND	6(500ml)		7(550ml)		8(600ml)		9(650ml)	
A	Peso Molde	gr	3906		3906		3906		3906	
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	5727		5733		5719		5695	
C	Peso Muestra Húmeda (A-B)	gr	1821.00		1827.00		1813.00		1789.00	
D	Volumen Muestra húmeda	cm <sup>3</sup>	947.87		947.87		947.87		947.87	
F	Densidad húmeda; (Dh=C/D)	gr/cm	1.92		1.93		1.91		1.89	
G	Recipiente	N°	a	b	a	b	a	b	a	b
H	Peso Recipiente	gr	27.20	27.34	28.15	27.62	27.62	27.59	28.61	27.82
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	139.29	139.74	139.64	139.34	139.50	138.58	139.41	139.29
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	121.74	122.13	121.18	121.68	119.79	119.08	117.92	118.06
K	Peso del Agua (I-H-L)	gr	17.55	17.61	18.46	17.66	19.71	19.50	21.49	21.23
L	Peso Muestra seca (J-H)	gr	94.54	94.79	93.03	94.06	92.17	91.49	89.31	90.24
M	Contenido de Humedad (W%=(K/L)*)	%	18.56	18.58	19.84	18.78	21.38	21.31	24.06	23.53
N	Promedio Contenido de humedad	%	18.57		19.31		21.38		23.79	
O	Densidad Seca Máxima; D <sub>s</sub>	gr/cm <sup>3</sup>	1.62		1.62		1.58		1.52	

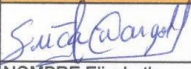
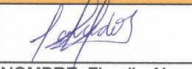
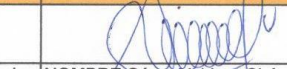
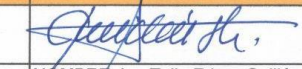
  

CURVA DE COMPACTACIÓN - MAXXSEAL 12%

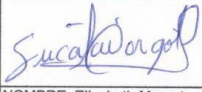





OBSERVACIONES: 2 DE 2

CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD : 18%      DENSIDAD SECA : 1.602 gr/cm<sup>3</sup>

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
NOMBRE: Elizabeth Margot Mamani Suca	NOMBRE: Fiorella Alessandra Salcedo Terán	NOMBRE: César Valdera Chávez	NOMBRE: Ing. Tulio Edgar Guillén Sheen
FECHA: 29/12/2022	FECHA: 29/12/2022	FECHA: 28/12/2022	FECHA: 29/12/22

ANEXO N° 16. Protocolo de California Bearing Ratio (CBR) – Muestra Patron

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE											
PROTOCOLO - MUESTRA PATRÓN											
ENSAYO:		CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR					ASESOR:		Ing. Tulio Edgar Guillén Sheen		
NORMA:		MTC E132 / ASTM D1883 / ASTM D4429									
TESIS:		"Capacidad portante (CBR) de un suelo arcilloso con la incorporación del 8%, 10% y 12% del estabilizador Maxxseal 200"									
TIPO DE MATERIAL:		Arcilloso		ASOCIACIÓN:			De la Cruz Chugnas				
CANTERA		"El Cerrillo"		COLOR DE MATERIAL:			Marrón				
FECHA DE ENSAYO:					RESPONSABLE:		Mamani Suca ; Salcedo Terán				
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR											
DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3					
N° Golpes		5		5		5					
N° Golpes por Capa		13		27		56					
Condición de Muestra		Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después		
Peso Molde	gr	8230.00	8230.00	8099.00	8099.00	8241.00	8241.00				
Peso Muestra húmeda+Molde	gr	12170.00	12419.00	12350.00	12528.00	12530.00	12607.00				
Peso Muestra húmeda	gr	3940.00	4189.00	4251.00	4429.00	4289.00	4366.00				
Volumen Muestra húmeda	cm <sup>3</sup>	2395.23	2395.23	2395.23	2395.23	2395.23	2395.23				
Densidad húmeda; Dh	gr/cm <sup>3</sup>	1.64	1.75	1.77	1.85	1.79	1.82				
CONTENIDO DE HUMEDAD											
Ensayo	N°	1-A	1-B	1-C	2-A	2-B	2-C	3-A	3-B	3-C	
Peso Recipiente	gr	28.62	27.32	29.04	27.39	27.34	27.66	27.33	27.94	28.14	
Peso Muestra húmeda +	gr	154.04	156.15	139.71	154.78	157.65	139.78	158.46	157.57	139.24	
Peso Muestra seca + Recipiente	gr	135.86	137.41	115.37	136.35	138.85	116.31	139.94	139.20	118.52	
Peso del Agua	gr	18.18	18.74	24.34	18.43	18.80	23.47	18.52	18.37	20.72	
Peso Muestra seca	gr	107.24	110.09	86.33	108.96	111.51	88.65	112.61	111.26	90.38	
Contenido de Humedad ; W %	%	16.95	17.02	28.19	16.91	16.86	26.47	16.45	16.51	22.93	
Promedio Contenido de Humedad	%	16.99		28.19	16.89		26.47	16.48		22.93	
Densidad Máxima Seca ; Ds	gr/cm <sup>3</sup>	1.41	1.36	1.52	1.46	1.54	1.48				
ENSAYO DE HINCHAMIENTO											
TIEMPO		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03			
ACUMULADO		Lectura		Hinchamiento		Lectura		Hinchamiento			
Horas	Días	Deforma.	mm	%	Deforma.	mm	%	Deforma.	mm	%	
0	0	1	0	0.000	1	0	0.000	1	0	0.000	
24	1	2	1.232	0.970	2	0.6858	0.540	2	0.6096	0.480	
48	2	3	1.346	1.060	3	1.016	0.800	3	0.7874	0.620	
72	3	4	1.41	1.110	4	1.2319	0.970	4	1.0922	0.860	
96	4	5	1.448	1.140	5	1.3589	1.070	5	1.2446	0.980	
ALTURA DE MUESTRA (mm) :		127		ALTURA DE MUESTRA(mm):		127		ALTURA DE MUESTRA (mm):		127	
OBSERVACIONES: 1 DE 3											
RESPONSABLE DEL ENSAYO		RESPONSABLE DEL ENSAYO			COORDINADOR DE LABORATORIO			ASESOR:			
											
NOMBRE: Elizabeth Margot Mamani Suca		NOMBRE: Fiorella Alessandra Salcedo Terán			NOMBRE: César Valdera Chávez			NOMBRE: Ing. Tulio Edgar Guillén Sheen			
FECHA: 29/12/2022		FECHA: 29/12/2022			FECHA: 28/12/2022			FECHA: 29/12/22			

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA											
PROTOCOLO - MUESTRA PATRÓN											
ENSAYO:		CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR					ASESOR:				Ing. Tulio Edgar Guillén Sheen
NORMA:		MTC E132 / ASTM D1883 / ASTM D4429									
TESIS:		"Capacidad portante (CBR) de un suelo arcilloso con la incorporación del 8%, 10% y 12% del estabilizador Maxxseal 200"									
TIPO DE MATERIAL:		Arcilloso			TIPO DE MATERIAL:		De la Cruz Chugnas				
UBICACIÓN:		"El Cerrillo"			COLOR DE MATERIAL:		Marrón				
FECHA DE ENSAYO:					RESPONSABLE:		Mamani Suca ; Salcedo Terán				
CARGA - PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03			
mm	Pulg	N° de Divisiones	Carga lb	Esfuerzo Lb/pulg2	N° de Divisiones	Carga lb	Esfuerzo Lb/pulg2	N° de Divisiones	Carga lb	Esfuerzo Lb/pulg2	
0.00	0.000	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.64	0.025	4.0	30.00	9.55	6.00	46.00	14.32	8.50	63.75	20.29	
1.27	0.050	7.5	56.25	17.90	10.00	75.00	23.87	14.00	105.00	33.42	
1.91	0.075	9.0	67.50	21.49	12.00	90.00	28.65	21.00	167.50	50.13	
2.54	0.100	11.0	82.50	26.26	14.50	108.75	34.62	27.00	202.50	64.46	
3.81	0.150	12.5	93.75	29.84	16.00	120.00	38.20	30.00	225.00	71.62	
5.08	0.200	13.5	101.25	32.23	18.00	135.00	42.97	33.00	247.50	78.78	
6.35	0.250	15.0	112.50	35.81	22.00	165.00	52.52	35.50	266.25	84.75	
7.62	0.300	17.0	127.50	40.58	24.00	180.00	57.30	38.00	285.00	90.72	
8.89	0.350	20.0	150.00	47.75	26.50	198.75	63.26	41.00	307.50	97.88	
10.16	0.400	21.0	157.50	50.13	29.00	217.50	69.23	44.00	330.00	105.04	
11.43	0.450	22.0	165.00	52.52	32.00	240.00	75.39	46.00	345.00	109.82	
12.70	0.500	23.0	172.50	54.91	34.50	258.75	82.36	50.00	375.00	119.37	
13.97	0.550	24.0	180.00	57.30	37.00	277.50	88.33	54.00	405.00	128.92	
15.24	0.600	24.5	183.75	58.49	40.00	300.00	95.49	59.00	442.50	140.85	


Diámetro de Pison (pulg) :	2.00
Factor de Carga (lb):	7.50

Penetración	0.1 (")	0.2 (")
Molde 01	26.26	32.23
Molde 02	34.62	42.97
Molde 03	64.46	78.78

CURVA ESFUERZO vs DEFORMACIÓN - MUESTRA PATRÓN

OBSERVACIONES: 2 DE 3

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
<i>Suca</i>	<i>Salcedo</i>	<i>Valdera</i>	<i>Guillén</i>
NOMBRE: Elizabeth Margot Mamani Suca	NOMBRE: Fiorella Alessandra Salcedo Terán	NOMBRE: César Valdera Chávez	NOMBRE: Ing. Tulio Guillén Sheen
FECHA: 28/12/2022	FECHA: 28/12/2022	FECHA: 28/12/2022	FECHA: 29/12/22

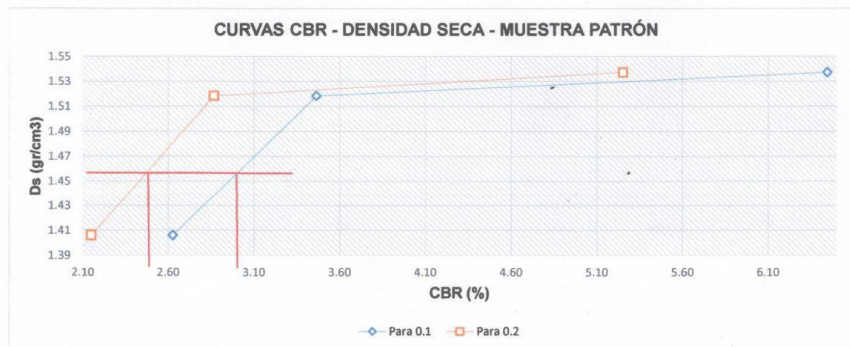
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO - MUESTRA PATRÓN			
ENSAYO:	CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR		ASESOR:
NORMA:	MTC E132 / ASTM D1883 / ASTM D4429		Ing. Tulio Edgar Guillén Sheen
TESIS:	"Capacidad portante (CBR) de un suelo arcilloso con la incorporación del 8%, 10% y 12% del estabilizador Maxxseal 200"		
TIPO DE MATERIAL:	Arcilloso	TIPO DE MATERIAL:	De la Cruz Chugnas
UBICACIÓN:	"El Cerrillo"	COLOR DE MATERIAL:	Marrón
FECHA DE ENSAYO:		RESPONSABLE:	Mamani Suca ; Salcedo Terán

ESFUERZO PARA 0.1" Y 0.2" DE PENETRACIÓN

MOLDE N°	MOLDE N°01 - 13G		MOLDE N°02 - 27 G		MOLDE N°03 - 56 G	
PENETRACIÓN	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
Esfuerzo terreno (lb/pulg <sup>2</sup> )	26.26	32.23	34.62	42.97	64.46	78.78
Esfuerzo terreno (lb/pulg <sup>2</sup> )	1000	1500	1000	1500	1500	1500
CBR (%)	2.63	2.15	3.46	2.86	6.45	5.25

C.B.R. Y DENSIDAD SECA

MOLDE N°	MOLDE N°01 - 13G		MOLDE N°02 - 27 G		MOLDE N°03 - 56 G	
PENETRACIÓN	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
CBR (%)	2.63	2.15	3.46	2.86	6.45	5.25
Ds (gr/cm <sup>3</sup> )	1.41	1.41	1.52	1.52	1.54	1.54

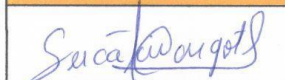

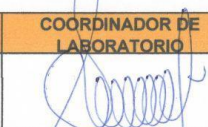



Ds máx:	1.54
95 % Ds máx	1.46

CBR 0.1":	3.00%
CBR 0.2":	2.50%

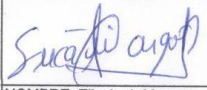



CBR DISEÑO: 2.50%

OBSERVACIONES: 3 de 3

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
NOMBRE: Elizabeth Margot Mamani Suca	NOMBRE: Fiorella Alessandra Salcedo Terán	NOMBRE: César Valdeira Chávez	NOMBRE: Ing. Tulio Edgar Guillén Sheen
FECHA: 29/12/2022	FECHA: 29/12/2022	FECHA: 28/12/2022	FECHA: 29/12/2022



ANEXO N° 17. Protocolo de California Bearing Ratio (CBR) – Maxxseal 8%

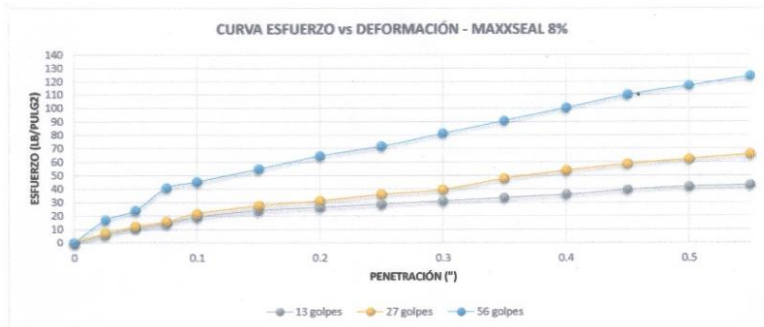
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE											
PROTOCOLO - MAXXSEAL 8%											
ENSAYO:		CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR					ASESOR:		Ing. Tulio Edgar Guillén Sheen		
NORMA:		MTC E132 / ASTM D1883 / ASTM D4429									
TESIS:		"Capacidad portante (CBR) de un suelo arcilloso con la incorporación del 8%, 10% y 12% del estabilizador Maxxseal 200"									
TIPO DE MATERIAL:	Arcilloso		ASOCIACIÓN:			De la cruz Chugnas					
CANTERA	"El cerrillo"		COLOR DE MATERIAL:			Marrón					
FECHA DE MUESTREO:			RESPONSABLE:			Mamani Suca ; Salcedo Terán					
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR											
DESCRIPCIÓN	UND	1			2			3			
N° Golpes		5			5			5			
N° Golpes por Capa		13			27			56			
Condición de Muestra		Antes		Después		Antes		Después		Antes	Después
Peso Molde	gr	8230.00		8230.00		8241.00		8241.00		8099.00	8099.00
Peso Muestra húmeda+Molde	gr	11810.00		12268.00		12067.00		12448.00		12324.00	12574.00
Peso Muestra húmeda	gr	3580.00		4038.00		3826.00		4207.00		4225.00	4475.00
Volumen Muestra húmeda	cm <sup>3</sup>	2395.23		2395.23		2395.23		2395.23		2395.23	2395.23
Densidad húmeda: Dh	gr/cm <sup>3</sup>	1.49		1.69		1.60		1.76		1.76	1.87
CONTENIDO DE HÚMEDAD											
Ensayo	N°	1-A	1-B	1-C	2-A	2-B	2-C	3-A	3-B	3-C	
Peso Recipiente	gr	27.99	27.56	28.59	27.52	27.91	28.20	28.63	27.82	27.62	
Peso Muestra húmeda +	gr	139.10	137.84	139.55	139.24	138.10	139.81	139.72	139.44	139.65	
Peso Muestra seca + Recipiente	gr	122.24	121.39	111.27	122.38	122.00	110.00	123.46	123.22	112.09	
Peso del Agua	gr	16.86	16.45	28.28	16.86	16.10	29.81	16.26	16.22	27.56	
Peso Muestra seca	gr	94.25	93.83	82.68	94.86	94.09	81.80	94.83	95.40	84.47	
Contenido de Humedad ; W %	%	17.89	17.53	34.20	17.77	17.11	36.44	17.15	17.00	32.63	
Promedio Contenido de Humedad	%	17.71		34.20		17.44		36.44		17.07	32.63
Densidad Máxima Seca ; Ds	gr/cm <sup>3</sup>	1.27		1.26		1.36		1.29		1.51	1.41
ENSAYO DE HINCHAMIENTO											
TIEMPO		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03			
ACUMULADO		Lectura	Hinchamiento		Lectura	Hinchamiento		Lectura	Hinchamiento		
Horas	Días	Deforma.	mm	%	Deforma.	mm	%	Deforma.	mm	%	
0	0	1	0	0.000	0	0.00	0.000	0	0.00	0.000	
24	1	2	3.467	2.730	1	2.74	2.160	1	2.57	2.020	
48	2	3	3.607	2.840	2	3.12	2.456	2	2.86	2.250	
72	3	4	3.683	2.900	3	3.46	2.724	3	2.92	2.296	
96	4	5	3.729	2.936	4	3.69	2.904	4	2.95	2.320	
ALTURA DE MUESTRA (mm) :		127			ALTURA DE MUESTRA(mm):			127			
OBSERVACIONES: 1 DE 3											
RESPONSABLE DEL ENSAYO		RESPONSABLE DEL ENSAYO			COORDINADOR DE LABORATORIO			ASESOR			
											
NOMBRE: Elizabeth Margot Mamani Suca		NOMBRE: Fiorella Alexandra Salcedo Terán			NOMBRE: César Valdera Chávez			NOMBRE: Ing. Tulio Edgar Guillén Sheen			
FECHA: 29/12/2022		FECHA: 29/12/2022			FECHA: 28/12/2022			FECHA: 29/12/22			

<b>LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA</b>			
<b>PROTOCOLO - MAXXSEAL 8%</b>			
<b>ENSAYO:</b>	CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR		<b>ASESOR:</b> Ing. Tulio Edgar Guillén Sheen
<b>NORMA:</b>	MTC E132 / ASTM D1883 / ASTM D4429		
<b>TESIS:</b>	"Capacidad portante (CBR) de un suelo arcilloso con la incorporación del 8%, 10% y 12% del estabilizador Maxxseal 200"		
<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	Arcilloso	<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	De la Cruz Chugnas
<b>UBICACIÓN:</b>	"El Cerrillo"	<b>COLOR DE MATERIAL:</b>	Marrón
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>		<b>RESPONSABLE:</b>	Mamani Suca ; Salcedo Terán

<b>CARGA - PENETRACIÓN</b>										
PENETRACIÓN		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
		N° de Divisiones	Carga lb	Esfuerzo Lb/pulg2	N° de Divisiones	Carga lb	Esfuerzo Lb/pulg2	N° de Divisiones	Carga lb	Esfuerzo Lb/pulg2
0.00	0.000	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	0.025	2.5	18.75	5.97	3.00	22.50	7.16	7.00	52.50	16.71
1.27	0.050	4.5	33.75	10.74	5.00	37.50	11.94	10.00	75.00	23.87
1.91	0.075	6.0	45.00	14.32	6.50	48.75	15.52	17.00	127.50	40.58
2.54	0.100	8.0	60.00	19.10	9.00	67.50	21.49	19.00	142.50	45.36
3.81	0.150	10.0	75.00	23.87	11.50	86.25	27.45	23.00	172.50	54.91
5.08	0.200	11.0	82.50	26.26	13.00	97.50	31.04	27.00	202.50	64.46
6.35	0.250	12.0	90.00	28.65	15.00	112.50	35.81	30.00	225.00	71.62
7.62	0.300	13.0	97.50	31.04	16.50	123.75	39.39	34.00	255.00	81.17
8.89	0.350	14.0	105.00	33.42	20.00	150.00	47.75	38.00	285.00	90.72
10.16	0.400	15.0	112.50	35.81	22.50	168.75	53.71	42.00	315.00	100.27
11.43	0.450	16.5	123.75	39.39	24.50	183.75	58.49	46.00	345.00	109.82
12.70	0.500	17.5	131.25	41.78	26.00	195.00	62.07	49.00	367.50	116.98
13.97	0.550	18.0	135.00	42.97	27.50	206.25	65.65	52.00	390.00	124.14
15.24	0.600	19.5	146.25	46.55	29.00	217.50	69.23	55.50	416.25	132.50

Diámetro de Pison (pulg) :	2.00
Factor de Carga(lb):	7.50

Penetración	0.1 (")	0.2 (")
Molde 01	19.10	31.04
Molde 02	21.49	39.39
Molde 03	45.36	81.17



OBSERVACIONES: 2 de 3

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Elizabeth Margot Mamani Suca	NOMBRE: Fiorella Alessandra Salcedo Terán	NOMBRE: César Valdera Chávez	NOMBRE: Ing. Tulio Edgar Guillén Sheen
FECHA: 29/12/2022	FECHA: 29/12/2022	FECHA: 28/12/2022	FEC HA: 29/12/22

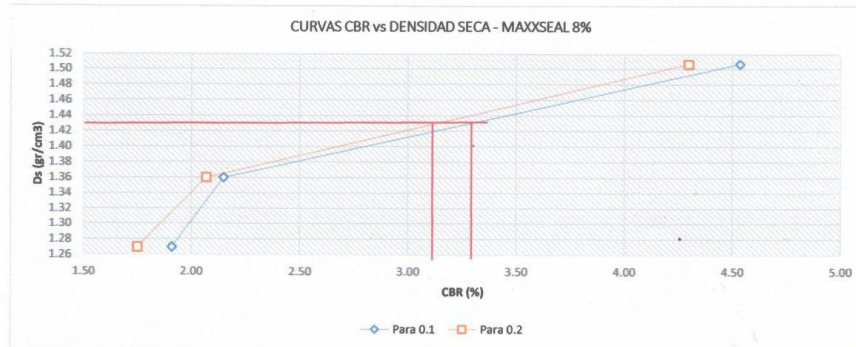
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO - MAXXSEAL 8%			
ENSAYO:	CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR		ASESOR:
NORMA:	MTC E132 / ASTM D1883 / ASTM D4429		Ing. Tulio Edgar Guillén Sheen
TESIS:	"Capacidad portante (CBR) de un suelo arcilloso con la incorporación del 8%, 10% y 12% del estabilizador Maxxseal 200"		
TIPO DE MATERIAL:	Arcilloso	TIPO DE MATERIAL:	De la Cruz Chugnas
UBICACIÓN:	"El cerrillo"	COLOR DE MATERIAL:	Marrón
FECHA DE ENSAYO:		RESPONSABLE:	Mamani Suca ; Salcedo Terán

ESFUERZO PARA 0.1" Y 0.2" DE PENETRACIÓN

MOLDE N°	MOLDE N°01 - 13G		MOLDE N°02 - 27 G		MOLDE N°03 - 56 G	
PENETRACIÓN	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
Esfuerzo terreno (lb/pulg <sup>2</sup> )	19.10	26.26	21.49	31.04	45.36	64.46
Esfuerzo terreno (lb/pulg <sup>2</sup> )	1000	1500	1000	1500	1000	1500
CBR (%)	1.91	1.75	2.15	2.07	4.54	4.30

C.B.R. Y DENSIDAD SECA

MOLDE N°	MOLDE N°01 - 13G		MOLDE N°02 - 27 G		MOLDE N°03 - 56 G	
PENETRACIÓN	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
CBR (%)	1.91	1.75	2.15	2.07	4.54	4.30
Ds (gr/cm <sup>3</sup> )	1.27	1.27	1.36	1.36	1.51	1.51

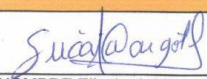





Ds máx:	1.51
95 % Ds máx	1.43

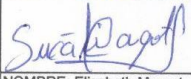
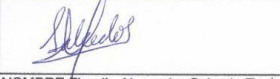


CBR 0.1":	3.30%
CBR 0.2":	3.10%

CBR DISEÑO: 3.10%

OBSERVACIONES: 3 de 3

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
NOMBRE: Elizabeth Margot Mamani Suca	NOMBRE: Fiorella Alessandra Salcedo Terán	NOMBRE: César Valdera Cháyvez	NOMBRE: Ing. Tulio Edgar Guillén Sheen
FECHA: 29/12/2022	FECHA: 29/12/2022	FECHA: 28/12/2022	FECHA: 29/12/22

ANEXO N° 18. Protocolo de California Bearing Ratio (CBR) – Maxxseal 10%

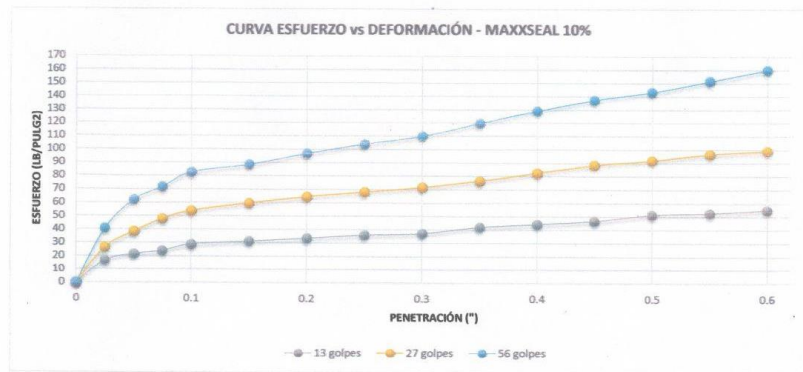
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE										
PROTOKOLO - MAXXSEAL 10%										
ENSAYO:		CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR				ASESOR:		Ing. Tulio Edgar Guillén Sheen		
NORMA:		MTC E132 / ASTM D1883 / ASTM D4429								
TESIS:		"Capacidad portante (CBR) de un suelo arcilloso con la incorporación del 8%, 10% y 12% del estabilizador Maxxseal 200"								
TIPO DE MATERIAL:		Arcilloso		ASOCIACIÓN:		De la Cruz Chugnas				
CANTERA		"El cerrillo"		COLOR DE MATERIAL:		Marrón				
FECHA DE ENSAYO:				RESPONSABLE:		Mamani Suca ; Salcedo Terán				
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR										
DESCRIPCIÓN		UND	1		2		3			
N° Golpes			5		5		5			
N° Golpes por Capa			13		27		56			
Condición de Muestra			Antes		Después		Antes		Después	
Peso Molde		gr	7222.00		7222.00		7228.00		8028.00	
Peso Muestra húmeda+Molde		gr	10886.00		11358.00		11253.00		11580.00	
Peso Muestra húmeda		gr	3664.00		4136.00		4025.00		4352.00	
Volumen Muestra húmeda		cm <sup>3</sup>	2370.74		2370.74		2370.74		2370.74	
Densidad húmeda; Dh		gr/cm <sup>3</sup>	1.55		1.74		1.70		1.84	
Densidad seca; Ds		gr/cm <sup>3</sup>	1.30		1.45		1.40		1.52	
CONTENIDO DE HUMEDAD										
Ensayo		N°	1-A	1-B	1-C	2-A	2-B	2-C	3-A	
Peso Recipiente		gr	31.13	27.86	31.52	26.69	27.82	28.59	27.92	
Peso Muestra húmeda + Recipiente		gr	139.22	139.77	139.66	139.34	139.40	139.48	139.34	
Peso Muestra seca + Recipiente		gr	122.96	122.97	111.87	122.50	122.92	113.21	122.82	
Peso del Agua		gr	16.26	16.80	27.79	16.84	16.48	26.27	16.52	
Peso Muestra seca		gr	91.83	95.11	80.35	95.81	95.10	84.62	94.90	
Contenido de Humedad : W %		%	17.71	17.66	34.59	17.58	17.33	31.04	17.41	
Promedio Contenido de Humedad		%	17.69		34.59		17.45		31.04	
Densidad Máxima Seca ; Ds		gr/cm <sup>3</sup>	1.31		1.30		1.45		1.40	
Densidad Máxima Seca ; Ds		gr/cm <sup>3</sup>	1.31		1.30		1.45		1.40	
ENSAYO DE HINCHAMIENTO										
TIEMPO ACUMULADO		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
Horas	Días	Lectura	Hinchamiento		Lectura	Hinchamiento		Lectura	Hinchamiento	
		Deforma.	mm	%	Deforma.	mm	%	Deforma.	mm	%
0	0	1	0.00	0.000	1	0.00	0.000	1	0.00	0.000
24	1	2	3.56	2.868	2	3.30	2.663	2	2.13	1.721
48	2	3	3.71	2.995	3	3.61	2.909	3	3.07	2.474
72	3	4	3.78	3.052	4	3.74	3.015	4	3.55	2.864
96	4	5	3.84	3.093	5	3.81	3.073	5	3.76	3.032
ALTURA MUESTRA:		124		ALTURA DE MUESTRA:		124		ALTURA DE MUESTRA:		124
OBSERVACIONES: 1 DE 3										
RESPONSABLE DEL ENSAYO		RESPONSABLE DEL ENSAYO			COORDINADOR DE LABORATORIO			ASESOR:		
										
NOMBRE: Elizabeth Margot Mamani Suca		NOMBRE: Fiorella Alexandra Salcedo Terán			NOMBRE: César Valdeira Chávez			NOMBRE: Ing. Tulio Edgar Guillén Sheen		
FECHA: 29/12/2022		FECHA: 29/12/2022			FECHA: 28/12/2022			FECHA: 29/12/22		

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO - MAXXSEAL 10%			
ENSAYO:	CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR		ASESOR:
NORMA:	MTC E132 / ASTM D1883 / ASTM D4429		Ing. Tulio Edgar Guillén Sheen
TESIS:	"Capacidad portante (CBR) de un suelo arcilloso con la incorporación del 8%, 10% y 12% del estabilizador Maxxseal 200"		
TIPO DE MATERIAL:	Arcilloso	TIPO DE MATERIAL:	El Rescate del Álamo S.R.
UBICACIÓN:	"El Cerrillo"	COLOR DE MATERIAL:	Marrón Oscuro
FECHA DE MUESTREO:		RESPONSABLE:	Mamani Suca ; Salcedo Terán

CARGA - PENETRACIÓN										
PENETRACIÓN		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
mm	Pulg	N° de Divisiones	Carga lb	Esfuerzo Lb/pulg2	N° de Divisiones	Carga lb	Esfuerzo Lb/pulg2	N° de Divisiones	Carga lb	Esfuerzo Lb/pulg2
0.00	0.000	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	0.025	7.0	52.50	16.71	11.00	82.50	26.26	17.00	127.50	40.58
1.27	0.050	9.0	67.50	21.49	16.00	120.00	38.20	26.00	195.00	62.07
1.91	0.075	10.0	75.00	23.87	20.00	150.00	47.75	30.00	225.00	71.62
2.54	0.100	12.0	90.00	28.65	22.50	168.75	53.71	34.50	258.75	82.36
3.81	0.150	13.0	97.50	31.04	25.00	187.50	59.68	37.00	277.50	88.33
5.08	0.200	14.0	105.00	33.42	27.00	202.50	64.46	40.50	303.75	96.69
6.35	0.250	15.0	112.50	36.81	28.50	213.75	68.04	43.50	326.25	103.85
7.62	0.300	15.5	116.25	37.00	30.00	225.00	71.62	46.00	345.00	109.82
8.89	0.350	17.5	131.25	41.78	32.00	240.00	76.39	50.00	375.00	119.37
10.16	0.400	18.5	138.75	44.17	34.50	258.75	82.36	54.00	405.00	128.92
11.43	0.450	19.5	146.25	46.55	37.00	277.50	88.33	57.50	431.25	137.27
12.70	0.500	21.5	161.25	51.33	38.50	288.75	91.91	60.00	450.00	143.24
13.97	0.550	22.0	165.00	52.52	40.50	303.75	96.69	63.50	476.25	151.60
15.24	0.600	23.0	172.50	54.91	41.50	311.25	99.07	67.00	502.50	159.95

Diámetro de Pison (pulg):	2.00
Factor de Carga(lb):	7.50

Penetración	0.1 (")	0.2 (")
Molde 01	28.65	33.42
Molde 02	53.71	64.46
Molde 03	82.36	96.69



OBSERVACIONES: 2 DE 3

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
<i>Elizabeth Margot Mamani Suca</i>	<i>Fiorella Alessandra Salcedo Terán</i>	<i>César Valdeira Chávez</i>	<i>Ing. Tulio Edgar Guillén Sheen</i>
NOMBRE: Elizabeth Margot Mamani Suca	NOMBRE: Fiorella Alessandra Salcedo Terán	NOMBRE: César Valdeira Chávez	NOMBRE: Ing. Tulio Edgar Guillén Sheen
FECHA: 29/12/2022	FECHA: 29/12/2022	FECHA: 28/12/2022	FECHA: 29/12/22

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO - MAXXSEAL 10%			
ENSAYO:	CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR		ASESOR:
NORMA:	MTC E132 / ASTM D1883 / ASTM D4429		Ing. Tulio Edgar Guillén Sheen
TESIS:	"Capacidad portante (CBR) de un suelo arcilloso con la incorporación del 8%, 10% y 12% del estabilizador Maxxseal 200"		
TIPO DE MATERIAL:	Arcilloso	TIPO DE MATERIAL:	De la Cruz Chugnas
UBICACIÓN:	"El Cerrillo"	COLOR DE MATERIAL:	Marrón
FECHA DE ENSAYO:		RESPONSABLE:	Mamani Suca ; Salcedo Terán

**ESFUERZO PARA 0.1" Y 0.2" DE PENETRACIÓN**

MOLDE N°	MOLDE N°01 - 13G		MOLDE N°02 - 27 G		MOLDE N°03 - 56 G	
PENETRACIÓN	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
Esfuerzo terreno (lb/pulg <sup>2</sup> )	29	33.42	53.71	64.46	82.36	96.69
Esfuerzo terreno (lb/pulg <sup>2</sup> )	1000	1500	1000	1500	1000	1500
CBR (%)	2.86	2.23	5.37	4.30	8.24	6.45

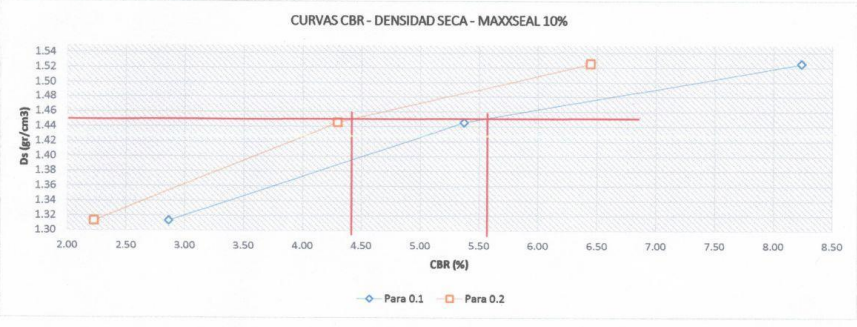
  

**C.B.R. Y DENSIDAD SECA**

MOLDE N°	MOLDE N°01 - 13G		MOLDE N°02 - 27 G		MOLDE N°03 - 56 G	
PENETRACIÓN	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
CBR (%)	2.86	2.23	5.37	4.30	8.24	6.45
Ds (gr/cm <sup>3</sup> )	1.31	1.31	1.45	1.45	1.52	1.52

CURVAS CBR - DENSIDAD SECA - MAXXSEAL 10%



◆ Para 0.1    ■ Para 0.2

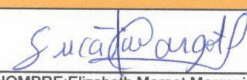


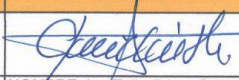
  

Ds máx: 1.52	CBR 0.1": 5.60%
95 % Ds máx: 1.45	CBR 0.2": 4.40%



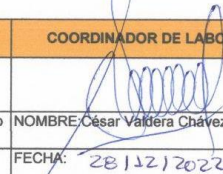
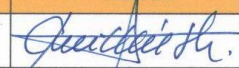
CBR DISEÑO: 4.40%

**OBSERVACIONES: 3 DE 3**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
NOMBRE: Elizabeth Margot Mamani Suca	NOMBRE: Fiorella Alessandra Salcedo Terán	NOMBRE: César Valdeira Chávez	NOMBRE: Ing. Tulio Edgar Guillén Sheen
FECHA: 29/12/2022	FECHA: 29/12/2022	FECHA: 28/12/2022	FECHA: 29/12/22

## ANEXO N° 19. Protocolo de California Bearing Ratio (CBR) – Maxxseal 12%

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE																
PROTOKOLO - MAXXSEAL 12%																
<b>ENSAYO:</b>		CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR					<b>ASESOR:</b>		Ing. Tulio Guillén Sheen							
<b>NORMA:</b>		MTC E132 / ASTM D1883 / ASTM D4429														
<b>TESIS:</b>		"Capacidad portante (CBR) de un suelo arcilloso con la incorporación del 8%, 10% y 12% del estabilizador Maxxseal 200"														
<b>TIPO DE MATERIAL:</b>		Arcilloso		<b>ASOCIACIÓN:</b>		De la Cruz Chugnas										
<b>CANTERA</b>		"El cerrillo"		<b>COLOR DE MATERIAL:</b>		Marrón										
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>				<b>RESPONSABLE:</b>		Mamani Suca ; Salcedo Terán										
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR																
DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3										
N° Golpes		5		5		5										
N° Golpes por Capa		13		27		56										
<b>Condición de Muestra</b>		<b>Antes</b>		<b>Después</b>		<b>Antes</b>		<b>Después</b>		<b>Antes</b>	<b>Después</b>					
Peso Molde	gr	7222.00		7222.00		7228.00		7228.00		8028.00	8028.00					
Peso Muestra húmeda + Molde	gr	10949.00		11294.00		11241.00		11497.00		12336.00	12463.00					
Peso Muestra húmeda	gr	3727.00		4072.00		4013.00		4269.00		4308.00	4435.00					
Volumen Muestra húmeda	cm <sup>3</sup>	2370.74		2370.74		2370.74		2370.74		2370.74	2370.74					
Densidad húmeda; Dh	gr/cm <sup>3</sup>	1.57		1.72		1.69		1.80		1.82	1.87					
CONTENIDO DE HÚMEDAD																
Ensayo	N°	1-A	1-B	1-C	2-A	2-B	2-C	3-A	3-B	3-C						
Peso Recipiente	gr	27.34	28.02	27.74	27.56	28.00	26.91	30.97	28.35	27.13						
Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	139.69	139.84	139.80	139.22	139.45	139.50	139.56	139.33	139.36						
Peso Muestra seca + Recipiente	gr	121.82	122.36	111.66	121.36	121.62	113.90	122.00	121.62	116.21						
Peso del Agua	gr	17.87	17.48	28.14	17.86	17.83	25.60	17.56	17.71	23.15						
Peso Muestra seca	gr	94.48	94.34	83.92	93.80	93.62	86.99	91.03	93.27	89.08						
Contenido de Humedad ; W %	%	18.91	18.53	33.53	19.04	19.05	29.43	19.29	18.99	26.99						
Promedio Contenido de Humedad	%	18.72		33.53		19.04		29.43		19.14	26.99					
Densidad Máxima Seca ; Ds	gr/cm <sup>3</sup>	1.32		1.29		1.42		1.39		1.53	1.48					
ENSAYO DE HINCHAMIENTO																
TIEMPO		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03								
ACUMULADO		Lectura		Hinchamiento		Lectura		Hinchamiento		Lectura		Hinchamiento				
Horas	Días	Deforma.	mm	%	Deforma.	mm	%	Deforma.	mm	%	Deforma.	mm	%			
0	0	1	0.00	0.000	1	0.00	0.000	1	0.00	0.000	1	0.00	0.000			
24	1	2	2.31	1.860	2	1.96	1.581	2	0.88	0.713	3	1.32	1.065			
48	2	3	2.41	1.946	3	2.15	1.731	3	1.52	1.229	4	1.77	1.424			
72	3	4	2.50	2.018	4	2.24	1.807	4	1.52	1.229	5	1.77	1.424			
96	4	5	2.60	2.100	5	2.31	1.864	5	1.52	1.229	5	1.77	1.424			
<b>ALTURA DE MUESTRA:</b>		124			<b>ALTURA DE MUESTRA:</b>			124			<b>ALTURA DE MUESTRA:</b>			124		
<b>OBSERVACIONES:</b> 1 DE 3																
RESPONSABLE DEL ENSAYO		RESPONSABLE DEL ENSAYO				COORDINADOR DE LABORATORIO				ASESOR:						
																
NOMBRE: Elizabeth Margot Mamani Suca		NOMBRE: Fiorella Alexandra Salcedo Terán				NOMBRE: César Valdeira Chávez				NOMBRE: Ing. Tulio Edgar Guillén Sheen						
FECHA: 29/12/2022		FECHA: 29/12/2022				FECHA: 28/12/2022				FECHA: 29/12/22						

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA										
PROTOCOLO - MAXXSEAL 12%										
<b>ENSAYO:</b>		CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR					<b>ASESOR:</b>		Ing. Tulio Edgar Guillén Sheen	
<b>NORMA:</b>		MTC E132 / ASTM D1883 / ASTM D4429					<b>TIPO DE MATERIAL:</b>		Arcilloso	
<b>TESIS:</b>		"Capacidad portante (CBR) de un suelo arcilloso con la incorporación del 8%, 10% y 12% del estabilizador Maxxseal 200"								
<b>UBICACIÓN:</b>		"El Cerrillo"			<b>TIPO DE MATERIAL:</b>		De la Cruz Chugnas			
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>				<b>COLOR DE MATERIAL:</b>		Marrón				
<b>RESPONSABLE:</b>		Mamani Suca ; Salcedo Terán								

CARGA - PENETRACIÓN										
PENETRACIÓN		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
		N° de Divisiones	Carga lb	Esfuerzo Lb/pulg2	N° de Divisiones	Carga lb	Esfuerzo Lb/pulg2	N° de Divisiones	Carga lb	Esfuerzo Lb/pulg2
0.00	0.000	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	0.025	8.0	60.00	19.10	16.00	120.00	38.20	17.00	127.50	40.58
1.27	0.050	11.0	82.50	26.26	25.50	191.25	60.88	34.00	255.00	81.17
1.91	0.075	15.0	112.50	35.81	31.50	236.25	75.20	45.00	337.50	107.43
2.54	0.100	18.0	135.00	42.97	35.00	262.50	83.56	54.00	405.00	128.92
3.81	0.150	20.0	150.00	47.75	38.00	285.00	90.72	61.00	457.50	145.63
5.08	0.200	22.0	165.00	52.52	40.50	303.75	96.69	68.00	510.00	162.34
6.35	0.250	24.0	180.00	57.30	43.00	322.50	102.65	73.00	547.50	174.27
7.62	0.300	25.5	191.25	60.88	45.00	337.50	107.43	78.00	585.00	186.21
8.89	0.350	28.0	210.00	66.85	48.00	360.00	114.59	86.00	645.00	205.31
10.16	0.400	30.0	225.00	71.62	51.00	382.50	121.75	91.00	682.50	217.25
11.43	0.450	31.5	236.25	75.20	53.50	401.25	127.72	97.00	727.50	231.57
12.70	0.500	34.5	258.75	82.36	56.00	420.00	133.69	101.00	757.50	241.12
13.97	0.550	35.0	262.50	83.56	58.00	435.00	138.46	106.00	795.00	253.06
15.24	0.600	37.5	281.25	89.52	59.50	446.25	142.05	110.00	825.00	262.61

Diámetro de Pison (pulg) :	2.00	Penetración	0.1 (")	0.2 (")
Factor de Carga(lb):	7.50	Molde 01	42.97	52.52
		Molde 02	83.56	96.69
		Molde 03	128.92	162.34

CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN - MAXXSEAL 12%

OBSERVACIONES: 2 DE 3

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
<i>Suca Mamani</i>	<i>Salcedo Terán</i>	<i>César Valdeira Chávez</i>	<i>Tulio Edgar Guillén Sheen</i>
NOMBRE: Elizabeth Margot Mamani Suca	NOMBRE: Fiorella Alessandra Salcedo Terán	NOMBRE: César Valdeira Chávez	NOMBRE: Ing. Tulio Edgar Guillén Sheen
FECHA: 25/12/2022	FECHA: 25/12/2022	FECHA: 25/12/2022	FECHA: 22/12/22



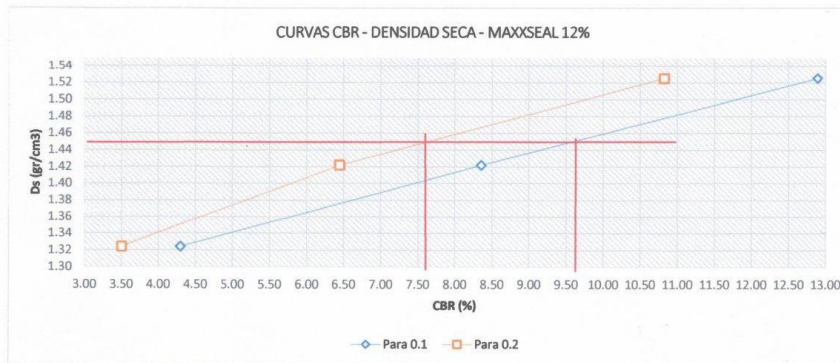
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO - MAXXSEAL 12%			
ENSAYO:	CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR		ASESOR:
NORMA:	MTC E132 / ASTM D1883 / ASTM D4429		Ing. Tulio Edgar Guillén Sheen
TESIS:	"Capacidad portante (CBR) de un suelo arcilloso con la incorporación del 8%, 10% y 12% del estabilizador Maxxseal 200"		
TIPO DE MATERIAL:	Arcilloso	TIPO DE MATERIAL:	De la Cruz Chugnas
UBICACIÓN:	"El Cerrillo"	COLOR DE MATERIAL:	Marrón
FECHA DE ENSAYO:		RESPONSABLE:	Mamani Suca ; Salcedo

ESFUERZO PARA 0.1" Y 0.2" DE PENETRACIÓN

MOLDE N°	MOLDE N°01 - 13G		MOLDE N°02 - 27 G		MOLDE N°03 - 56 G	
PENETRACIÓN	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
Esfuerzo terreno (lb/pulg2)	43	52.52	83.56	96.69	128.92	162.34
Esfuerzo terreno (lb/pulg2)	1000	1500	1000	1500	1000	1500
CBR (%)	4.30	3.50	8.36	6.45	12.89	10.82

C.B.R. Y DENSIDAD SECA

MOLDE N°	MOLDE N°01 - 13G		MOLDE N°02 - 27 G		MOLDE N°03 - 56 G	
PENETRACIÓN	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
CBR (%)	4.30	3.50	8.36	6.45	12.89	10.82
Ds (gr/cm3)	1.32	1.32	1.42	1.42	1.53	1.53

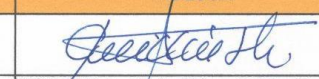


Ds máx:	1.53
95 % Ds máx	1.45

CBR 0.1":	9.60%
CBR 0.2":	7.60%

CBR DISEÑO: 7.60%

OBSERVACIONES: 3 DE 3

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
NOMBRE: Elizabeth Margot Mamani Suca	NOMBRE: Fiorella Alessandra Salcedo Terán	NOMBRE: César Valdeira Chávez	NOMBRE: Ing. Tulio Edgar Guillén Sheen
FECHA: 29/12/2022	FECHA: 29/12/2022	FECHA: 29/12/2022	FECHA: 29/12/22

## ANEXO N°20: Cotización de Maxxseal 200



Avenida República de Panamá 5768 Miraflores  
Lima 18 - Perú  
+51949562039  
info@latinseal.com  
[www.latinseal.com](http://www.latinseal.com)

Lima, 18 de mayo del 2023

Cotiz. EMS2305180082

Señoritas:  
ELIZABETH MARGOT MAMANI SUCA -  
FIORELLA SALCEDO TERAN  
Cajamarca. -

Estimadas Elizabeth y Fiorella:

Presentamos presupuesto de nuestro pavimento ecológico, **MAXXSEAL - 200**, para eliminación de polvo, Estabilización de Suelos, Control de Taludes, Paseos peatonales, Ciclovías, Etc.

**MAXXSEAL - 200** es un producto amigable, copolímero de moléculas de alto peso acrílico con ESTIRENO, nuestro producto **MAXXSEAL - 200** es fabricado por una empresa partner utilizando un extremado proceso de control y escudriñado sobre cada lote producido. Cada lote es evaluado antes, durante y después de la finalización para asegurar que los resultados de producción de polímeros sean de la más alta calidad (high grade) para un resultado en el control de polvo y estabilización de suelos.

Cuando **MAXXSEAL - 200** es aplicado al suelo, las moléculas de copolímeros se fusionan y forman los lazos de unión entre el suelo y las partículas de este. El alto peso molecular, y la larga cadena de polímeros forman una matriz resistente que es muy durable y resistente al agua. El más duradero estabilizador de nuestra línea de productos **MAXXSEAL - 200** se puede personalizar para alcanzar los resultados que usted necesita. Moderados niveles de aplicación son útiles para la supresión del polvo y el control de la erosión. Los niveles de aplicación más concentrados pueden generar cualidades similares al concreto y son útiles para la solidificación y estabilización del suelo, como el que se encuentra en la construcción de carreteras.

### MAXXSEAL - 200 posee una cantidad de ventajas y atractivos

Excelente resistencia mecánica y adherencia, rendimiento incomparable

- Baja demanda de agua con buen desempeño
- Excelente dureza y adherencia.
- Excepcional resistencia a las lluvias y a la degradación UV.
- Excelente estabilidad en almacenamiento a largo plazo, es decir, sin desintegración de sus componentes, especialmente sólidos
- Reducción en costos de transportación
- Amplia latitud en formulaciones: compatible con aditivos utilizados comúnmente.
- Larga vida útil almacenada, 1 año garantizado en área techada. (Se tienen récords de durabilidad de más de tres años sin consecuencias)



Avenida República de Panamá 5788 Miraflores  
Lima 18 - Perú  
+51949562039  
info@latinseal.com  
[www.latinseal.com](http://www.latinseal.com)

**Precio TOTE MaxxSeal 200:**

TOTE de 272 galones (1,030 litros) sin color US\$7,300.00 más IGV

**Dosificación recomendada para control de taludes:**

Recomendamos una dosificación aproximada 0.25 a 0.30 litros por m2 de MaxxSeal 200

**Dosificación recomendada para eliminación de polvo:**

Recomendamos una dosificación aproximada 0.50 a 0.80 litros por m2 de MaxxSeal 200

**Dosificación recomendada para estabilización de suelos:**

Recomendamos una dosificación aproximada 1.00 a 1.50 litros por m2 de MaxxSeal 200  
Dependiendo de la profundidad del área a escarificar, 10 a 15 cm. de profundidad.

**NOTA: Es muy importante realizar pruebas para determinar la cantidad exacta a utilizar y obtener los mejores resultados.**

La entrega se realiza en Lima o en alguna agencia de transporte.

**CONDICIONES DE PAGO:**

Pago 70% de adelanto y la diferencia del 30% cuando se entrega el pedido.

Agradecemos su atención y quedamos a la espera de su orden de compra,

Atentamente,

LATIN SEAL S.A.C.

César Pereda Chávarry  
Gerente de Operaciones

ANEXO N°21: Análisis de Precios Unitarios

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO PARA SUBRASANTE CON MATERIAL DE PRÉSTAMO						
<b>Partida N°</b>	<b>01.01</b>	<b>EXCAVACIÓN DE MATERIAL</b>			Fecha:	21/05/2023
Rendimiento	570.00	m3/día			Jornada:	8 horas
					<b>SUBTOTAL:</b>	<b>5.060</b>
	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/</b>	<b>Parcial S/</b>
	<b>Mano de Obra</b>					
	CAPATAZ	hh	0.2	0.003	29.16	0.0819
	OPERARIO	hh	0.2	0.003	19.19	0.0539
	PEÓN	hh	2	0.028	17.34	0.4868
				<b>Costo de Mano de Obra:</b>		<b>0.622</b>
	<b>Equipos</b>					
	Herramientas Manuales	%mo		0.030	0.622	0.0187
	TRACTOR D7-G	hm	1	0.014	315.600	4.4184
				<b>Costo de Equipos:</b>		<b>4.437</b>
<b>Partida N°</b>	<b>01.02</b>	<b>ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE</b>			Fecha:	21/05/2023
Rendimiento	700.00	m3/día			Jornada:	8 horas
					<b>SUBTOTAL:</b>	<b>5.430</b>
<b>Partida N°</b>	<b>01.02.01</b>	<b>CARGUÍO</b>				
	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/</b>	<b>Parcial S/</b>
	<b>Mano de Obra</b>					
	OPERARIO	hh	0.5	0.006	19.19	0.110
				<b>Costo de Mano de Obra:</b>		<b>0.110</b>
	<b>Equipos</b>					
	CARGADOR FRONTAL SOBRE ORUGAS 155HP	hm	1	0.014	380.00	5.320
				<b>Costo de Equipos:</b>		<b>5.320</b>
Rendimiento	163.00	m3/día			Jornada:	8 horas
<b>Partida N°</b>	<b>01.02.02</b>	<b>TRANSPORTE</b>			<b>SUBTOTAL:</b>	<b>13.758</b>
	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/</b>	<b>Parcial S/</b>
	<b>Mano de Obra</b>					
	OPERARIO	hh	0.2	0.002	19.19	0.038
				<b>Costo de Mano de Obra:</b>		<b>0.038</b>
	<b>Equipos</b>					
	Herramientas Manuales	%mo		0.03	0.038	0.0012
	VOLQUETE DE 10m3	hm	1	0.049	280.00	13.7200
				<b>Costo de Equipos:</b>		<b>13.720</b>

<b>Partida N°</b>	<b>01.03</b>	<b>PRÉSTAMO DE CANTERA</b>					Fecha:	21/05/2023
Rendimiento	475.00	m3/día					Jornada:	8 horas
							<b>SUBTOTAL:</b>	<b>6.135</b>
<b>Partida N°</b>	<b>01.03.01</b>	<b>EXTRACCIÓN Y APILAMIENTO</b>						
	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/</b>	<b>Parcial S/</b>		
	<b>Mano de Obra</b>							
	CAPATAZ	hh	0.2	0.003	29.16	0.098		
	OPERARIO	hh	0.2	0.003	19.19	0.065		
	PEÓN	hh	2	0.034	17.34	0.584		
					<b>Costo de Mano de Obra:</b>	<b>0.747</b>		
	<b>Equipos</b>							
	Herramientas Manuales	%mo		0.030	0.747	0.0224		
	TRACTOR D7-G	hm	1	0.017	315.60	5.3652		
					<b>Costo de Equipos:</b>	<b>5.388</b>		
Rendimiento	700.00	m3/día					Jornada:	8 horas
							<b>SUBTOTAL:</b>	<b>6.579</b>
<b>Partida N°</b>	<b>01.03.02</b>	<b>CARGUÍO</b>						
	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/</b>	<b>Parcial S/</b>		
	<b>Mano de Obra</b>							
	OPERARIO	hh	0.5	0.006	19.19	0.115		
					<b>Costo de Mano de Obra:</b>	<b>0.115</b>		
	<b>Equipos</b>							
	Herramientas Manuales	%mo		0.030	0.115	0.00345		
	CARGADOR FRONTAL SOBRE ORUGAS DE 155 HP	hm	1	0.017	380.00	6.46000		
					<b>Costo de Equipos:</b>	<b>6.463</b>		
Rendimiento	940.00	m3/día					Jornada:	8 horas
							<b>SUBTOTAL:</b>	<b>9.420</b>
<b>Partida N°</b>	<b>01.03.03</b>	<b>CONFORMACIÓN DE SUBRASANTE</b>						
	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/</b>	<b>Parcial S/</b>		
	<b>Mano de Obra</b>							
	CAPATAZ	hh	1	0.009	29.16	0.248		
	PEÓN	hh	6	0.051	17.34	0.884		
					<b>Costo de Mano de Obra:</b>	<b>1.133</b>		
	<b>Equipos</b>							
	Herramientas Manuales	%mo		0.030	1.133	0.0340		
	RODILLO LISO DE 7 A 9 TN		1	0.009	365.00	3.2850		
	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1	0.009	350.00	3.1500		
	TRACTOR D7-G	hm	0.5	0.004	315.60	1.2624		
					<b>Costo de Equipos:</b>	<b>7.731</b>		
	<b>Materiales</b>							
	MATERIAL GRANULAR	m3		1.1	48	52.800		
	AGUA 100 lt/m3	m3		0.1	5.556	0.556		
					<b>Costo de Materiales</b>	<b>0.556</b>		

<b>TOTAL</b>	<b>m3/dia</b>	<b>46.380</b>
--------------	---------------	---------------

**ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO PARA SUBRASANTE CON ESTABILIZADOR MAXXSEAL 200**

<b>Partida N°</b>	<b>01.01</b>	<b>ESCARIFICACIÓN DE SUBRASANTE</b>					21/05/202
		<b>E=0.30</b>					Fecha: 3
Rendimiento	4000.00	m3/día					Jornada: 8 horas
						<b>SUBTOTAL:</b>	<b>4.966</b>
	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/</b>	<b>Parcial S/</b>	
	<b>Mano de Obra</b>						
	CAPATAZ	hh	0.5	0.001	29.16	0.029	
	PEÓN	hh	1	0.002	17.34	0.035	
						<b>Costo de Mano de Obra:</b>	<b>0.064</b>
	<b>Equipos</b>						
	Herramientas						
	Manuales	%mo		0.030	0.06	0.002	
	MOTONIVELADORA	hm	1	0.014	350.00	4.900	
						<b>Costo de Equipos:</b>	<b>4.902</b>

Rendimiento	940.00	m3/día					Jornada: 8 horas
						<b>SUBTOTAL:</b>	<b>9.149</b>

<b>Partida N°</b>	<b>01.02</b>	<b>CONFORMACIÓN DE SUBRASANTE</b>					
	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/</b>	<b>Parcial S/</b>	
	<b>Mano de Obra</b>						
	CAPATAZ	hh	1	0.009	29.16	0.248	
	OPERARIO	hh	1	0.009	19.19	0.163	
	PEON	hh	2	0.017	17.34	0.295	
						<b>Costo de Mano de Obra:</b>	<b>0.707</b>
	<b>Equipos</b>						
	Herramientas						
	Manuales	%mo		0.030	0.707	0.021	
	RODILLO LISO DE 7 A 9 TN		1	0.009	365.00	3.285	
	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1	0.009	350.00	3.150	
	CAMIÓN CISTERNA 178-210 HP	hm	1	0.003	150.42	0.451	
						<b>Costo de Equipos:</b>	<b>0.021</b>
	<b>Materiales</b>						
	AGUA 100 lt/m3	m3		0.1	5.556	0.556	
	MAXXSEAL 200	lt		0.3	26.22	7.866	
						<b>Costo de Materiales:</b>	<b>8.422</b>

**TOTAL 14.115 m3/día**

## ANEXO N° 22: Matriz de consistencia

TÍTULO	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN
“Capacidad portante (CBR) de un suelo arcilloso con incorporación del 8%, 10% y 12% del estabilizador Maxxseal 200”	¿Cuál es la capacidad portante (CBR) de un suelo arcilloso, incorporando las diferentes proporciones de 8%,10% y 12% del estabilizador Maxxseal 200?	<p><b>GENERAL:</b></p> <p>Determinar la capacidad portante (CBR) del suelo arcilloso con la incorporación de 8%, 10% y 12% del estabilizador Maxxseal 200.</p> <p><b>ESPECÍFICOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Clasificar un suelo mediante el sistema de AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) y el sistema SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos).</li> <li>Determinar la variación del índice de plasticidad de un suelo arcilloso con la incorporación de 8%, 10% y 12% del estabilizador Maxxseal 200.</li> <li>Determinar los parámetros de compactación de un suelo arcilloso con incorporación de 8%, 10% y 12% del estabilizador Maxxseal 200.</li> </ul>	La capacidad de soporte (CBR) de un suelo arcilloso se incrementa añadiendo el mayor % de incorporación de Maxxseal 200.	<p><b>DEPENDIENTE:</b></p> <p>Capacidad Portante del Suelo (CBR)</p> <p><b>INDEPENDIENTE:</b></p> <p>Dosificación de Estabilizador</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>CBR al 0.1”</li> <li>CBR al 0.2”</li> <li>Ensayo de Compactación- Proctor Modificado.</li> <li>Límites de Atterberg</li> <li>Clasificación de suelos.</li> <li>8%</li> <li>10%</li> <li>12%</li> </ul>	<p><b>Enfoque:</b></p> <p>Cuantitativo</p> <p><b>Tipo:</b></p> <p>Aplicada</p> <p><b>Diseño:</b></p> <p>Experimental /Correlacional</p>

Fuente: Elaboración propia, 2023